

## پیشگفتار

زمین شناسی دانش مطالعه زمین است. مطالعات زمین شناسی چگونگی تشکیل زمین و نحوه تغییر آن در طی زمان، مواد تشکیل دهنده زمین و فرایندهایی که بر روی آن عمل می نماید را شامل می شوند. زمین شناسی دریایی بر این مطالعات در مناطقی از کره زمین که تحت تاثیر دریاها و اقیانوسها قرار دارند متمرکز می گردد. این مناطق شامل بستر عمیق اقیانوسها؛ شیب های قاره، فلات های قاره که پیرامون قاره ها گسترش یافته اند، سواحل خلیج های دهانه ای، رودخانه ها و دریاچه های بزرگ است.

یکی از بخش های عمده و مهم زمین شناسی دریایی، بخش مطالعات رسوب شناسی است. رسوب شناسی به مطالعه علمی موادی اطلاق می شود که در سطح پوسته جامد زمین رسوب کرده اند. (موسوی حرمی 1365)

کلمه رسوب یا sediment از کلمه لاتین sedimentum مشتق شده است که به معنی رویهم قرار گرفتن یا رسوب کردن می باشد. بنابراین رسوب به تمام موادی گفته می شود که از تخریب مواد جامد پوسته زمین و حمل و نقل آنها بوسیله آب و باد و یخ نتیجه شده و یا از اشباع شدن مواد شیمیایی محلول در آب یا از ترشح موجودات زنده، فوران های آتشفشانی و یا از غبارهای فضایی سرچشمه گرفته اند پس بطور کلی رسوب ممکن است به طریقه فیزیکی، شیمیایی و یا بیوشیمیایی تشکیل شده باشد.

محیط رسوبی به بخشی از کره زمین می گویند که دارای اختصاصات مطالعه رسوب شناسی محیط های عهد حاضر از جمله دریاها و اقیانوسها بوده و زمین شناسان را قادر ساخته است که رفتار دینامیکی بستر دریاها و اقیانوسها را شناسایی نمایند علاوه بر این با توجه به محیط های رسوبی عهد حاضر زمین

شناسان قادرند محیط های رسوبی را که توسط شواهد رسوب شناسی مشابه در سنگهای رسوبی حفظ شده اند را پیش بینی نمایند.

جهت بررسی رسوبات آواری و غیر آواری امروزه رسوب شناسان از طیف گسترده ای از ابزارهای دقیق علمی بهره می جویند که در این گزارش با بعضی از این تجهیزات آشنا خواهید شد.

## اهداف

هدف از تهیه این گزارش معرفی دستگاههای آزمایشگاهی و نرم افزارهای موجود در مدیریت زمین شناسی دریایی می باشد که در نمونه برداری و آنالیز نمونه های برداشت شده از رسوبات محیط های رسوبی خشکی و همچنین رسوبات سطحی محیط های رسوبی آبی شامل بستر دریاها، دریاچه ها، رودخانه ها و یا مغزه ها بکار گرفته شده است همچنین تجهیزات آزمایشگاهی این مدیریت در خدمت تمامی دانشجویان محترم مقاطع کارشناسی ارشد و دکترای دانشگاهها و همچنین ارگانهای تحقیقاتی و شرکتهای تولید کننده و صادر کننده پودرهای میکرونیزه می باشد.

در گفتاری از نویسنده و شاعر شهیر آلمانی یوهان ولفگانگ گوته آمده است که وقتی انسانی حاصل عمر ارزشمند و تجارب خود را در کتابی به رشته تحریر در می آورد انسانهای دیگر با خواندن آن در مدت کوتاهی به حاصل سالها تجربه او دست می یابند. نگارنده نیز افتخار دارم که حاصل تجربه بیست و پنج سال کار در آزمایشگاه رسوب شناسی را تقدیم تمام عزیزانی نمایم که بنوعی به این کار مشغولند و اطمینان دارم که این نوشتار بدون عیب و نقص نبوده و گوشزدها و یادآوری اشکالات و کاستی ها موجب تصحیح و ارتقاء خواهد شد تا چه قبول افتد و چه در نظر آید.

# فصل اول

طبقه بندی و روش های نمونه برداری رسوبات دریایی

## 1- طبقه بندی رسوبات :

بررسی رسوبات یک منطقه اطلاعات مفیدی را در رابطه با شرایط محیطی منطقه از قبیل انرژی محیط رسوبگذاری و منشاء و مسیر حمل رسوبات در اختیار ما قرار می‌دهد و اگر مغزه از رسوبات منطقه تهیه شود تغییر در ساختار و جنس رسوبات منطقه نیز در طول زمان قابل تحلیل و بررسی می‌باشد.

رسوبات دریایی دارای دامنه وسیعی از نظر نوع و اندازه می‌باشند، معمولاً ماسه های ساحلی، مخلوطی از سیلت و پوسته های ارگانیک ها در فلات قاره یافت می‌شوند در حالی که رس های قرمز و ازها (ooze) در مناطق عمیقتر دریاها ته نشین می‌گردند. در واقع منشاء، پراکنندگی و اندازه ذرات رسوب به عملکرد متقابل فرایندهای فیزیکی و زیستی بستگی دارد.

### 1-1 طبقه بندی رسوبات بر اساس اندازه:

رسوبات بر اساس اندازه ذرات تشکیل دهنده آنها به رسها، سیلت، ماسه، شن (Granule)، ریگ (Pebble)، قلوه سنگ (Cobble) و قطعه سنگ (Boulder) طبقه بندی می‌شوند. (موسوی حرمی، 1365) اگر چه ریگ، قلوه سنگ، و قطعه سنگ در رسوبات دریایی وجود دارند اما بیشتر رسوبات دریایی از ذراتی در اندازه ماسه، سیلت و رس تشکیل شده اند. (رضا موسوی حرمی، 1367)

## 1-2 طبقه بندی رسوبات دریایی بر اساس منشأ:

روش دیگر طبقه بندی رسوبات دریایی بر اساس منشأ آنها می باشد که به چهار گروه عمده تقسیم می گردند:

### 1-2-1 رسوبات تخریبی (Terrigenous Sediments): منشأ عمده این رسوبات قاره ها،

فعالیت های آتشفشانی و غبارهای بادی می باشند. این رسوبات تقریباً 45 درصد از کل رسوبات

دریایی را شامل می شوند (شکل 1-1)



شکل 1-1 رسوبات تخریبی مربوط به سواحل خلیج فارس (رستم آباد)

(عکس از محمدی 1386)

## 1-2-2 رسوبات زیستی (Biogenous Sediments): منشأ عمده این رسوبات مواد آلی و

تجمع قسمتهای سخت بعضی از موجودات دریایی است و به طور عمده در قسمت های عمیق کف اقیانوس ها پراکنده هستند از مثال های این نوع رسوبات می توان به ازهای آهکی ( شکل 1-2) و سیلیسی شکل (3-1) اشاره نمود. این رسوبات تقریباً 55 در صد کل رسوبات دریایی را شامل می شوند.

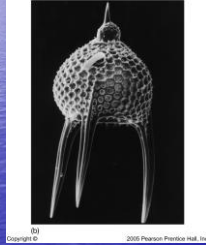


شکل 1-2 رسوبات زیستی دریایی

copyright@2005 pearson prentice Hall, Inc

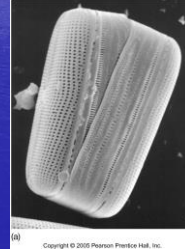
# سيليكاتهاي بايوژنيك

راديولر ها



(b) Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

دياتومه ها



(a) Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

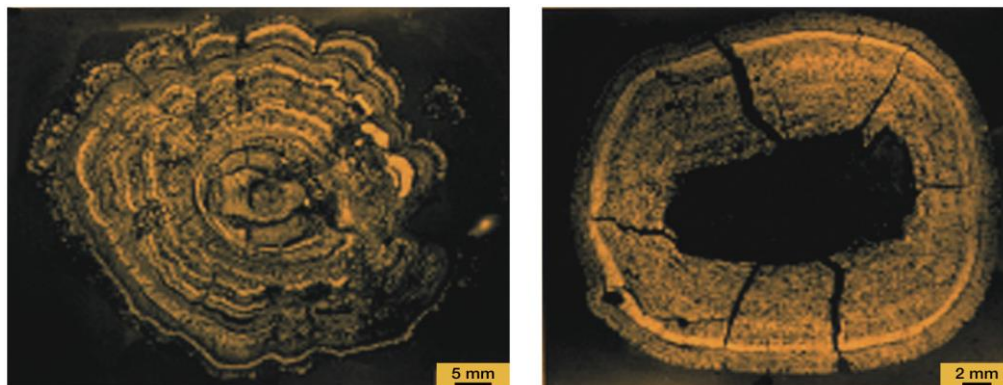
شكل 1-3 رسوبات زيستی سيليكاته

copyright©2005 pearson prentice Hall, Inc



### 1-2-3 رسوبات در جا ز (Hydrogenous or authigenic): منشأ این رسوبات از ته

نشست مواد محلول در آب است که معمولا به وسیله باکتری ها تشدید می گردد و معمولا با انواع دیگر رسوبات همراه هستند ، کمتر از یک درصد از کل رسوبات دریاها را شامل می شوند، از مثالهای آن می توان به ندولهای منگنز ( شکل 1-4) و نهشته های فسفات ( شکل 1-5) اشاره نمود..

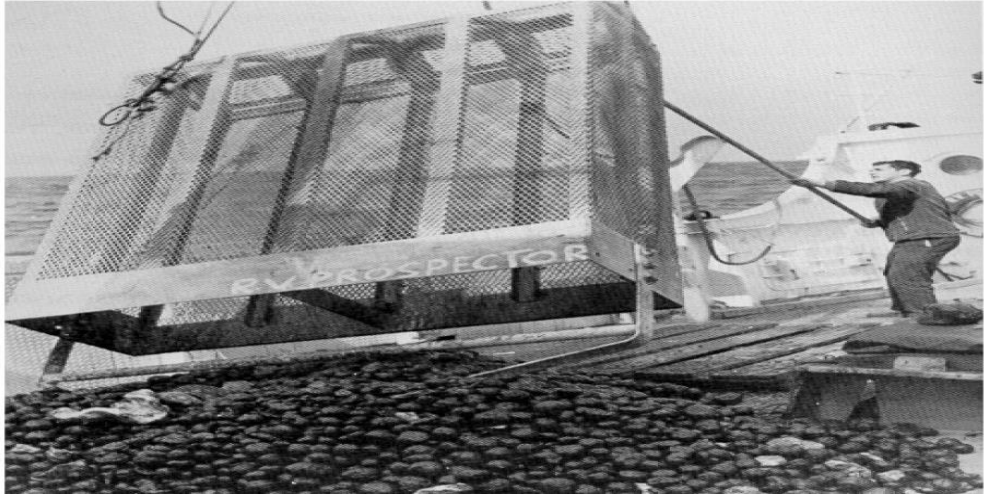


شکل 1-4 ندولهای منگنز

copyright@2005 pearson prentice Hall, Inc



copyright@2005 pearson prentice Hall, Inc



شکل 5-1 نهشته های فسفات

copyright©2005 pearson prentice Hall, Inc

## 1-2-4 رسوبات فضایی (Cosmogenous sediments): منشأ این رسوبات غبارهای

کهکشانی و قطعات شهاب سنگها می باشند و معمولاً با رسوبات غالب دریایی مخلوط می باشند و مقدار آنها بسیار ناچیز می باشد. از مثالهای آنها میتوان به ندولهای شیشه ای (glassy nodules)

اشاره نمود (شکل 1-6)



شکل 1-6 رسوبات فضایی (ندولهای شیشه ای)

رسوبات کف اقیانوسها و دریاها بندرت دارای منشأ واحد هستند و در بیشتر مواقع مخلوطی از رسوبات تخریبی و زیستی به همراه مقدار ناچیزی رسوبات در جا می باشد و در واقع محیطهای دریایی متفاوت، رسوبات متفاوتی دارند که این رسوبات شرایط محیط رسوبی حال و گذشته را در خود ثبت و حفظ می کنند.

در یک پروفیل از ساحل به مناطق عمیق یک محیط اقیانوسی به نواحی فلات قاره

(Continental Shelf)، شبه قاره (Continental slop)، خیز قاره (Continental rise)،

کف مناطق عمیق اقیانوسی (Ocean-floor deep) طبقه بندی می گردد. (Wilson 1975)

- مناطق فلات قاره تقریباً 9 درصد از کل اقیانوس ها و حدود 15 درصد از کل رسوبات اقیانوسی را شامل می گردند. متوسط ضخامت رسوبات در این نواحی 2/5 کیلومتری باشد.
- مناطق شیب قاره تقریباً 6 درصد از کل اقیانوسها و حدود 41 درصد از کل رسوبات اقیانوسی را شامل می گردند. متوسط ضخامت رسوبات در این نواحی حدود 9 کیلومتر می باشد.
- مناطق خیز قاره تقریباً 6 درصد از کل اقیانوس ها و حدود 31 درصد از کل رسوبات اقیانوسی را شامل می گردند. متوسط ضخامت رسوبات در این نواحی 8 کیلومتری باشد.
- کف مناطق عمیق اقیانوس ها تقریباً 78 درصد کل اقیانوسها و حدود 13 درصد از کل رسوبات اقیانوسی را شامل می گردد. ضخامت رسوبات در این نواحی حدود 6 کیلومتری باشد.

بررسی رسوب شناسی مناطق مورد مطالعه با برداشت نمونه آغاز می شود برای این منظور شبکه نمونه برداری منطقه را بطور سیستماتیک با توجه به هدف و تغییرات موجود در محیط تعیین می گردد به عنوان مثال اگر شبکه نمونه برداری را به فواصل 5 کیلومتر تعیین کنیم ولی در آن منطقه مثلاً یک ریف مرجانی باشد برای تعیین ابعاد ریف شبکه را فشرده تر می کنیم.

نمونه برداری رسوبات خشکی هم یا سیستماتیک است که اگر در آن هدف تهیه نقشه باشد با توجه به مقیاس نقشه نمونه برداری صورت می گیرد و یا نمونه برداری لیتولوژیک می کنیم بطوریکه تمام واحدهای رسوب شناسی در مقطع تیپ (رخنمون) وجود داشته باشد.

در سواحل و در خورها و یا کانال های جزرومدی و دهانه رودخانه ها نمونه برداری بر اساس تغییرات لیتولوژیک می باشد ولی شبکه نمونه برداری در رودخانه را ابعاد رودخانه تعیین می کند.

حفاریهای تحقیقاتی بمنظورهای گوناگون مانند مطالعات پوسته زمین، مطالعات ژئوترمال و .... صورت می گیرد. حفاری های رسوب شناسی نیز در این گروه قرار می گیرند.

در حفاری های رسوب شناسی، تنها نمونه ها و مغزه های تهیه شده برای مطالعات مورد استفاده قرار می گیرند و چاههای حفر شده در مطالعات رسوب شناسی کاربردی ندارند.

مطالعه رسوبات نرم بستر حوضه های آبی مانند اقیانوسها، دریاها و دریاچه ها از آنجایی که این رسوبات در بر گیرنده توالی زمانی فرایندهای رسوبی و معرف شرایط رسوبگذاری در حوضه رسوبی می باشند و می توانند تاریخچه تکامل حوضه را بازسازی نمایند ارزشمند است و به روشهای گوناگون از این رسوبات نمونه برداری صورت می گیرد.

## 2- روشهای نمونه برداری رسوبات دریایی برای مطالعات رسوب شناسی:

الف - نمونه برداری سطحی از رسوبات توسط نمونه گیرهای گرب

ب - نمونه برداری از رسوبات توسط مغزه گیرهای گراویتی و پیستونی

ج - نمونه برداری از رسوبات توسط مغزه گیرهای لرزشی و دورانی

د - نمونه گیری از رسوبات معلق دریاها و رودخانه ها

برای برداشت و مطالعه رسوبات دریایی و از تجهیزات و دستگاههای پیشرفته استفاده می شود که از

معمولترین این روشها و دستگاههای مربوط به نمونه برداری میدانی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

### 1-2 نمونه برداری از رسوبات سطحی توسط نمونه گیرهای گرب:

1- روش Grab sampling است که در این روش دستگاه نمونه گیر (Van veen Grab) به

کف دریا فرستاده می شود که می تواند مقداری از رسوبات کف بستر را با همراه خود بیاورد.

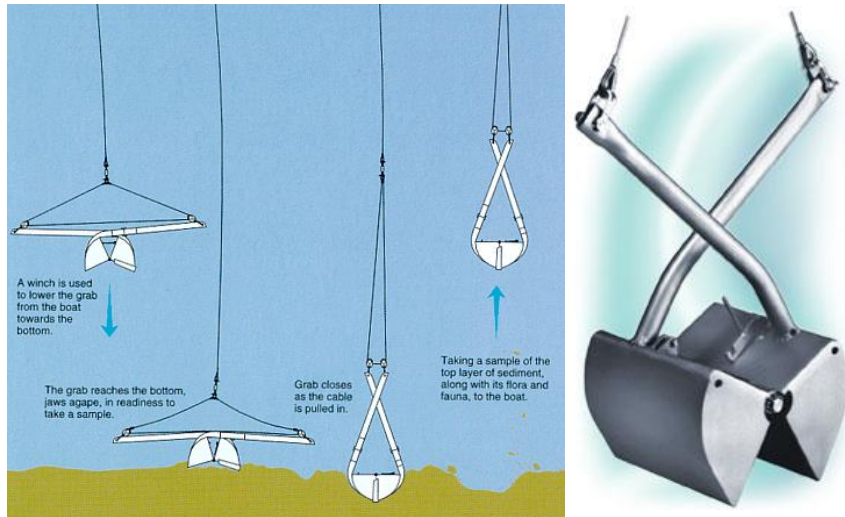
این وسیله دارای اهرم هایی است که جهت نمونه برداری توسط کابل های فلزی مرتبط به آن

و از روی عرشه کشتی باز و بسته می شود عمق برداشت رسوب در این روش کم بوده و

حداکثر به چند ده سانتی متر می رسد در صورتی که هدف تنها بررسی کلی رسوبات و

مجموعه فسیلی باشد کارائی دارد ولی عیب این روش آن است که ساختمان رسوبی را از بین

برده و رسوبات را مخلوط می نماید. (شکل 1-7)



شکل 7-1 دستگاه نمونه گیر Van veen Grab

(برگفته از 1994 macknight . mudroch)

## 2-1-2: Birge-Ekman grab sampler

این نمونه گیر دارای دو سایز است. سایز کوچک آن برای نمونه گیری از رسوبات نرم و دانه ریز و

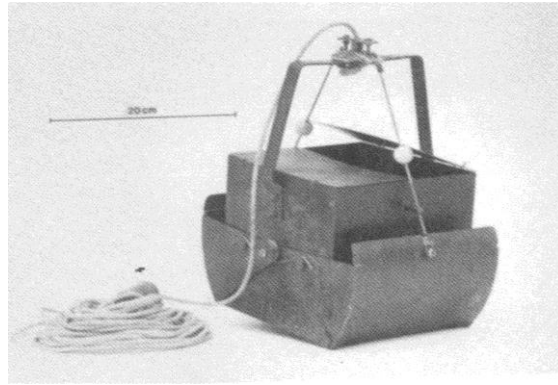
رسوبات در حد سیلت و ماسه ریز استفاده می گردد. (شکل 8-1)

در اندازه کوچک آن عمق نمونه ها تا 10 cm است.

سایز بزرگتر این نمونه گیر برای نمونه گیری از رسوبات دانه درشت تر مانند گراول ، پوسته فسیل ها و

یا تکه های چوب از بستر دریاها و رودخانه ها استفاده می گردد.

عمق نمونه ها تا 30 cm است.



شکل 1-8 دستگاه نمونه گیر Birge-Ekman

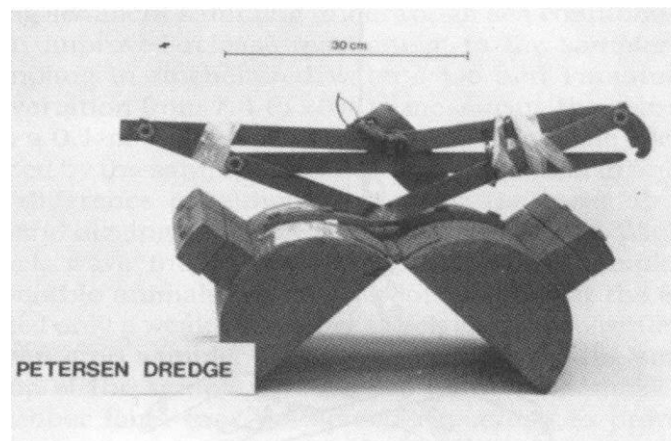
(برگفته از 1994 mudroch . macknight)

### 3-1-2 Peterson grab sampler :

از این نمونه گیر برای نمونه برداری از مواد و رسوبات سخت شده بستر از قبیل ماسه، مارل، گراول و رسهای بهم چسبیده و سخت شده استفاده می گردد.

عمق نمونه ها تا 30 cm است.

ممکن است در های این نمونه گیر بطور کامل به هنگام نمونه گیری بسته نشود. (شکل 1-9)



شکل 1-9 دستگاه نمونه گیر Peterson

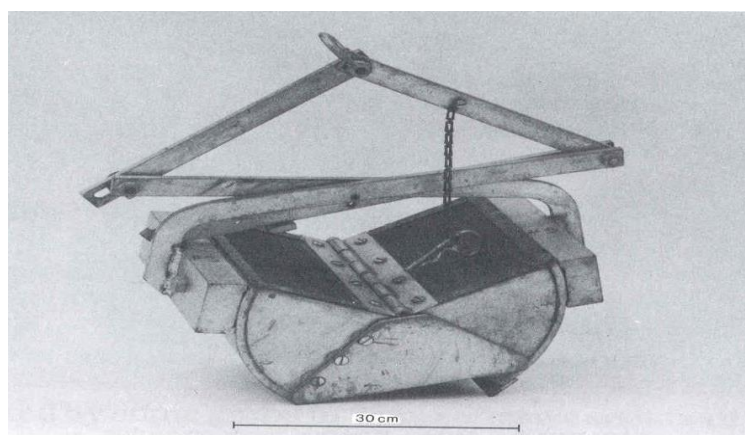
(برگفته از 1994 mudroch . macknight)



## 4-1-2: Ponar grab sampler

این نمونه گیر قادر است از اغلب تپه‌های رسوبات مانند رسوبات نرم و دانه ریز تا مواد ماسه ای و رسوبات رسی سخت شده در هر دو محیط آب شیرین و محیط دریایی نمونه برداری کند. عمق نمونه ها تا 10 سانتی متر است.

اگر نمونه ها کاملاً سست و آبکی باشد، احتمال دارد بدلیل عدم بسته شدن کامل در آن بخشی از رسوبات بهنگام تهیه نمونه از نمونه گیر خارج شود. (شکل 10-1)



شکل 10-1 دستگاه نمونه گیر Ponar

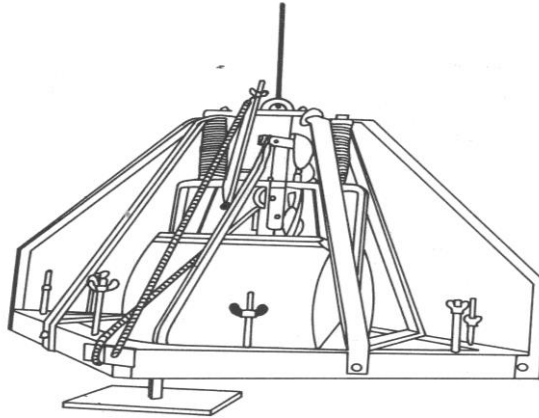
(برگرفته از 1994 macknight . mudroch)

## 5-1-2: Smith-McIntyre Grab Sampler

این نمونه گیر برای نمونه برداری از رسوبات نرم، دانه ریز تا ماسه و در کل برای نمونه برداری از رسوبات نرم بستر دریاها طراحی شده است.

بدلیل سنگین بودن نیازمند کشتی بزرگ و وینچ است. عمق نمونه های برداشتی تا 20 سانتی متر است.

(شکل 11-1)

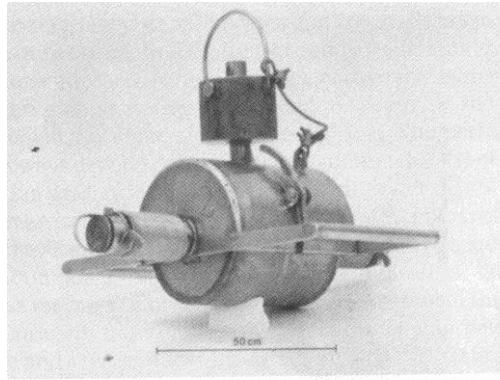


شکل 1-1 دستگاه نمونه گیر Smith-McIntyre

(برگفته از 1994 macknight . mudroch)

#### 6-1-2: Shipek grab sampler

این نمونه گیر دارای دو سایز کوچک و بزرگ است. سایز کوچک این نوع گرب دارای 5 کیلو وزن بوده و حجم نمونه های برداشتی در این روش کم است. این نمونه گیر که ساخت کاناداست برای اولین بار در دریاچه های داخلی کانادا مورد استفاده قرار گرفته است. این نمونه گیر برای رسوبات نرم و دانه ریز طراحی شده است. وسایز بزرگتر این نمونه گیر (استاندارد) قابلیت نمونه گیری از رسوبات سخت شده از قبیل رسوبات ماسه ای سخت شده، رسوبات رسی یخچالی و دریاچه ای و نیز تیل ها را داراست. این نمونه گیر بدلیل وزن بالای خود نیازمند وینچ است. (شکل 1-12)



شکل 1-12 دستگاه نمونه گیر Shipek

(برگرفته از 1994 . macknight . mudroch)

### ب- نمونه برداری از رسوبات توسط مغزه گیرهای گراویتی و پیستونی

1- روش Gravity core: در این روش دستگاه تهیه مغزه با توجه به وزن بسیار زیاد آن و در اثر نیروی ثقل به سمت کف دریا رها می گردد و پس از فرو رفتن در رسوبات نرم از رسوب پر شده و در نهایت می تواند توالی زمان رسوبات را در اختیار محققین قرار دهد. در این روش چون عامل فرورفتن مغزه گیر در رسوبات وزن آن است با افزایش وزن دستگاه می توان توالی رسوبی کاملتری را تهیه کرد. این روش ساده ترین روش تهیه مغزه از رسوبات است. (شکل 1-13)

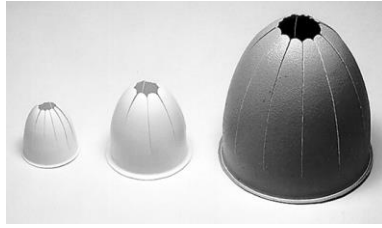


شکل 1-13 دستگاه مغزه گیر Gravity

(برگفته از 1994 mudroch . macknight)

تکنیک دستگاههای مغزه گیر گراویتی ساده بوده و از قسمتهای زیر تشکیل شده است:

1- core catcher که در قسمت نوک دستگاه مغزه گیر قرار دارد و دارای انواع متنوعی از قبیل دریچه ای و دیافراگمی است. متداولترین نوع آن یک تسمه فلزی پره دار است که پس از پیچیده شدن حول استوانه ای شبیه به دیافراگم دوربین می شود می توان گفت که وظیفه core catcher اجازه عبور یک طرفه رسوبات به داخل لوله PVC است به شکلی که پس از اتمام کار نمونه برداری و بسته شدن، اجازه خروج رسوبات را ندهد. (شکل 1-14)



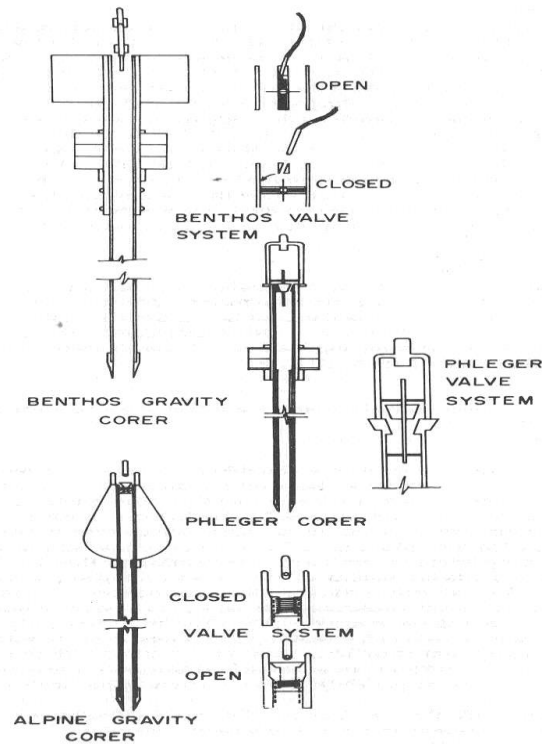
شکل 14-1 core catcher

(برگرفته از 1994 mudroch . macknight)

2- بدنه اصلی فلزی (یک یا دو لوله فلزی یک متری با قابلیت جدا شدن)

3- لوله های نمونه گیر pvc که در درون بدنه اصلی قرار می گیرند

4- در دستگاههای مغزه گیر پیستونی، وزنه در بالای دستگاه در داخل بدنه اصلی فلزی پیستونی تعبیه شده است.



شکل 15-1 دستگاههای مغزه گیرهای گراویتی Phleger, Benthos & Alpine بادیچه های مربوطه

(برگرفته از 1994 mudroch . macknight)

## بخشهای اصلی مغزه گیرهای گراویتی

مغزه گیرهای گراویتی بر اثر وزن خود در داخل رسوبات وارد می شوند و پس از نمونه گیری توسط کابل به بیرون کشیده می شوند.

حداکثر عمق مغزه های تهیه شده در این روش تا 2 متر است.

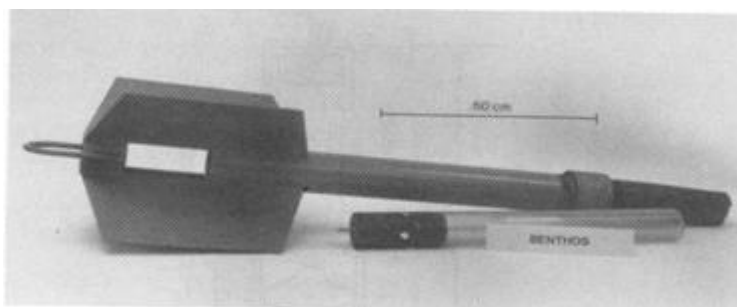
این مغزه گیرها بدلیل وزن بالایی که دارند، منجر به فشردن رسوبات می گردند. به همین دلیل نمونه های این مغزه گیرها برای مطالعات بافت رسوبات کاربرد چندانی ندارند.

این مغزه گیرها انواع مختلفی دارند. مانند: Phleger, Benthos & Alpine (شکل 1-15)

### 2 - Benthos Gravity Corer:

این مغزه گیر برای نمونه گیری از رسوبات نرم و دانه ریز تا عمق 3 متر طراحی شده است. این مغزه گیر نیز منجر به متراکم شدن رسوبات می گردد و بافت رسوبات به هم می خورد

(شکل 1-16)



شکل 1-16 دستگاه مغزه گیر Benthos

(برگرفته از 1994 mudroch . macknight)

### :Alpine Gravity Corer-3

این مغزه گیر گراویتی قابلیت مغزه گیری از رسوبات نرم ودانه ریز تا رسوبات دانه درشت تر ماسه ای و گراولی و حتی رسوبات رسی سخت شده و کربناته‌های بهم پیوسته تازه را دارد.(شکل 1-17) طول مغزه های این نمونه گیر تا 2 متر می باشد. این نمونه گیر به دلیل وزن بالا منجر به متراکم شدن رسوبات می گردد.

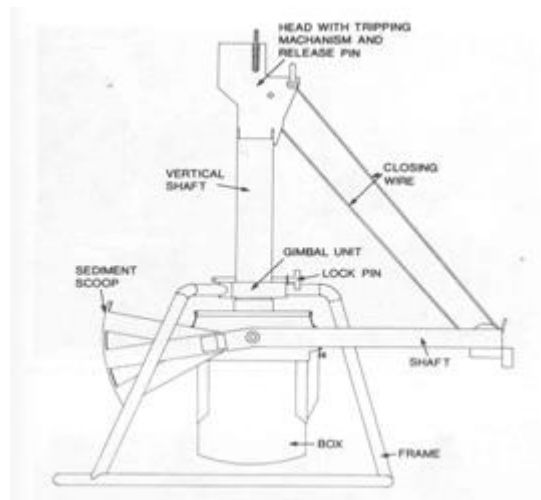


شکل 1-17 دستگاه مغزه گیر Alpine

(برگرفته از 1994 mudroch . macknight)

### :Box Corer-4

این مغزه گیر نیز از نوع گراویتی است که قطر تیوپ داخلی آن که مغزه در آن قرار می گیرد بسیار بزرگ می باشد. این مغزه گیر مجموعه بزرگی از رسوبات را بصورت مغزه برای مطالعات زمین شناسی و زیست شناسی تهیه می کند. این مغزه گیر قابلیت مغزه گیری از اعماق مختلف و تپه‌های مختلف رسوبات را دارا است.(شکل 1-18) طول مغزه های این نمونه گیر تا 80 سانتیمتر است. نیازمند کشتی های بزرگ، سنگین با وینچ بسیار قوی است.



شکل 1-18 دستگاه مغزه گیر Box

(برگفته از 1994 mudroch . macknight)

پس از تهیه نمونه از بستر دریا ، تیوپهای مخصوص مغزه در داخل این رسوبات وارد می شود و

مغزه های مختلف در اندازه ها و قطرهای مختلف می توان تهیه نمود(شکل 1-19)



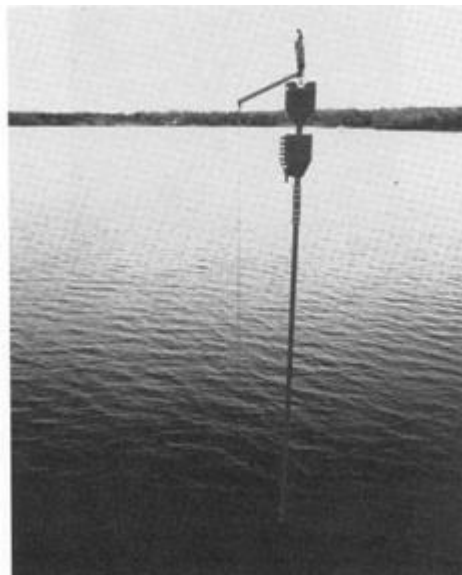
شکل 1-19 طرز مغزه گیری از رسوبات توسط دستگاه مغزه گیر Box

(برگفته از 1994 mudroch . macknight)



## 5- Piston core :

این مغزه گیر جهت مغزه گیری از بستر دریا تا عمق 4 متری بکار می رود و توالی رسوبی کاملتری را ارائه می دهد، اگر چه برای اجرا احتیاج به کشتی های تحقیقاتی بسیار مجهز است. گاهی دستگاههای مغزه گیر پیستونی توسط دستگاههای مغزه گیر گراویتی همراه اند. در این حالت پس از برخورد مغزه گیر گراویتی به کف رسوبات، و در اثر آزاد شدن اهرم نگهدارنده مغزه گیر پیستونی نیز رها شده و دو مغزه به صورت توأم گرفته می شوند. در این شرایط مغزه گیر گراویتی فاصله کمتری از کف دریا دارد زودتر به بستر اصابت می کند، تا پاره شدن اهرم نگهدارنده شرایط را برای تهیه مغزه به روش پیستونی ایجاد کند (شکل 1-20)



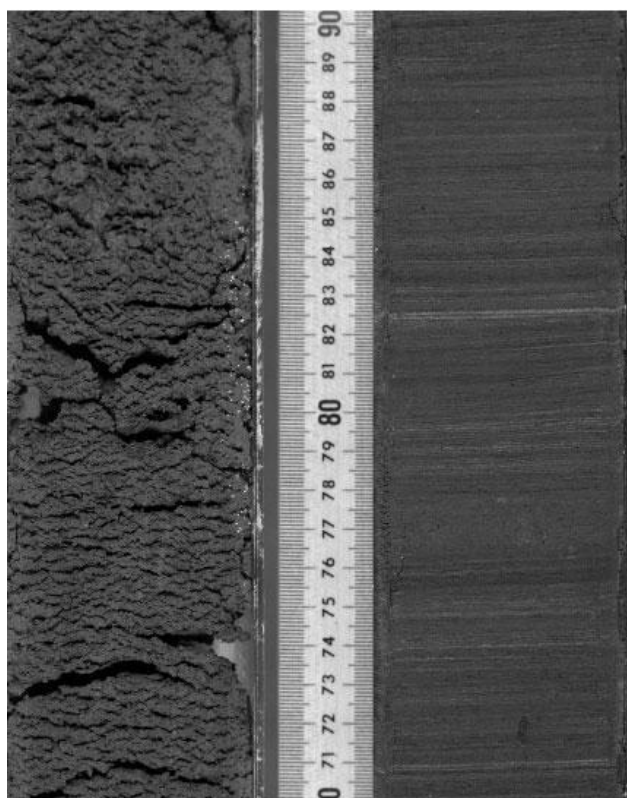
شکل 1-20 دستگاه مغزه گیر Piston Corer در حال فرستاده شدن به دریا برای مغزه گیری

(برگرفته از 1994 . macknight . mudroch)

ج- نمونه برداری از رسوبات توسط مغزه گیرهای لرزشی و دورانی

## 1- Rotary core :

این مغزه گیرها به روش حفاری چرخشی عمل می کنند که قادر به تهیه نمونه از اعماق بسیار زیاد می باشد، این روش از معمول ترین شیوه ها جهت پی جویی و اکتشاف منابع نفت و گاز در کف دریا است و در شرایط ویژه و بنا به ضرورت مورد استفاده دارد. عیب این متد ایجاد به هم ریختگی در ساختمان رسوبات است. (شکل 1-21)



شکل 1-21 مقایسه مغزه های برداشت شده به دو روش Pistone (نمونه سمت راست) و Rotary (نمونه سمت چپ) توجه شود که

در روش Rotary ساختمان رسوبی کاملاً بهم ریخته است.

(برگرفته از mudroch . macknight 1994)

## : Vibratory Corers-2

این مغزه گیر بر خلاف مغزه گیرهای دورانی با استفاده از مکانیسم لرزش نمونه گیری می کند. این مغزه گیر برای تهیه مغزه از رسوبات نرم موجود در بستر دریاها و رودخانه ها و نیز رسوبات سست و آبکی سواحل مورد استفاده قرار می گیرد.

مزیت این مغزه گیر نسبت به مغزه گیرهای دورانی در این است که بهره وری مغزه در این روش

بدلیل عدم استفاده از آب به هنگام حفاری بسیار بالاست (%95)

همچنین در این روش ساخت و بافت رسوبات دست نخورده می ماند که در مطالعات رسوب

شناسی و چینه شناسی بسیار حائز اهمیت است. (شکل 1-22)

انواع مغزه گیرهای لرزشی عبارتند از: 1- مغزه گیر الکتریکی 2- هیدرولیک 3- پنوماتیک

انواع مختلف این مغزه گیرها کاربردهای متفاوتی دارند.

این مغزه گیر می تواند تا 300 متر زیر آب مغزه های 33 فوتی (12 متری) تهیه نماید.

این مغزه گیر نیازمند کشتی های متوسط تا بزرگ با وینچ قوی می باشد.



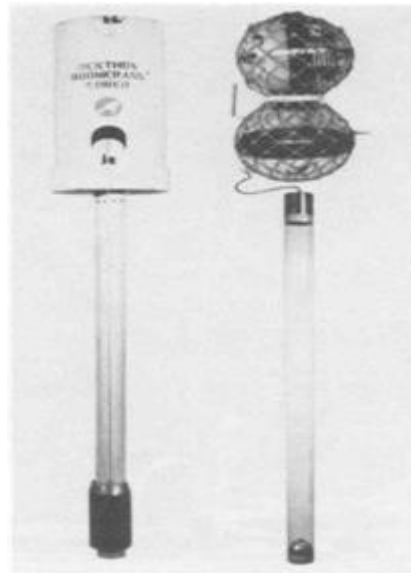
شکل 1-22 دستگاه مغزه گیر Vibratory

(برگرفته از mudroch . macknight 1994)

### Boomerang Corer-3:

این مغزه گیر بصورت سقوط آزاد از داخل کشتی وارد آب دریا می شود. در واقع این مغزه گیر بدون استفاده از کابل وارد دریا می گردد. مغزه گیر دارای دو وزنه تعادلی است. یکی از وزنه ها دارای 75 kg وزن است که منجر می شود مغزه گیر وارد رسوب شود. پس از نمونه گیری این وزنه 75 Kg از مغزه گیر جدا می شود و وزنه تعادلی دیگر منجر می شود مغزه به بالای آب بیاید.

- این مغزه گیر قابلیت مغزه گیری تا 120 cm را دارد.
- این مغزه گیر بدلیل مکانیزم ویژه خود نیازمند ستون آب (عمق) بالاست. (شکل 1-23)



شکل 1-23 دستگاه مغزه گیر Boomerang

(برگفته از 1994 macknight . mudroch)

در مدیریت دریایی برای گرفتن مغزه در مناطق کم عمق که کثرت های کوچک و وینج های ضعیف تر وجود دارد از روش Gravity core و در مناطق عمیق با کشتی های بزرگ، وینج ها و وایرهای قوی از روش piston core استفاده می شود.

## فصل دوم

روش های آماده سازی نمونه های رسوبی جهت مطالعات

آزمایشگاهی

## آماده سازی نمونه ها:

بخش عمده ای از مطالعات رسوب شناسی در آزمایشگاه ها صورت میگیرد پس از انتقال رسوبات از دریا به آزمایشگاه نمونه رسوب برداشت شده توسط گرب به چهار قسمت تقسیم میگردد. یک بخش جهت آزمایشات ژئوشیمیایی یک بخش برای آنالیز اندازه ذرات و مورفومتری و مورفوسکوپی رسوبات و تعیین پارامترهای آماری و یک بخش برای شستشو و آماده سازی برای مطالعه فرامینفرها و بخشی نیز برای ذخیره سازی به انبار منتقل میشود تا در صورت لزوم تکرار آزمایشات و یا سایر کار بردها از آنها استفاده شود. بطور کلی این آزمایشات به آنالیزهای ژئوشیمیایی، آنالیز اندازه دانه ها و مورفومتری و مورفوسکوپی رسوبات مطالعات میکروفسیلها و تهیه مقاطع نازک و رنگ آمیزی تقسیم میگردد.

رسوباتی که توسط گرب برداشت می شوند در عرشه کشتی درون کیسه نایلونهایی که روی آنها شماره نمونه با ماژیک ضد آب (water proof) نوشته شده است خالی می گردد و بمدت 48 ساعت در یک محل ثابت باقی می ماند تا آب داخل نایلون صاف شود و رسها ته نشین گردد. سپس آب صاف بالای کیسه ها را خارج کرده و نمونه ها پس از تهیه لیست به آزمایشگاه تحویل می گردد. در مورد مغزه ها رسوب برداشت شده توسط مغزه گیر که درون لوله پولیکا می باشد ثابت می گردد تا نمونه درون لوله جابجا نشود و بهم ریختگی در ساختمان رسوبات ایجاد نشود.

برای اینکار می توان با کاغذ آلومینیومی یا پلاستیک فضای خالی مغزه را پر نمود یا از پارافین مذاب برای ثابت نگهداشتن رسوبات درون لوله استفاده کرد ولی چون پارافین وارد خلل و فرج رسوبات می شود بهتر است از این ماده استفاده نگردد.

مطالب گردآوری شده زیر در مورد مغزه ها خلاصه ای از سخنرانی های ارائه شده در کارگاه آموزشی نحوه تهیه اسلب از مغزه های دریایی می باشد که توسط دکتر سعید خدابخش عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان، در محل مدیریت دریایی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارائه شده است و کارگاه آموزشی مطالعات پالئوکلیمیاتولوژی با کمک مغزه های دریایی که توسط دکتر راضیه لک معاون مدیریت زمین شناسی دریایی در مرکز پژوهشهای کاربردی زمین شناسی کرج ارائه گردیده است.

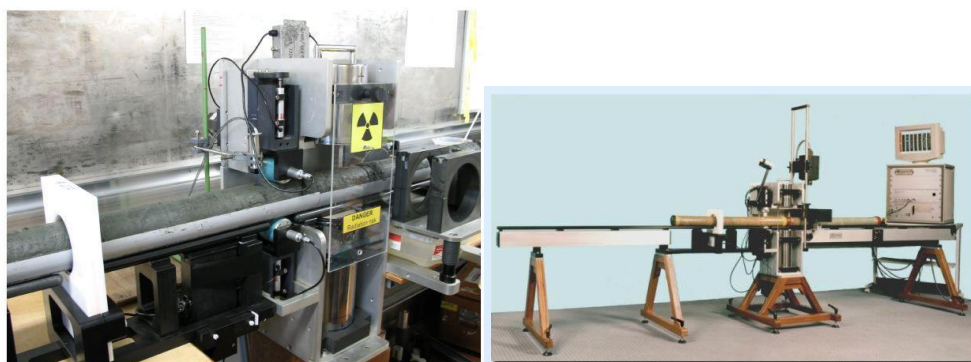
### روش آماده سازی مغزه:

پس از تهیه مغزه از رسوبات نهشته شده در محیطهای دریایی، احتیاج به روشهای بسیار دقیق و حساس برای بررسی آنها و تعیین توالی زمانی حوادث و در نهایت تکمیل تاریخچه رسوبگذاری حوضه و تفسیر محیط رسوبی می باشد. در نهایت پس از تهیه مغزه و حمل آنها به عرشه کشتی یا آزمایشگاه ها موارد زیر صورت می گیرد:

- استفاده از دستگاه core logger و گرفتن لاگ (log)
- دو نیم کردن core cutter (مغزه فعال و مغزه با گیانی)
- شماره گذاری نمونه و تعیین بالا و پایین مغزه و ثبت اسم پروژه و اسم منطقه و تاریخ نمونه برداری و عمق مغزه
- توصیف مغزه ها، تهیه smeaslide
- تهیه عکسهای دیجیتالی با رزولوشن بالا
- تهیه Sub Sample
- تهیه اسلب و پوشاندن مغزه توسط سلفون



شکل 1-2 برش مغزه



شکل 2-2 دستگاه core logger

### کاربرد مغزه :

مغزه های رسوبی جهت اهداف بسیار متنوعی مورد مطالعه قرار می گیرند که مهمترین آنها از دیدگاه

زمین شناسی دریائی عبارتند از:

تفکیک واحدهای رسوبی و تفسیر محیط رسوبگذاری از طریق مطالعه بافت، ساختمان و ویژگی های

رسوبی، محتوی فسیلی و ...

تعیین سن مطلق رسوبات به روش رادیوکربن یا روشهای مشابه.



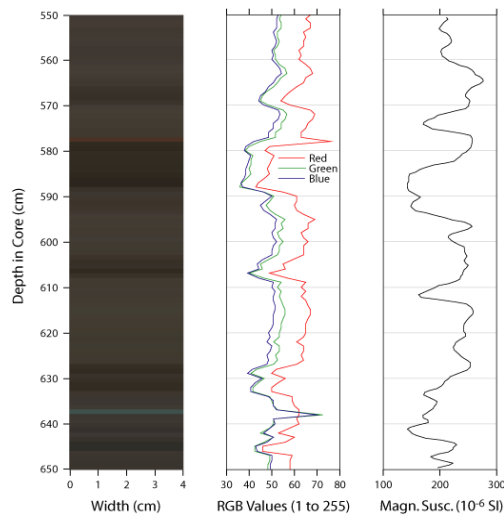
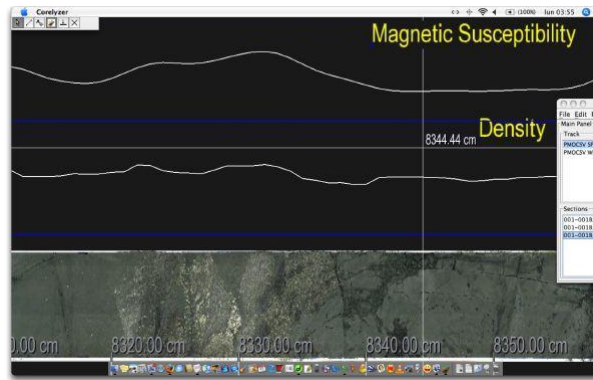
تفسیر ژئوشیمیائی محیط مانند تعیین Eh , Ph، شوری آب بین منفذی، میزان مواد ارگانیکی و فراوانی عناصر تشکیل دهنده.

تعیین میزان Productivity، تغییرات درجه حرارت، شواهد آب و هوای دیرینه، جغرافیا و اکولوژی دیرینه و تشخیص فرایند های رسوبی از قبیل جریان های دریایی

از آنجا که بسیاری از خواص نمونه های رسوبی پس از انتقال از دریا به درون کشتی به سرعت تغییر پیدا می کنند، لازم است که بعضی از آزمایشات مورد نظر برای بررسی مغزه بلافاصله پس از نمونه برداری، در روی کشتی صورت بگیرد، به این گونه آزمایشها به اصطلاح On Board گفته می شود که اگر در انجام آنها تعللی صورت گیرد ممکن است نتایج به دست آمده از حالت نرمال فاصله داشته باشند.

### انواع روشهای کاری On Board روی کشتی:

1-تعیین قابلیت مغناطیسی یا (Magnetic Susceptibility) که توسط دستگاه Core Logger (شکل 2-2) صورت می گیرد. روش کار این دستگاه به این صورت است که مغزه را بر روی آن قرار می دهند و در اثر حرکت ثابت و یکنواخت مغزه به سمت جلو خواص مختلف اجزاء آن از جمله خواص مغناطیسی توسط دستگاه ثبت می گردد. با استفاده از دستگاه Core Logger می توان خواص دیگری از جمله میزان اشعه ی گامای ساطع شده از نمونه (Gamma Ray) و همچنین سرعت عبور موج P یا (P wave) را نیز اندازه گیری کرد. (شکل 2-3)



شکل 2-3 تعیین قابلیت مغناطیسی توسط دستگاه Core Logger

2- عکسبرداری با اشعه x (x Ray) برای تشخیص تغییرات بافت، ساختمان رسوبی، آشفستگی زیستی

و ... که در ادامه متن به آن‌ها اشاره خواهد شد

3- تعیین پارامترهای فیزیکی مانند قوام برشی Shear Strength و دیگر خواص ژئوتکنیکی نمونه.

4- تعیین رنگ به روش مستقیم و یا به روش غیر مستقیم و با استفاده از دستگاههای حساس نوری

Colorment Instrument با توانایی نمایش شدت روشنایی (0=سیاه و 100=سفید)

## انواع روشهای آزمایشگاهی :

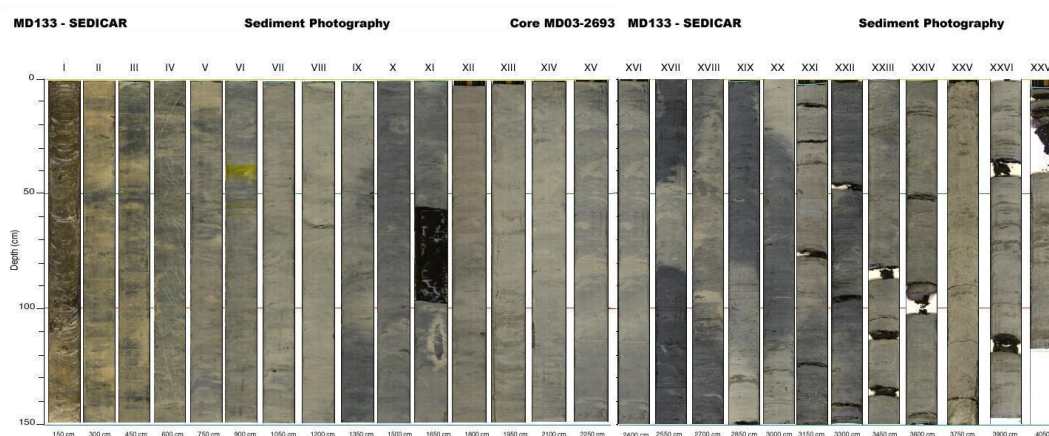
از سری آزمایشاتی که نیاز به انجام آنها به صورت **On Board** نیست می توان به موارد زیر اشاره کرد:

1- دانه بندی رسوبات و تعیین خصوصیات فیزیکی دانه ها از قبیل فرم، شکل و بافت سطح دانه

محاسبه پارامترهای آماری از قبیل جورشدگی، گردشگی، کرویت، همچنین بررسی و تعیین

درصد اجزاء به خصوص ذرات آواری پایدار و ناپایدار و همچنین ذرات کربناته.

2- تعیین توالی های رسوبی ( سیکلهای رسوبی ) ( شکل 2-4)



شکل 2-4 تعیین توالی های رسوبی (سیکلهای رسوبی)

3- مطالعات فسیل شناسی

4- تعیین سن رسوبات

5- عکسبرداری از ساختمان رسوبی و بافتهای رسوبی ریز مقیاس

6- مطالعات ژئوشیمی رسوبات

7- بررسی مواد آلی

8- بررسی فرآیندهای دیاژنتیکی

9- تعیین درصد کربناتها

### روش آماده سازی مغزه در آزمایشگاه

برای انجام آزمایشاتی از قبیل دانه بندی رسوبات و تعیین خصوصیات فیزیکی دانه ها از قبیل فرم، شکل و بافت سطح دانه و مطالعات فسیل شناسی و کربناتیمتری و همچنین آزمایشات تعیین سن (Dating) و مطالعات ایزوتوپها و تعیین درصد مواد آلی مغزه برداشت شده توسط دستگاههای مغزه گیر، در دمای 4 درجه سانتی گراد و در درون محفظه مخصوص (Cool room) نگهداری می شود. انتخاب دمای 4 درجه سانتی گراد به این جهت است که در دمای کمتر از 4 درجه سانتی گراد آب منفذی درون رسوبات یخ زده و این عمل باعث از بین رفتن ساختمانها و بافت رسوبی می گردد. همچنین در دماهای بالاتر از 4 درجه سانتی گراد احتمال تغییر شرایط فیزیکوشیمیایی نمونه وجود دارد. زیرا مطالعات نشان داده است که دمای آب نواحی عمیق اقیانوسی عهد حاضر در حدود 4 درجه سانتی گراد است.

پس از انتقال مغزه به آزمایشگاه آن را با دستگاه برش مغزه به دو نیمه مغزه فعال و مغزه بایگانی تقسیم می کنیم برای اینکار ابتدا لوله پولیکای در برگیرنده مغزه توسط دستگاه برش سنگ بریده می شود و سعی می گردد که قطعات پولیکا وارد رسوب نشوند و در هر صورت اگر وارد رسوب شد جدا می شود سپس با استفاده از تیغه نازک از جنس استیل ضد زنگ (stainless steel) که هیچگونه آلودگی در رسوب ایجاد نمی کند مغزه برش داده می شود به گونه ای که لامیناسیون و ساختمان موجود دچار بهم ریختگی نشود و بلافاصله نیم مغزه بایگانی را در سلفون پیچیده و بعد از شماره گذاری و ذکر مشخصات توسط ماژیک و اترپروف در درون Cool room در دمای چهار درجه سانتی گراد برای آیندگان نگهداری می گردد.

نیمه فعال مغزه که روی آن اسم پروژه - اسم منطقه - متر از و عمق نمونه و تاریخ نمونه برداری با ماژیک و اترپروف نوشته شده و برای محافظت بیشتر روی آن چسب شفاف چسبانیده شده را روی چارت سانتی متر قرار داده و قسمت بالای (Top) با فلشی مشخص می گردد البته چارت سانتی متر سفید رنگ انتخاب شده تا عکس مغزه ها وضوح بیشتری داشته باشد و با کمک دوربین عکاسی دیجیتال عکس را با رزولوشن بالا و بلافاصله قبل از اینکه از رطوبت مغزه کاسته شده و خشک شود و از کیفیت آن کاسته گردد تهیه می شود سپس توصیف مغزه نوشته و نمونه برداری انجام می گیرد.

### 1- روش تهیه نمونه (sub sample) از مغزه به منظور انجام آزمایشات مختلف:

روش تهیه نمونه به گونه ای صورت می گیرد که در طول مغزه ها هر جا تغییر رخساره مشاهده گردید یک نمونه تهیه شود. برای اینکار بعد از ذکر تمام مشخصات روی مغزه لایه سطحی آنرا به ضخامت 0.5 سانتی متر با تیغک پلاستیکی یکبار مصرف کنار زده تا بتوان از قسمت دست نخورده زیر آن نمونه برداری کرد. برای بررسی های دانه بندی و کلسی متری، می توان نمونه برداری را بصورت سیستماتیک و از هر 10 سانتی متر با استفاده از قاشق پلاستیکی یکبار مصرف یک نمونه حداقل در حدود 5 گرم تهیه نمود در همه موارد ضخامت رسوب در حدود 1 سانتی متر می باشد ( Valero - Graces,2000) روش آماده سازی نمونه ها و نحوه آزمایشات بر اساس دستورالعمل های ذکر شده توسط Lewis & Mc Conchie (1994) انجام می گردد. سپس از نمونه پودر تهیه گردیده و

آنالیزهای کانی شناسی و شیمیایی صورت خواهد گرفت. (e.g.Raab et.al.2000)

اگر آنالیز مواد آلی، تعیین سن (Dating) و تعیین مقادیر ایزوتوپ پایدار (Isotope) و مطالعات پالینولوژی نیز مدنظر باشد 2 سانتی متر از نمونه را بصورت پشت سر هم برداشت کرده و در ظرف شیشه ای ریخته و تمام subsample های برداشت شده از مغزه به آزمایشگاههای مختلف می ارسال

می گردد. برای دانه بندی ذرات بالای 63 میکرون از الک شیکر و ذرات زیر 63 میکرون از دستگاه دانه بندی لیزری در آزمایشگاه رسوب شناسی استفاده می شود و مورفوسکوپی و مورفومتری ذرات کانیهای هر فراکسیون توسط بینوکولر انجام می شود و همچنین فراکسیونهای یک میلی متر و 63 میکرون را برای مطالعه فرامنیفرها توسط بینوکولر مورد بررسی قرار می دهیم.

## 2- تهیه و آماده سازی slab

به منظور مطالعه ساختمان رسوبی و بافتهای رسوبی ریز مقیاس از رسوبات مغزه slab تهیه می گردد که روش تهیه و آماده سازی Slab در زیر توضیح داده شده است.

برای انجام روش رادیوگرافی رسوبات، باید ابتدا مغزه را برش داده و در جهت طولی به دو قسمت مساوی تقسیم کرد.

ساده ترین روش برای بهره گیری از تکنیک اشعه X در مطالعه بافت رسوبات استفاده از محفظه ای مناسب از جنس پلاستیک یا شیشه به نام Slab است. سایر ابزارهای مورد نیاز در این صورت شامل موارد زیر می باشد:

Spatool (کاردک مخصوص) - نخ پلاستیکی محکم - فیلم خام عکسبرداری - حروف سربی -

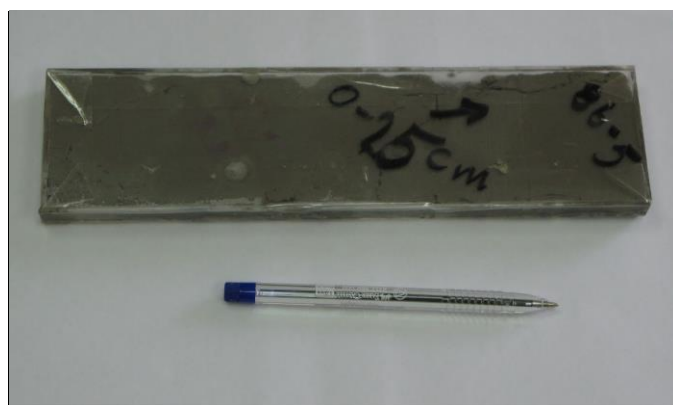
دستگاه رادیوگرافی - محیط کاملاً تاریک (تاریکخانه) و محلولهای ظهور و ثبوت فیلم.

در تهیه Slab قطر مغزه اهمیت زیادی دارد و همیشه باید Slab را به گونه ای طراحی کرد که عرض آن کمی از قطر لوله های PVC تهیه مغزه کمتر باشد. طول slab را نیز می توان در حدود 20 الی 25 سانتی متر در نظر گرفت.

بعد از برش دادن مغزه باید اسلب را بر روی قسمت مورد نظر که جهت مطالعات رادیوگرافی مد نظر می باشد قرار داد. این عمل ممکن است در تمام طول مغزه انجام بگیرد. بعد از قرار دادن Slab بر روی مغزه، شماره نمونه، عمق مغزه، پائین و بالای نمونه، تاریخ و توضیحات ضروری دیگر توسط

ماژیک Water Proof بر روی Slab ثبت میگردد و برای محافظت بیشتر روی آن چسب شیشه ای چسبانیده میشود. پس از قرار دادن Slab در مکان مورد نظر بر روی مغزه، شخص با انگشتان خود به گونه ای به آن فشار وارد می کند که اسلب در داخل مغزه فرو رفته و به طور کامل از آن پر شود (شکل 2-5).

نکته مهم در این مرحله آن است که باید دقت کرد که ساختمان رسوبی دچار به هم ریختگی نشود در مرحله بعدی توسط تکه ای نخ محکم پلاستیکی رسوب خارج از دهانه اسلب از رسوب درون آن به موازات لبه های Slab جدا می گردد، در صورتی که نمونه دارای گل فراوان باشد می توان بعد از برش توسط نخ پلاستیکی از Spatool برای راحتتر کردن کار استفاده کرد. در این مرحله می توان برای تسریع در کار به نمونه کمی آب مقطر اضافه کرد. بعد از انجام این مرحله می توان Slab را از روی نمونه مغزه برداشت و به طور جداگانه مورد بررسی قرار داد.



شکل 2-5 اسلب تهیه شده جهت مطالعات رادیوگرافی

در پایان باید در پوش اسلب را به گونه ای بر روی آن قرار داده و لبه های آن را با چسب نواری شفاف به Slab محکم کرد که رسوب در اثر جابجایی و تکان دادن به هم نریزد. خصوصیت خوب اسلب تهیه شده آن است که می تواند خصوصیات مغزه را به طور کامل در محل نمونه برداری آشکار سازد.

### 3- رادیوگرافی و عکس برداری از مغزه :

امروزه به منظور مطالعه دقیق ، جزئی و بهتر مغزه های رسوبی از تکنولوژی استفاده بسزائی می شود ، نمونه بارز این قضیه استفاده از تکنیک اشعه X در تشخیص بافت و Texture ریز مقیاس رسوبات و همچنین تشخیص لامینه های رسوبی ، مطالعه آشفته گی زیستی و . . . است . مطالعه به وسیله اشعه X ثابت کرده است که حتی در رسوبات بسیار دانه ریز از قبیل گل سنگ ها نیز لامینه های رسوبی خیلی ظریفی وجود دارند که در صورت تشخیص درست می توانند در بررسی محیط رسوبی و فرایندهای رسوبگذاری حائز اهمیت باشند .

یکی از روشهایی که به وسیله آن می توان این خصوصیات رسوبات را با دقت قابل قبولی مورد مشاهده قرار داد استفاده از یک توالی رسوبی فاقد بهم ریختگی است که تحت تابش اشعه X قرار گرفته و خصوصیات رسوب را نمایان می کند .

برای تهیه عکس و رادیوگرافی از نمونه ، اپراتور تکه ای کاغذ حساس به اشعه X را در زیر نمونه داخل Slab قرار می دهد و حروف سربی و علائم مخصوص را بر روی لبه بالائی کاغذ قرار می دهد. باید توجه داشت که کاغذ مورد نظر، کمی بزرگتر از ابعاد Slab در نظر گرفته شود و دارای فضای کافی برای قرار دادن حروف سربی باشد .

حال در صورتی که از بالا اشعه X با خصوصیات معین به Slab تابیده شود تصویر رادیوگرافی شده از رسوبات و اجزاء فسیلی داخل Slab بر روی کاغذ مورد نظر نقش می بندد . (نمونه های انجام شده از این کار در گزارش به صورت پیوست موجود می باشد).



باید اشاره شود که سه پارامتر ذیل مهم در دستگاه های تولید اشعه X اهمیت دارد:

الف) شدت جریان بر حسب mA (میلی آمپر)

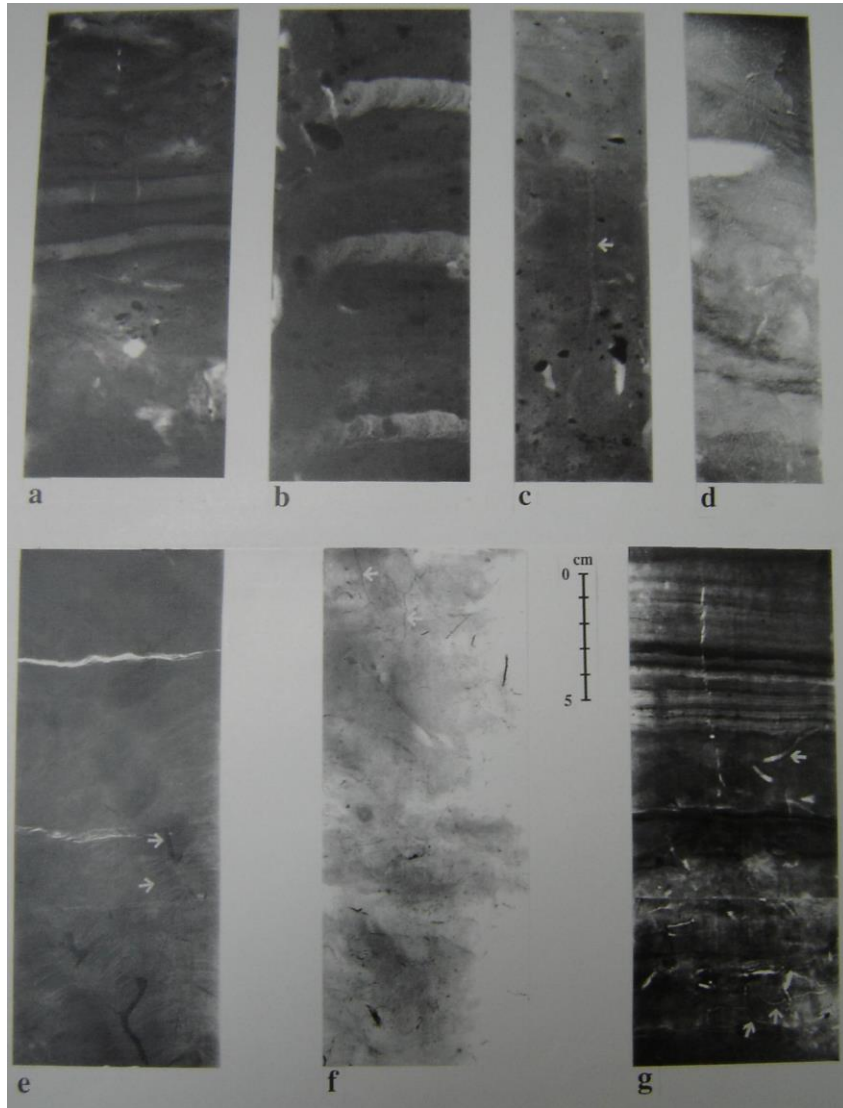
ب) ولتاژ بر حسب kv (کیلوولت)

ج) زمان بر حسب ثانیه S

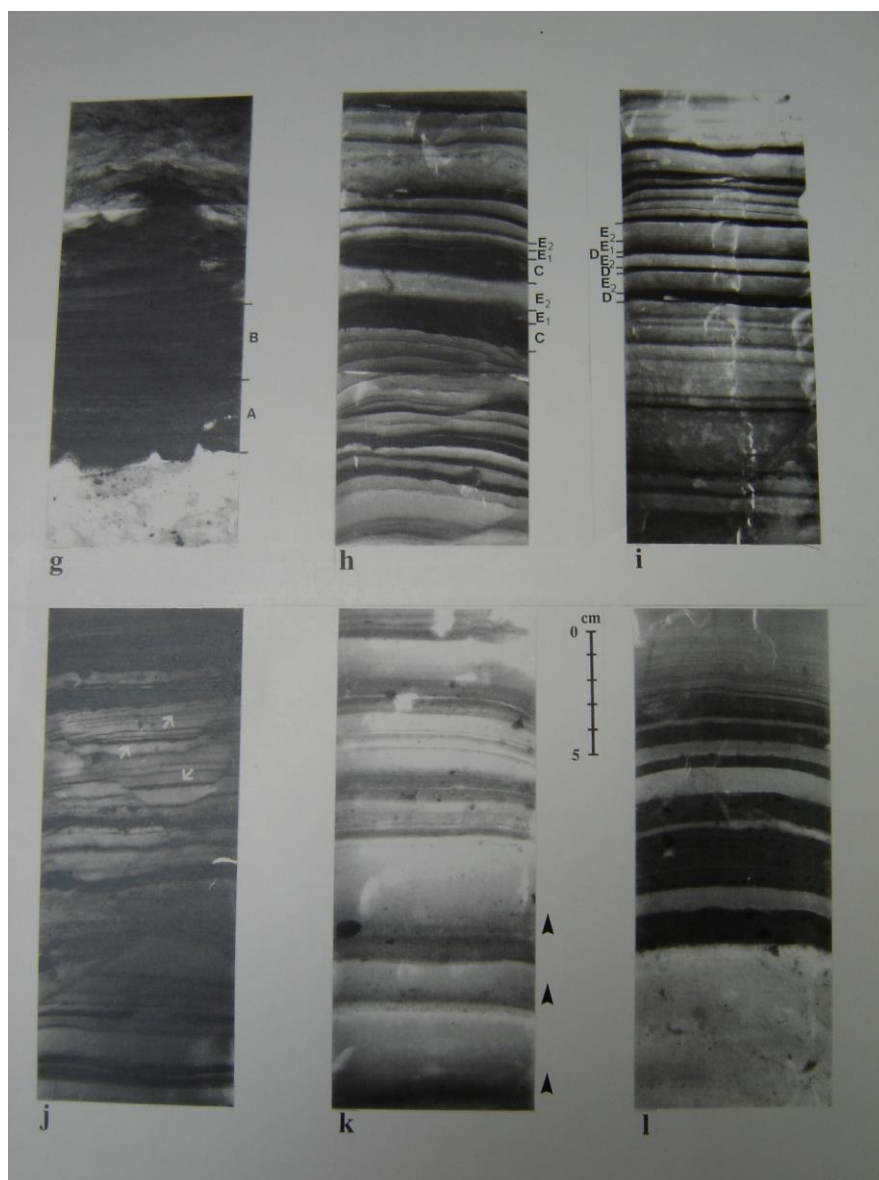
این مرحله را با چند بار آزمون و خطا و همچنین کم و زیاد کردن شدت اشعه X می توان به درستی انجام داد .

فرآیند تشکیل تصویر بر روی کاغذ رادیوگرافی به این صورت است که با برخورد اشعه به سطح رسوبات ، هر طیف رسوبی نور را به شیوه خاص و متفاوت از دیگر قسمت های رسوبات از خود عبور می دهد . باید توجه داشت که شدت اشعه تابیده شده به نمونه داخل Slab باید کاملاً حساب شده باشد زیرا زیاد و کم شدن اشعه تابیده شده می تواند در وضوح و کیفیت تصویر ایجاد شده تأثیرگذار باشد . باید اضافه شود که شدت اشعه جذب شده توسط کاغذ رادیوگرافی با ضخامت رسوب داخل Slab نیز رابطه معکوس دارد و نباید قطر رسوب در داخل Slab از حد مجاز بیشتر یا کمتر در نظر گرفته شود (ضخامت Slab در حدود 1 سانتی متر پیشنهاد می گردد)

فیلم رادیوگرافی شده را می توان با استفاده از محلول های ظهور و ثبوت و یا با روش های مورد استفاده در لابراتوار های عکسبرداری چاپ کرد و از نمونه رسوب مورد نظر عکس تهیه کرده و به کمک آن نمونه را مورد تجزیه و تحلیل رسوب شناسی قرار داد. (شکل 2-6)



الف



ب

شکل 2-6 عکس های تهیه شده از فیلم رادیو گرافی شده از نمونه رسوب داخل اسلب (الف و ب)

این روش را می توان برای تمام طول مغزه به کار برد و از مغزه یک توالی رادیوگرافی شده تهیه کرد. استفاده از این تکنیک ساده ، دقیق و حساس است و با توجه به هزینه نسبتاً پایین می تواند در مطالعه مغزه های رسوبی به سادگی مورد استفاده قرار گیرد.

## روش آماده سازی نمونه های برداشت شده توسط گرب:

الف- روش آماده سازی نمونه برای کربناتی متری و آزمایشات ژئوشیمی:

نمونه به چهار قسمت تقسیم می شود و یک قسمت را درون آون خشک کرده و به نمونه کوبی ارسال می شود تا از نمونه پودر 200 مش (75 میکرون) (شکل 2-7) تهیه گردد سپس یک ظرف از پودر نمونه برای آزمایشات کربناتی متری به آزمایشگاه رسوب شناسی برگردانده می شود و یک ظرف دیگر برای آزمایش ژئوشیمیایی به امور آزمایشگاه ها ارسال می گردد.

**مطالعات ژئوشیمیایی:** امروزه مطالعات ژئوشیمیایی به عنوان ابزاری قوی در خدمت علوم زمین در آمده که درک فرایندهای زمین شناسی را آسان نموده است و آن را از حالت کاملاً توصیفی خارج نموده. در واقع مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات به دو دسته کلی مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات تخریبی و کربناته تقسیم می گردد. با مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات تخریبی میتوان به منشأ آب و هوای گذشته و جایگاه تکتونیکی رسوبات تخریبی پی برد در این روش ها با استفاده از نمودارهای تفکیکی و ترسیم دوبعدی عناصر اصلی و فرعی و نیز اکسیدهایی نظیر  $\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$  می توان به تفکیک انواع رسوبات تخریبی و تعیین جایگاه تکتونیکی آنها پرداخت با مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات کربناته میتوان به تفکیک کربناتهای مناطق حاره، معتدله و قطبی پرداخت همچنین مینرالوژی اولیه را تعیین نمود از کاربردهای دیگر این مطالعات تعیین منشأ و تفکیک انواع دولومیت ها و رد یابی نهشته های کانساری جهت اکتشاف می باشد. آزمایشات ژئوشیمیایی رسوبات معمولاً توسط دستگاههای زیر صورت میپذیرد:

1- فلورسانس اشعه (XRF) - از متداول ترین روشهای تجزیه ای است که برای تعیین عناصر اصلی

و فرعی در نمونه های رسوبی از آن استفاده می شود - با این دستگاه میتوان تا حدود 80 عنصر

را با حساسیت های متفاوت تجزیه نمود

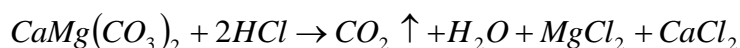
2- XRD - شناسایی جنس رسوبات در تعبیر و تفسیر رسوبات و تعیین منشاء آنها اهمیت بسزایی دارد و در محیط های رسوبی که ذرات و رسوبات تخریبی از رخنمونها و سنگ های رسوبی قدیمی می باشند، این مطالعات بسیار مشکلتر خواهد بود. XRD یک دستگاه مناسب جهت شناخت ترکیب کانی شناسی رسوبات و به خصوص کانی های رسی است برای این کار ابتدا نمونه را پودر کرده و پس از آماده سازی به دستگاه داده میشود سپس با توجه به زاویه پراکنش اشعه X نوع کانی تعیین میگردد.

3- طیف سنجی تابشی (JCP OES) این دستگاه قادر است تقریباً تمام عناصر موجود در جدول تناوبی را با دقت و سرعت بالا و حد قرائت پایین اندازه گیری کند. ضعف این روش در تهیه و آماده سازی نمونه ها است که بسیار وقت گیر می باشد.

4- دستگاه کلسیمتری: یک ابزار ساده و مناسب برای تعیین درصد کلسیت و دولومیت نمونه های رسوبی می باشد که در زیر توضیح داده می شود:

### **کلسی متری:**

یکی دیگر از آزمایشات انجام شده بر روی نمونه ها آزمایش کلسی متری می باشد. 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 CO<sub>2</sub> طبق واکنش زیر تشکیل می دهد:



از جمله دستگاههایی که حجم  $CO_2$  حاصل از مقدار معینی کربنات کلسیم (A گرم) را در B گرم رسوب معلوم می دارد کلسیتر برنارد است. ولی دستگاه پیشرفته از کلسیتر برنارد دستگاه اتوکلسی متر ساخت شرکت ژئوسرویس و شرکت فرانسه است.

در این روش ابتدا پودر 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 آنگونه 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 2-8)



شکل 2-7 دستگاه آسیاب جهت خردایش رسوبات برای آزمایش کلسی متری و ICP





شکل 2-8 دستگاه اتو کلسی متر

لازم به ذکر می باشد که اخیراً مدیریت دریایی بعثت کثرت نمونه ها و ایجاد مراکز تحقیقات زمین شناسی دریایی در شهرهای کرج و ساری و بندر عباس و بندر انزلی مجهز به نوع دیگری از دستگاه کلسی متر ساخت شرکت ژئودیتا فرانسه گردیده است که اساس کار آن مانند کلسیمتر قبلی می باشد ولی بعثت طراحی فوق العاده دستگاه، کار کردن با آن بسیار ساده تر می باشد. (شکل 2-9)



شکل 2-9 دستگاه کلسی متر ساخت شرکت ژئودیتا

### ب- روش آماده سازی نمونه برای مطالعه میکروفسیلها:

یک قسمت از نمونه برداشت شده تو سط گرب یا مغزه برای مطالعات میکرو فسیلها آماده سازی



می شوند. از آن جایی که رسوبات خارج شده توسط مغزه گیر شامل صدفهای میکروسکوپی و میکرو ارگانسیم های مرده ای است که زمانی نزدیک به سطح آب و یا بر روی بستر دریا زندگی کرده اند اما پس از مرگ به درون رسوبات سقوط کرده اند و بعد از جدا سازی و شناخت صدف ارگانسیم ها که باشکلهاو فرم های مختلف در رسوبات حفظ شده اند تحولی در زمین شناسی دریایی ایجاد شد زیرا اکثریت روزن بران زنده دریایی هستند، فرامینفرها در محیط های آبی اعم از دریایی، دریاچه ای، مردابی و در اعماق مختلف زندگی می نمایند ولی در آبهای شیرین بسیار نادرند و یا وجود ندارند. بعضی از فرامینفرها در محیط های ریفی، برخی در چینه های سیلتی ورسی، بعضی در چینه های سخت بسر می برند و چون گسترش و شکوفایی روزن بران تابع درجه حرارت، عمق آب، میزان شوری و میزان آلودگی، تغییرات فصل و عوامل دیگر نظیر مواد غذایی، روشنایی، اکسیژن و تلاطم محیط است از این رو شاخص های بسیار خوبی برای شناسایی عوامل اکولوژیکی حاکم بر محیط رسوبی می باشند. پس بطور خلاصه دلایل اولویت فرامینفرها برای مطالعه را می توان در سه علت زیر خلاصه کرد:

1- فراوانی آنها در رسوبات (خصوصاً رسوبات دریایی) و خوب حفظ شدگی آنها از نظر فسیل

شدن

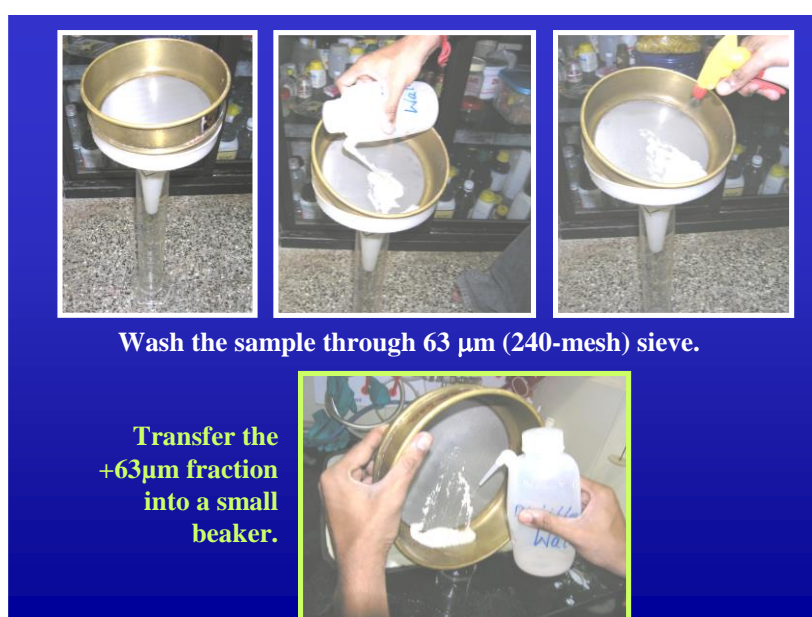
2- تنوع و گوناگونی محیط و شرایط زیستی آنان

3- حساسیت آنها به عوامل اکولوژیکی

برای آماده سازی نمونه ها به منظور مطالعه فرامینفرها پس از املاح زدایی (Desalification) نمونه توسط آب مقطر برای جدایش ذرات به تناسب میزان چسبندگی رسوبات را بمدت ده تا سی دقیقه درون ظرف درون حمام التراسوند قرار می دهند و سپس با استفاده از دستگاه الک شیکر و دو الک 63 میکرون و 1 میلی متر بدون استفاده از دست و هر گونه سایش با حذف ذرات زیر 63 میکرون عمل

جدا

سازی انجام می گیرد و سپس فراکسیونهای مختلف نمونه ها را با پیست از الک خالی کرده و در ظروف پیرکس می ریزند (شکل 2-10) سپس نمونه ها را در آون خشک کرده (شکل 2-11) وزن فراکسیونها را با ترازوی دیجیتال بدست می آورند (شکل 2-12) و نمونه را مانند (شکل 2-13) به منظور جدایش فرامینفرها تقسیم کرده و فرامینفرها را با استفاده از سوزن پیک از درون سینی پیک زیر بینوکولر جدا کرده (شکل 2-14) و سپس آنها را شناسایی و نامگذاری می کنند (شکل 2-15)



شکل 2-10 طریقه خالی کردن نمونه ها از الک

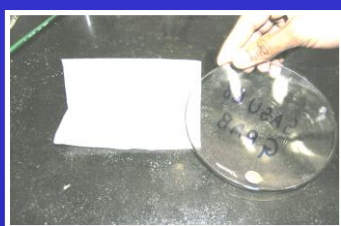


Keep the beaker (containing +63  $\mu\text{m}$  fraction) in oven at 60° C.

After drying weigh the +63 $\mu\text{m}$  fraction and transfer it into a vial.



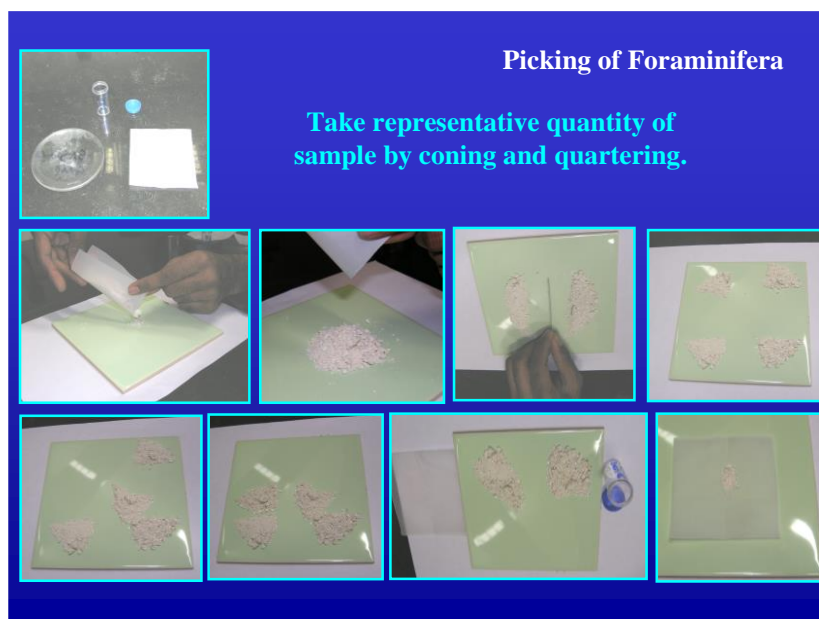
شکل 2-11 خشک کردن نمونه هادرآون



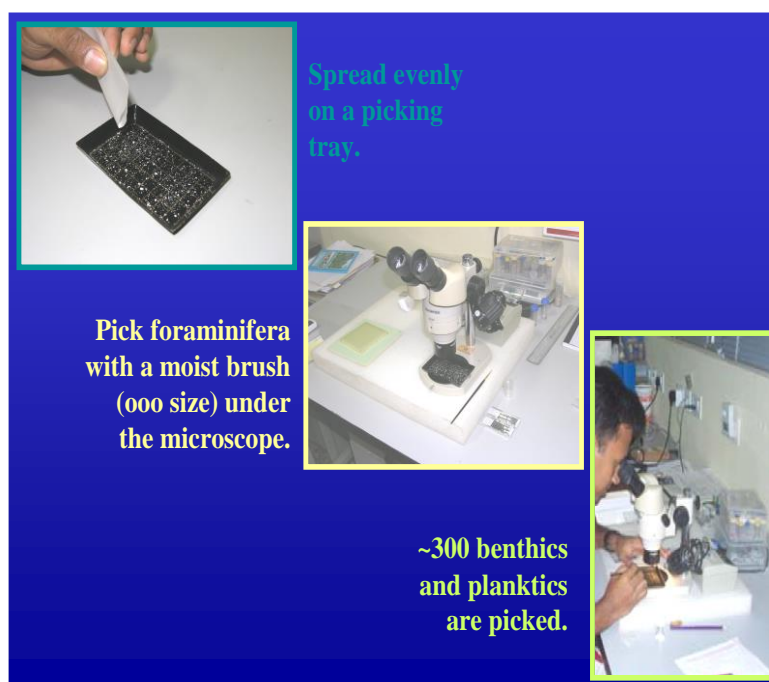
Transfer dried sample to butter paper and weigh.



شکل 2-12 توزین فراکسیونها باترازوی دیجیتالی



شکل 2-13 مراحل تقسیم کردن نمونه به منظور جدایش فرامینفرها



شکل 2-14 پخش کردن نمونه ها در سینی و جدا کردن (پیک کردن) فرامینفرها در زیر بینو کولر توسط سوزن مخصوص پیک



شکل 2-15 شناسایی فرایندها توسط بینوکولر و نامگذاری آنها

## ج- مراحل آماده سازی نمونه برای آزمایش دانه بندی:

یک قسمت از نمونه را در آون با حرارت 70 درجه سانتی گراد خشک می کنیم حرارت را در موقع خشک کردن رسها بالاتر از 70 درجه سانتی گراد قرار نمی دهیم زیرا رسها پخته می شوند ولی اگر نمونه رس نداشت و از ماسه تشکیل شده بود می توانیم درجه حرارت آون را تا 100 درجه سانتی گراد هم بالا ببریم.

پس از خشک کردن، وزن نمونه را با ترازوی دیجیتال بدست می آوریم (وزن اولیه) و در فرم گرانولومتری یادداشت می کنیم سپس برای املاح زدایی (desalification) آب مقطر به نمونه اضافه می کنیم و به تناسب مقدار املاح می توانیم چند بار این عمل را تکرار کنیم بعد از اطمینان یافتن از اینکه املاح از بین رفته است، نمونه را در ظرف می ریزیم و دوباره در حرارت 70 درجه سانتی گراد خشک می کنیم، اختلاف وزن حاصل معرف درصد املاح می باشد.

اگر بخواهیم درصد مواد آلی را محاسبه کنیم به نمونه آب اکسیژنه 10٪ اضافه می کنیم تا مواد آلی موجود در نمونه حل شده و نمونه از جوشش افتاده و آب آن صاف شود سپس نمونه را با آب مقطر شستشو می دهیم. این عمل ممکن است چندین بار انجام شود تا جائیکه نمونه با اضافه نمودن آب اکسیژنه بیشتر بجوشد.

در هر دو حالت بعد از صاف کردن آب نمونه، نمونه را در ظرف ریخته و در آون می گذاریم تا خشک شود و بعد از خشک شدن دوباره وزن می کنیم (وزن ثانویه). سپس با محاسبه اختلاف وزن اولیه از وزن ثانویه ضربدر صد می توانیم درصد املاح و مواد آلی را محاسبه کنیم. البته با وارد کردن اعداد در جدول مخصوص گرانولومتری نرم افزار مربوطه درصدها را محاسبه می کند.

یک راه دیگر برای محاسبه درصد مواد آلی به این ترتیب است که ابتدا نمونه را در آون خشک کرده و بعد وزن می کنند سپس دمای آون را تا 350 درجه می رسانند تا مواد آلی از بین بروند و دوباره نمونه را وزن می کنیم اختلاف وزن ضربدر صد، درصد مواد آلی نمونه را نشان می دهد.

### دانه بندی رسوبات :

دانه های رسوبی در اندازه های مختلف از قطر چند میکرون تا چند سانتی متر دیده می شود. طبقه بندی دانه ها از روی بلندترین قطر آنها صورت می گیرد از نتایج آنالیز دانه بندی جهت تعیین شرایط رسوبگذاری، عوامل حمل رسوب، مسیر حرکت رسوب و شناسایی منشاء رسوبات استفاده می شود. متداولترین مقیاس مورد استفاده برای اندازه رسوبات توسط زمین شناسان انگلیسی زبان، مقیاس طبقه بندی اودون و ونتورث می باشد که در سال 1922 توسط ونتورث کمی تغییر یافته است و F.schwab (1996) D.R.prother نیز همان مقیاس را پیشنهاد داده اند.

مقیاس ونتورث یک مقیاس لگاریتمی است که در آن، حد هر درجه دو برابر بزرگتر از حد درجه کوچکتر بعدی است و برای پرهیز از بکارگیری کسرهای میلی متری و استفاده از کاغذ ترسیم نیمه لگاریتمی، کرومباین (1934) مقیاس مناسبتری  $(\Phi)$  را ارائه کرده است بطوریکه  $\phi = -\log_2^d$  پس مقیاس فی عبارت از لگاریتم منفی قطر ذره بر حسب میلی متر در پایه 2 می باشد و به صورت معکوس عمل می کند، یعنی با افزایش  $\Phi$  اندازه ذرات کاهش یافته و با کاهش آن اندازه ذرات افزایش می یابد و مرز هر رده در مقیاس اودون-ونت ورت یک عدد صحیح کامل است فراوانترین ذرات (که ریزتر از یک میلی متر است) دارای مقادیر مثبتی هستند.

این مقیاسها در جدول 1-2 طبقه بندی اندازه دانه های آواری بر حسب میلی متر و فی نشان داده شده است. از مهمترین محاسن این مقیاس بدست آمدن اعداد صحیح می باشد بنابراین کاربرد این مقیاس محاسبات پارامترهای آماری رسوب شناسی از قبیل میانگین توزیع، انحراف معیار، کج شدگی و یا

نامتجانس بودن منحنی و کشیدگی منحنی را ساده تر می نماید، زیرا اگر این مقیاس نبود بایستی برای محاسبات آماری از کاغذ لگاریتمی استفاده شود در حالیکه این مقیاس خود یک مقیاس لگاریتمی است.

در دانه بندی رسوبات تشخیص سه گروه اصلی بر اساس اندازه، یک کار متداول است و چنانچه در جدول ملاحظه می شود گراول (دانه های با قطر بزرگتر از 2 میلی متر)، ماسه (دانه های با قطر 2 تا 0.0625 میلی متر) و گل (دانه های با قطر کوچکتر از 0.0625 تا 0.0039 میلی متر) و رس (دانه های با قطر کمتر از 0.0039 میلی متر) صورت می گیرد، زیرا این ذرات در هنگام رسوبگذاری رفتار متفاوتی دارند (رسهای چسبنده در مقابل سیلتهای غیر چسبنده) گراولها اساساً از شکستن قطعه ای سنگهای منشاء مشتق می شوند، ماسه ها عمدتاً نتیجه خرد شدن سنگها به بلورهای تشکیل دهنده آنها هستند و گلها نشان دهنده ریزترین محصولات خرد شدگی (تخریبی های در اندازه سیلت و رس) و

تجزیه شیمیایی (کانیهای رسی) هستند. (Lewis & Mc Conchie 1994)



mm	phi	Name	
256	-8	Boulders	
128	-7		
64	-6	Cobbles	Gravel Conglomerate
32	-5		
16	-4		
8	-3	Pebbles	
4	-2	Granules	
2	-1	Very coarse sand	Sand Sandstone
1	0	Coarse sand	
0.5	1	Medium sand	
0.25	2	Fine sand	
0.125	3	Very fine sand	
0.063	4	Coarse silt	
0.031	5	Medium silt	
0.0156	6	Fine silt	
0.0078	7	Very fine silt	
0.0039	8	Clay	

جدول 1-2 جدول طبقه بندی اندازه دانه های آواری بر حسب میلی متر و فی

## مراحل عملیات آزمایشگاهی:

بعد از گرفتن نمونه توسط گرب و یا کر و انتقال نمونه ها به آزمایشگاه و آماده سازی آن برای دانه بندی و مطالعات مورفوسکوپی و مورفومتری، نمونه به طریقه ای که ذکر شد با آب خیس می خورد سپس با استفاده از دستگاه الترا سوند پراکنش ذرات رسوبی بویژه رسها بصورت می گیرد.

(شکل 2-16)



شکل 2-16 دستگاه الترا سوند برای تمیز کردن الکهای ریز واز بین بردن چسبندگی رسوبات

پس از چند بار شستشو با آب مقطر نمونه ها املاح زدایی (desalification) می شود و سپس ذرات نمونه ها جهت تعیین قطر تحت آزمایشات دانه سنجی قرار می گیرند.

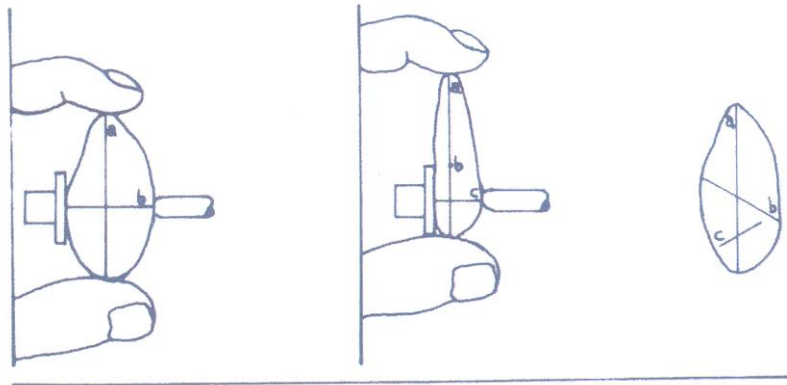
## روش های اندازه گیری قطر دانه ها:

### 1- روش اندازه گیری قطر دانه های درشت

الف: اندازه گیری قطر دانه های درشت به کمک کولیس

روشهای مختلفی برای اندازه گیری و قطر دانه ها به کار برده می شود. قطر دانه های درشت در حد پیل و درشت تر (در صورت موجود بودن) را می توان مستقیماً به توسط کولیس اندازه گیری کرد.

(شکل 2-17)



شکل 2-17 روش اندازه گیری قطر دانه های درشت در حد پیل. شکل سمت چپ قطر بلند و متوسط، شکل وسط قطر بلند و کوتاه و شکل سمت راست وضعیت فضایی سه قطر را نسبت به یکدیگر نشان می دهد (اقتباس از پتی جان 1975)

ب: اندازه گیری قطر دانه های درشت با استفاده از دستگاه الک شیکر

ولی برای اندازه گیری قطر دانه های ماسه از دستگاه الک شیکر (vibratory sieve shaker) استفاده می کنیم (شکل 2-18) 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. پس از دانه بندی نمونه توسط دستگاه الک شیکر ذرات باقیمانده روی هرالک 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.



شکل 2-18 دستگاه الک شیکر برای دانه بندی رسوبات به روش مرطوب

2- روش اندازه گیری قطر دانه های ریز:

الف: اندازه گیری قطر دانه های ریز با استفاده از قانون استوک

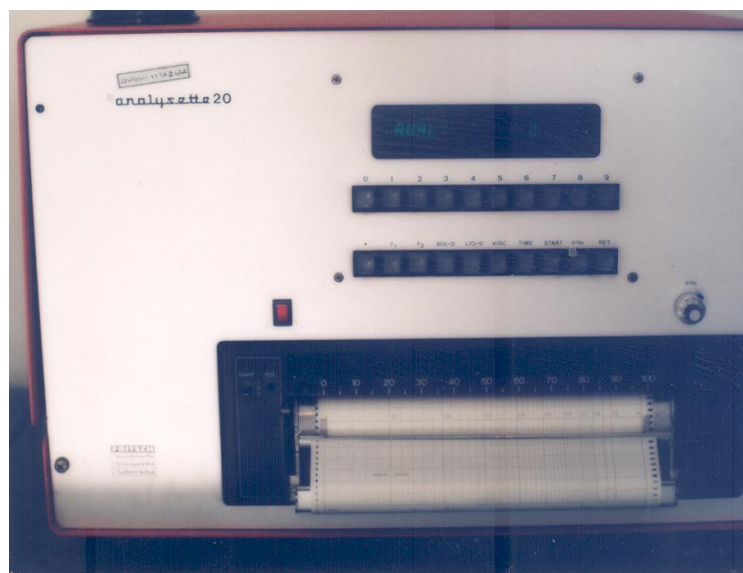
ذرات دانه ریز در حد سیلت و رس را می توان بوسیله پیپت و هیدرومتر و دستگاه هایی که بر اساس قانون استوکس عمل می کند اندازه گیری کرد ولی پیشرفته ترین روش بکار گرفته شده استفاده از تفرق (پراش) نور لیزر در دستگاههای لیزری اندازه گیری قطر ذرات می باشد.

در روش پیپت، از روی سرعت سقوط ذره با استفاده از قانون استوک اندازۀ آنرا محاسبه می کنیم در روش هیدرومتری در اثر رسوبگذاری ذرات دانه درشت معلق در آب مقدار چگالی آب کم می شود، بنابراین با تغییرات چگالی آب می توان اندازه ذرات را محاسبه کرد.

از جمله دستگاههایی که با استفاده از قانون سقوط ذرات در مایع (قانون استوک *stocke's law*) قطر ذرات را بین 0.5 – 500 میکرون اندازه گیری می کند دستگاه

Scanning photo sedimentograph analysette 20 است ولی بیشترین استفاده را برای

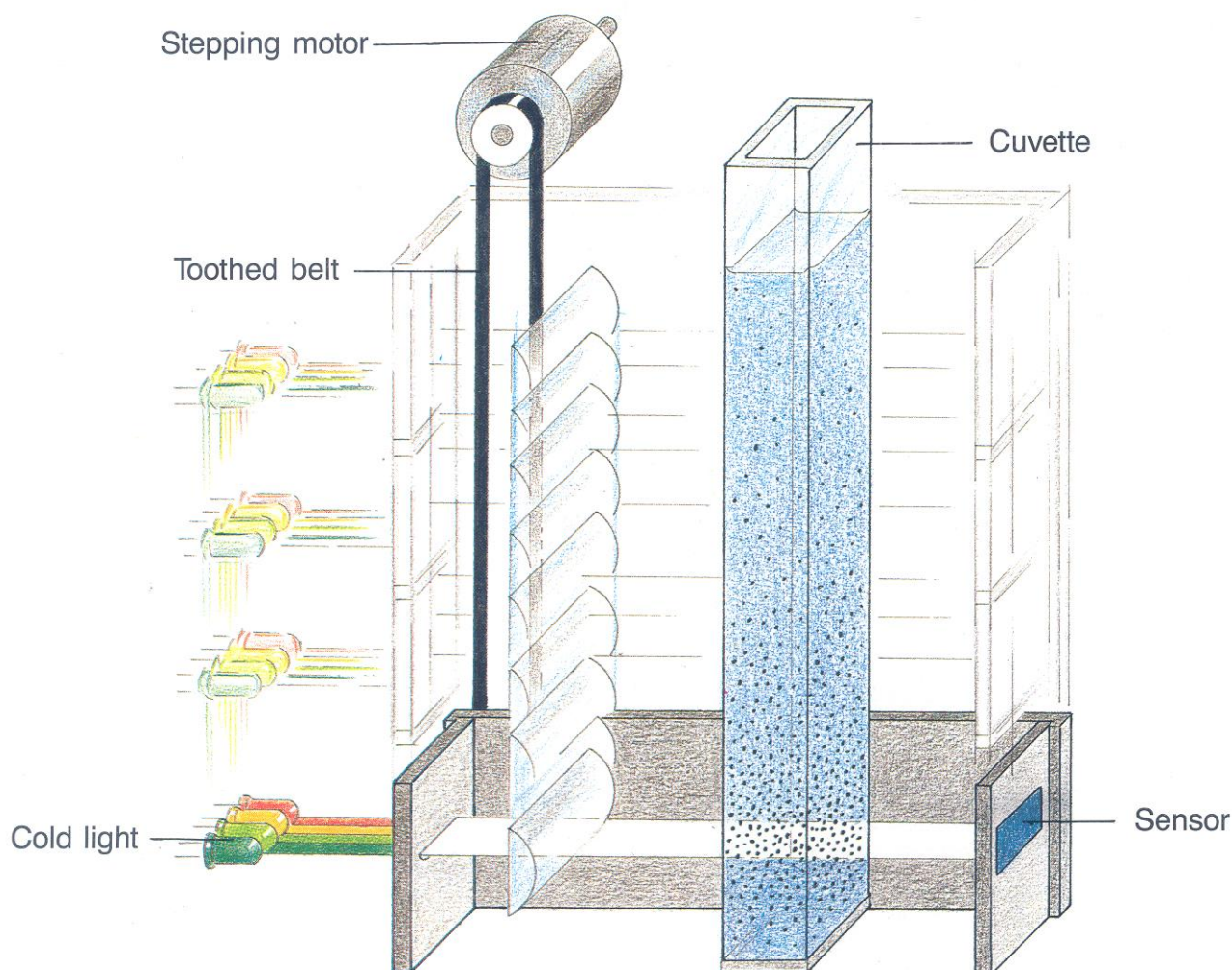
اندازه گیری ابعاد ذرات زیر 63 میکرون سیلت و رس دارد. (شکل 2-19)



شکل 2-19 دستگاه analysette 20

قانون استوک بر اساس تأثیر غلظت در سقوط ذرات در آب بنا شده است که بدین وسیله اندازه ذرات دانه ریز محاسبه می گردد. زمانی که ذره در آب با سرعت ثابتی رسوب کند این سرعت به نام سرعت سقوط گفته می شود. در چنین حالتی نیروی مقاومتی که از طرف آب بر ذره وارد شده و از رسوبگذاری آن جلوگیری می کند برابر است با نیروی گرانش (گراوایته) که در جهت عکس عمل می نماید. بنابر این ذره از روی سرعت اولیه خود با سرعت ثابتی شروع به سقوط می کند این آزمایش در محفظه پر حجم (cuvette) دستگاه A-20 انجام می گیرد.

#### Operating principle of the photometer device



شکل 2-20: اصول کاری دستگاه فتومتر در analysette 20

دستگاه اندازه گیری analysette 20 که نسبت به گرما عایق می باشد دارای محفظه رسوبگذاری با حجم زیاد (cuvette) می باشد و نور توسط یک دستگاه فتومتر بدون این محفظه (cuvette) تابیده می شود.

برای آماده سازی نمونه ابتدا آن را داخل دستگاه التراسوند قرار داده تا بر اثر امواج فراصوتی حاصله چسبندگی ذرات از بین رفته و ذرات قطر واقعی خود را بدست بیاورند و سپس چند قطره ماده پراکنده کننده پیروفسفات سدیم  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  با غلظت 1 – 0.5 درصد به آن اضافه شود. پس از آماده سازی نمونه، مقداری از آن داخل محفظه که با آب یا محلول مناسب پر شده ریخته شده و توسط همزن دستگاه فقط درون مایع هم زده می شود تا حباب هوا تولید نگردد سپس نور تابیده می گردد و ذرات رسوبی مقداری از نور را جذب می کنند شدت اشعه تابیده شده و نور جذب شده توسط یک فتوسل (یکنوع sensor) که در طرف دیگر قرار دارد، اندازه گیری می شود. اصول کاری دستگاه فتومتر در شکل 2-20 ملاحظه می شود.

وقتی برای اندازه گیری حد بخصوصی اقدام میکنیم و زمان اندازه گیری کاهش پیدا می کند فتومتر بطرف بالا می آید و سرعت بالا آمدن آن توسط کامپیوتر قابل کنترل می باشد. البته تمام مراحل اندازه گیری با کمک یک منوی کامپیوتری حاوی اطلاعات مفید کنترل شده است. تجمع سیستم های الکترونیکی داخل دستگاه اجازه کار کردن با مقادیر خیلی کم مواد جامد در درون محلول را به ما می دهد. همچنین حجم زیاد محفظه (cuvette) فرایند رسوبگذاری پیوسته را تضمین می کند. و با توجه به این امکانات تعبیه شده در دستگاه می توان دخالت دیواره های میانی و یا جابجایی محلول را نادیده گرفت.

از روی وزن مخصوص موادی که اندازه گیری ابعادشان مورد نظر است و همچنین با توجه به درجه حرارت محیط اندازه گیری و تعیین ویسکوزیته آب یا محلول مناسب درون محفظه (cuvette) توزیع

اندازه ذرات بر حسب جرمشان توسط کامپیوتر بطور اتوماتیک محاسبه می شود و منحنی دانه بندی می تواند بطرق مختلفی توسط دستگاه و یا از طریق اتصال دستگاه به کامپیوتر دریافت گردد.

قانون استوک منحصرأ در مورد اندازه گیری ذرات ریز (در حد سیلت و رس) بکار برده می شود ولی چندین فاکتور عملاً کاربرد قانون استوک را محدود می کند و این فاکتورها عبارتند از:

1- ذرات دانه ریز در اندازه سیلت و رس به صورت کروی نبوده ولی در فرمول استوک ذرات به فرم کروی فرض شده است و چگالی آنها بطور دقیق مشخص نمی باشد. بنابراین اندازه ذرات به دست آمده به صورت تساوی قطری (equivalent diameter) و یا به عبارت دیگر در حدود قطر ذره کروی کوارتزی است که سرعت سقوط آن با سرعت سقوط ذره مورد مطالعه برابر است.

2- قانون استوک بر اساس سقوط یک ذره در مایع بنا شده است در صورتی که اگر تجمع ذرات در مایع حتی حدود یک درصد در نظر گرفته شود، این خود باعث کاهش سرعت رسوبگذاری می گردد.

3- ذرات دانه ریز دارای خاصیت چسبندگی می باشند و برای اندازه گیری سرعت رسوبگذاری آنها بایستی مواد جدا کننده به مایع اضافه گردد، در صورتی که در طبیعت چنین موادی وجود نداشته و ذرات رس ممکن است به یکدیگر متصل باشند.

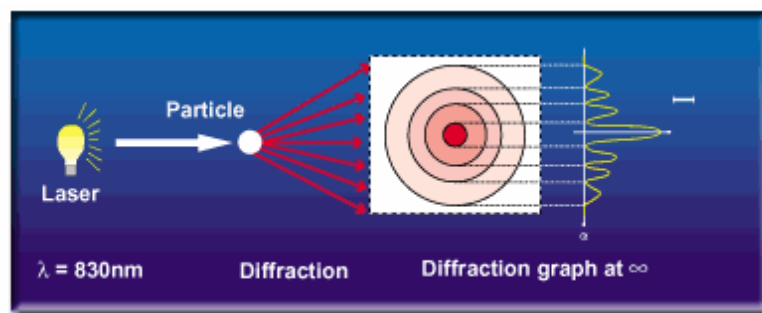
ب: اندازه گیری قطر دانه های ریز با استفاده از پدیده پراش (تفرق) نور لیزر

دستگاه پیش رفته تر از آنالیز 20 دستگاه آنالیز 22 بود که باز توسط شرکت Fritsch طراحی و ساخته شد. اساس کار در دستگاه آنالیز 22 استفاده از پدیده پراش فرانوفر ( Fraunhofer scattering) بود تئوری فرانوفر که از نام فیزیکدان آلمانی ژوزف فرانوفر 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 2-21)

## Fraunhofer Scattering:



شکل 2-21 استفاده از پدیده پراش (تفرق) فرانهور در اندازه گیری قطر ذرات

الگوی پراش که وسیله یک ذره کروی منفرد تولید می شود شامل یکسری از باندهای متحدالمرکز تیره و روشن می باشد که شدت آنها با افزایش موقعیت شعاعی کاهش می یابد. (شکل 2-22)

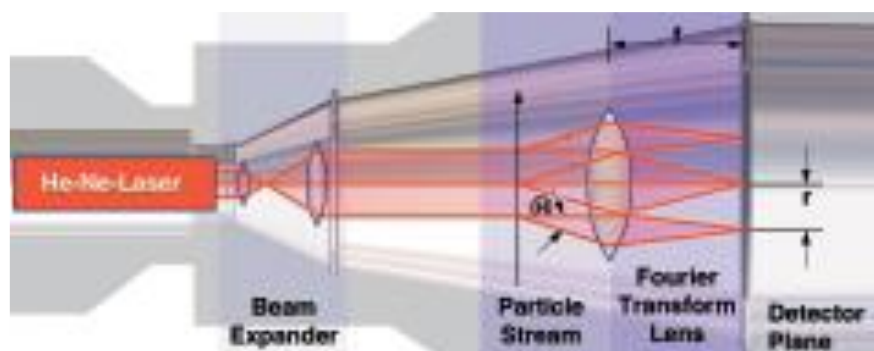


شکل 2-22 الگوی پراش شامل باندهای متحدالمرکز تیره و روشن

اساس کار در مدل‌های مختلف دستگاه A22 استفاده از پدیده پراش (تفرق) فرانهوفر نور لیزر می باشد

### 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 نهایتا نور مرئی قرمز رنگ با تولید موج واحد 630 نانومیکرون شلیک می شود.



شکل 2-23 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 دقیقا 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.

پس از اینکه ذرات زیر 63 میکرون (سیلت و رس) را از زیر الک 63 میکرون دستگاه الک شیکر جمع آوری شد به مقدار مناسب برداشت کرده و برای دانه بندی در دستگاه 22 analysette (شکل 2-24) مدل compact و یا مدل قدیمی تر از آن (شکل 2-25) و یا مدل Micro tec (شکل 2-26) ساخت کمپانی Fritsch آماده سازی می گردد.



شکل 2-24 دستگاه لیزی A-22 مدل Compact

## Analysette 22

The "analysette" compact offers a measuring range of 0.3 to 300µm for routine particle size analysis which is simple to operate .

### Advantages:

- Starter model with excellent price-performance-ratio
- Single button operation
- Fully automatic measuring process
- High reproducibility
- Patented measuring principle
- Measuring range can be changed without alteration of the Instrument



### دستگاه اندازه گیری دانه بندی آنالیز ۲۲

دستگاه اندازه گیری دانه بندی آنالیز ۲۲ مدل کمپکت با تفرق نور لیزر دارای محدوده اندازه گیری از ۰/۳ - ۳۰۰ میکرون بوده و بکارگیری آن ساده می باشد.

### مزایا:

- داشتن تاییده های کالیبراسیون مطابق با ISO 13320-1
- با فعال کردن یک دکمه عمل اندازه گیری شروع شده و شستشو و تمیز کردن مسیر اندازه گیری بصورت اتوماتیک می باشد.
- قابلیت اندازه گیری دانه بندی تعداد زیادی نمونه دارد.
- کنترل کامل دستگاه توسط کامپیوتر صورت می گیرد.
- دارای سه محدوده اندازه گیری بدون تغییر یا تبدیل سخت افزاری از طریق نرم افزار A22 می باشد.

شکل 2-25 مختصری از مزایای دستگاه آنالیز 22 مدل Compact 22 و شکل دستگاه



شکل 2-26 دستگاه لیزری A-22 مدل Micro tec

مدلهای مختلف دستگاه Analysette 22 دارای تاییده های کالیبراسیون با Iso-13320-1 می باشد و بر اساس Iso9001-200 قدرت کالیبره شدن دارد و کالیبراسیون آنها از طریق پودرهای استاندارد شرکت Fritsch صورت می گیرد. کنترل کامل دستگاه توسط کامپیوتر صورت می گیرد و دیود لیزری با فیبر زوج شده و نوع 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) 300-3.0 میکرون 0.3-46 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.

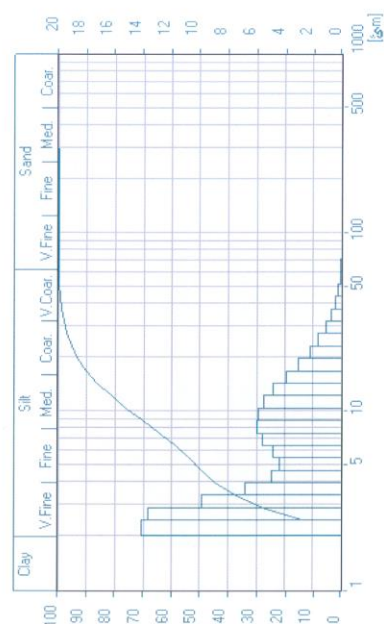
برای دانه بندی ذرات زیر 63 میکرون (سیلت و رس) از دستگاه analysette 22 استفاده می شود بدین منظور برای آماده سازی نمونه ابتدا مقدار مناسب از نمونه را برداشت کرده و برای جدایش ذرات در حمام التراسوند قرار داده سپس چند قطره از ماده پراکنده کننده پیروفسفات سدیم  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  در غلظت 0.5-1 درصد به آن اضافه و نمونه با غلظت تعیین شده در نرم افزار درون محفظه ریخته می شود 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

Measuring Range 2.09 [µm] - 300.74 [µm]  
 Resolution (114 mm)  
 Absorption 12.00 [%]  
 Measurement Duration 3 [Scans]  
 Pump 100 [%]  
 Stirrer 2  
 Ultrasonic On

Modell Independent

Fraunhofer Calculation selected.

Interpolation Values... D:\a22\fritsch\RAHIMZAD_1.FPS	
**** %	<= 4.000 µm 66.5 % <= 8.000 µm
89.1 %	<= 16.000 µm 98.4 % <= 32.000 µm 99.9 % <= 63.000 µm
Interpolation Values... D:\a22\fritsch\10_90.FPV	
10.0 %	<= 2.625 µm 30.0 % <= 2.978 µm
40.0 %	<= 3.564 µm 50.0 % <= 4.744 µm 60.0 % <= 6.666 µm
70.0 %	<= 8.774 µm 80.0 % <= 11.638 µm 90.0 % <= 16.588 µm
100.0 %	<= 158.307 µm



جدول 2-2 دانه بندی و در صدو منحنی تجمعی ذرات زیر 63 میکرون با استفاده از دستگاه آنالیز 22

سپس وزن فراکسیونهای مختلف بالای 63 میکرون را که توسط دستگاه الک شیکر دانه بندی شده بود با ترازوی دیجیتال بدست آورده و در جدول گرانولومتری وارد می شود و سپس نرم افزار مربوطه درصد و منحنی تجمعی کل نمونه را بر حسب میلی متر و فی محاسبه می نماید (جدول 2-3)

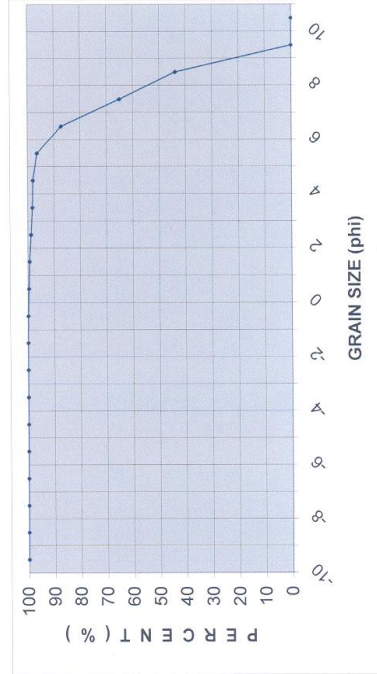
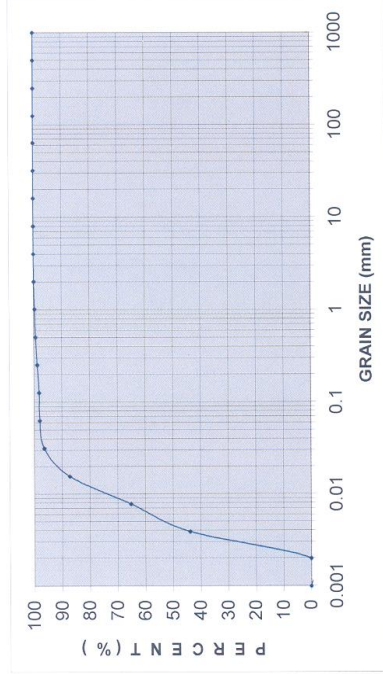
Wet Laboratory \_ Grain Size sheet  
**Marine Geology Management**  
 Geological Survey of IRAN

Sample no: B-18  
 Area: Bir  
 Date: 86/6/27

mm	phi	Size Class	Weight of Fraction (gr)	Percentage Weight of Fraction	cumulative %
1000	-10	Boulder		0.00	100.00
500	-9			0.00	100.00
250	-8			0.00	100.00
125	-7	Cobble		0.00	100.00
64	-6			0.00	100.00
32	-5	Pebble		0.00	100.00
16	-4			0.00	100.00
8	-3			0.00	100.00
4	-2			0.00	100.00
2	-1	Granule	0.55	0.13	100.00
1	0	V.Coarse	1.00	0.24	99.87
0.5	1	Coarse	1.28	0.31	99.63
0.25	2	Medium	2.40	0.58	99.32
0.125	3	fine	2.70	0.65	98.74
0.0625	4	v.fine	0.65	0.16	98.09
0.0313	5	C.Silt	6.49	1.57	97.93
0.0156	6	M.Silt	37.74	9.11	96.36
0.0078	7	F.silt	91.71	22.13	87.26
0.0039	8	V.f.Silt	88.06	21.25	65.12
0.002	9	Clay	181.80	43.87	44.8
0.001	10			0	0.00
					CUMUL SCAN
					98.9
					98.4
					89.1
					66.5
					44.8

After D. R. Prother \_ F. Schwab (1996)

WEIGHT OF <0.0625	405.8
WEIGHT OF >0.0625	8.58
TOTAL WEIGHT	414.38



جدول 2-3: دانه بندی و درصد و منحنی تجمعی ذرات بالا و زیر 63 میکرون (بر حسب میلی متر و فی)

### مطالعه مورفوسکوپی و مورفومتری کانیها توسط بینو کولر:

وقتی کار دانه بندی نمونه پایان یافت، نمونه توزین شده و اوزان فراکسیون های مختلف در فرم گرانولومتری یادداشت می گردد رسوبات مربوط به فراکسیونهای 63،125،250،500،2000 میکرون را برای مطالعات مورفوسکوپی و مورفومتری انتخاب کرده و با بینو کولر (شکل 27-2) با حد اکثر بزرگنمایی  $94/5(6/3 \times 1/5 \times 10)$  مطالعه می شوند و درصد ذرات تشکیل دهنده رسوبات و تا حدی ترکیب کانی شناسی در فراکسیونهای مختلف انجام می گیرد. در نتیجه این مطالعات می توان نوع سنگ منشاء رسوبات، آب و هوا و فرآیندهای دیاژنز رسوبات و از مطالعه ساخت رسوبات می توان محیط رسوبی، فرآیندهای رسوبگذاری، انرژی محیط و فرآیندهای دیاژنز را مشخص نمود.



شکل 27-2 مطالعه مورفوسکوپی و مورفومتری کانیها توسط بینو کولر

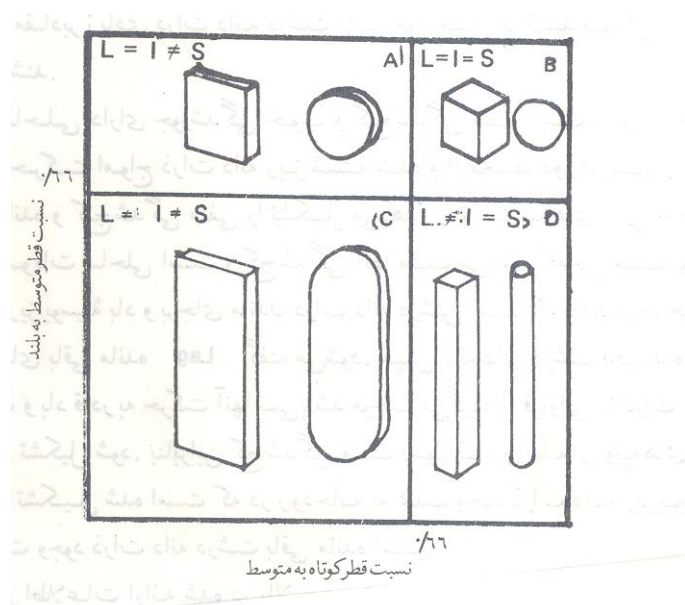


بافت رسوبات: رابطه اندازه، شکل و طرز قرار گرفتن ذرات تشکیل دهنده رسوبات در مقیاس میکروسکوپی و آزمایشگاهی بافت نامیده می شود (Allen, 1982) که با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی که ذکر شد اندازه ذرات تعیین می گردد.

### شکل ذرات:

شکل ذرات رسوبی توسط چهار پارامتر فرم، کرویت، گرد شدگی و بافت سطح دانه ها مورد بررسی قرار می گیرد (Tucker, 1994) شکل دانه در واقع توصیف فرم هندسی دانه در رسوب می باشد.

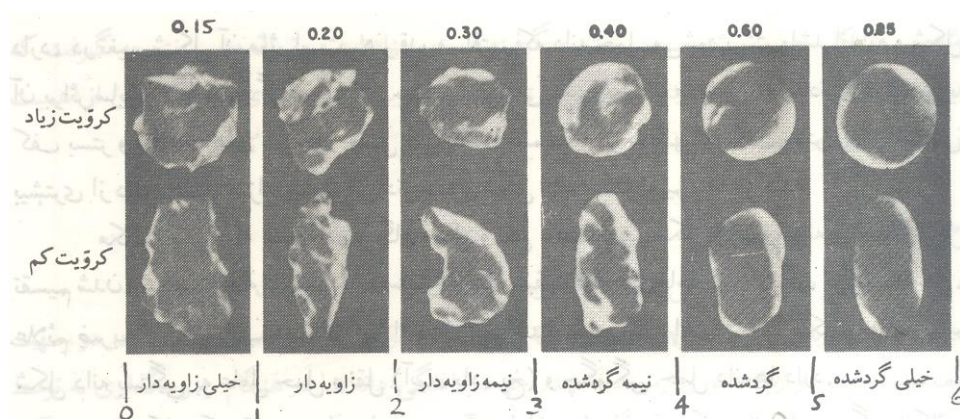
**الف: فرم ذرات:** فرم دانه عبارت است از رابطه بین سه قطر یا سه بعد یک دانه (بلند، متوسط، کوتاه) که نسبتهای مختلف بین این قطرها اشکال دیسک، کره، مکعب، تیغه ای و میله ای را در ذرات ایجاد می کند. (شکل 2-28)



شکل 2-28 شکل دانه ها بر اساس نسبت، قطر بلند، متوسط و کوتاه =A دیسک، B= هم قطر به شکل کره یا مکعب، C= تیغه ای و D= میله ای (اقتباس از تاگر، 1981)

**ب- گرد شدگی:** عبارت از تیزی گوشه ها و لبه های دانه است. گرد شدگی دانه های ماسه را می توان توسط مقایسه آنها با تصاویر رسم شده در شکل 2-29 نمایش داده شده بدست آورد. در شکل

دانه های ماسه از نظر گرد شدگی به 6 رده خیلی زاویه دار، زاویه دار، نیمه زاویه دار، نیمه گرد شده، گرد شده و خیلی گرد شده تقسیم شده اند. هم چنین دانه های ماسه ای که از نظر گرد شدگی در یک گروه قرار می گیرند دارای کرویت متفاوت می باشند. بطور کلی مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که گرد شدگی در دانه های آواری بستگی به درجه آسایش دانه در هنگام حمل و نقل، اندازه دانه ها و مسافت حمل شده دارد به همین جهت بررسی آن از نظر زمین شناسی حائز اهمیت است. (موسوی حرمی، 1367)



شکل 2-29 تصاویری از گرد شدگی دانه های ماسه با کرویت کم و زیاد

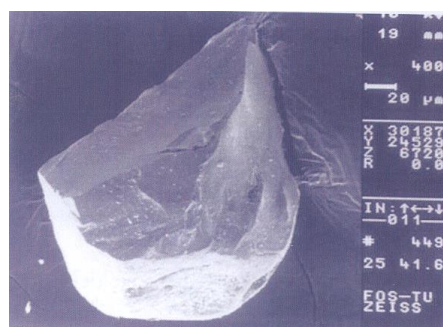
**ج - کرویت:** عبارت است از اینکه شکل دانه تا چه حدی به کره نزدیکتر باشد.

**د - بافت سطح دانه:** عوارض موجود در سطح دانه بافت سطح دانه را تشکیل می دهد. و مطالعه بافت

سطحی دانه ها نیز در مورد عوامل حمل و نقل ذرات اطلاعات با ارزشی ارائه می دهد و برای مطالعات

بافت سطحی دانه ها نیاز به مطالعات میکروسکوپی دقیق (SEM) است. (شکل 2-30) (موسوی

حرمی، 1367)



شکل 2-30 تصویر SEM از بلور کوارتز باشکستگی صدف

نتایج مورفوسکوپی و مورفومتری کانیها را پس از مطالعه می توان در جدول 2-4 یادداشت نمود.

شماره نمونه		اندازه رسوبی		میکرون تاریخ					
<b>اجزاء آواری تشکیل دهنده رسوب</b>									
نوع اجزاء	کوارتز	فلدسپات	کلسیت	خرده سنگ	ژیس	کانی سنگین	بیویت	همایت	چرت
درصد									
<b>اجزاء درون حوضه ای</b>									
نوع اجزاء	پوسته صدف	نورامنیفر	الیفید	پلونیید					
درصد									
<b>شکل دانه ها</b>									
شکل دانه ها	صفحه ای	میله ای	استرانه ای	مکعب					
درصد									
<b>فرسایش کناری دانه ها</b>									
نوع	نمایش دانه ها	خیلی سائیده شده	سائیده شده	نزدیک به سائیده شده	کم گوشه دار	گوشه دار	خیلی گوشه دار		
درصد	بگردشدگی زیاد								
درصد	بگردشدگی ضعیف								

جدول 2-4 نتایج مورفوسکوپی و مورفومتری اجزاء تشکیل دهنده رسوب

## رنگ آمیزی مقاطع نازک:

یکی دیگر از فعالیتهای آزمایشگاه رسوب شناسی رنگ آمیزی مقاطع نازک تهیه شده از رسوبات منفصل با حفظ بافت و ساخت رسوبات می باشد که با روش اشباع سازی رسوبات تحت خلأ با دشواری زیاد صورت می گیرد. همچنین رنگ آمیزی مقاطع نازک تهیه شده از سنگها برای شناسایی نوع کربنات و نوع فلدسپات انجام می گیرد. تمام مطالب راجع به رنگ آمیزی مقاطع نازک از کتاب *procedure in sedimentary petrology* نوشته Robert E carver ترجمه گردیده است.

رنگ آمیزی یکی از مفیدترین روشها در مطالعه سنگهای رسوبی، بویژه در مطالعه کربناتها می باشد. این متد برای تفکیک کانیهای سازنده سنگ آهکها و سنگهای دولومیتی بسیار مفید است و همچنین در مطالعه فابریک سنگها کاربرد دارد. روش رنگ آمیزی برای تشخیص مینرالوژی آراگونیتی از کلسیتی، تشخیص کلسیت از دولومیت، دولومیت آهن دار از دولومیت بدون آهن، کلسیت آهن دار از کلسیت بدون آهن بسیار مفید می باشد.

رنگ آمیزی به تشخیص محیط دیاژنتیکی کمک فراوانی می کند مثلاً وقتی کلسیت آهن دار داریم محیط دیاژنتیکی یک شرایط احیایی داشته است چون کلسیت آهن دار در شرایط اکسیدان نمی تواند تشکیل شود بخاطر اینکه معمولاً آهن و منگنز در شرایط اکسیدان نمی توانند وارد شبکه کربنات شوند و بخصوص آهن به آهن سه ظرفیتی تبدیل شده و رسوب می کند.

در شرایط محیط دریایی کم عمق که محیط اکسیدان است آهن نمی تواند وارد شبکه کربنات شود بهمین جهت اغلب آهکهای ما در محیط های دریایی بدون آهن هستند.

در شرایط محیط های تدفینی (نمونه ها از عمق 20-30 متر در شرایط تدفینی قرار می گیرند) یا متوریک عمیق که شرایط احیایی حاکم است آهن و منگنز می توانند به مقدار زیاد وارد شبکه کربنات ها شوند.

متد رنگ آمیزی می تواند در رسوبات کربناته اخیر بطور بخشی یا تمام سنگهای پلیستوسن که سخت شده اند برای تعیین کانیهای کربناته ناپایدار آراگونیت و کلسیت منزیم دار (HMC) بکار رود.

متد رنگ آمیزی برای تمایز کلسیت، دولومیت، ژیپس و کانیهای تبخیری مفید است.

متد رنگ آمیزی برای شناسایی کانیهای کربناته در نمونه های دستی، در مقاطع صیقلی و مقاطع نازک کاربرد دارد. نگاهی به منابع و روشهای رنگ آمیزی نشان می دهد که این روش در قلمرو بین المللی توسعه یافته است و مقالات زیادی درباره این موضوع چاپ شده اند. (Friedman 1959) موضوع رنگ آمیزی را بازنگری کرد و (wolf et al 1967) و (wolf 1960) و (warne 1960) منابع بیشتری به این فهرست در حال گسترش اضافه کردند.

بعلاوه مقالات زیادی درباره این موضوع توسط (Blazy 1963) ، (Dikson 1965) Gases ، (Goni 1960) ، (Goto 1961) و دیگران ... چاپ و منتشر شد.

بسیاری از متدهای رنگ آمیزی برای شناسایی کانیهای کربناته توسعه یافته اند و بعضی روشها برای رنگ آمیزی موثرتر و بعضی روشهای رنگ آمیزی سریعتر از دیگران معرفی شده اند.

طرحهای رنگ آمیزی معمولا به تفاوت روش تهیه محلول برای شناسایی کانیهای کربناته بعنوان مثال بین آراگونیت و کلسیت و بین کلسیت و دولومیت مربوط می شوند. ادامه رنگ آمیزی می تواند در نهایت به رنگ آمیزی هر دو کانی منجر شود که هدف ما رنگ آمیزی و تفکیک یکی از آنها است مگر اینکه واکنش قبل از اینکه هر دو کانی رنگ آمیزی شوند متوقف شود. زمان موثر واکنش در رنگ آمیزی به کانی شناسی و فابریک سنگ بستگی دارد و در یک روش رنگ آمیزی با روش دیگر و از رنگ آمیزی یک سنگ تا سنگ دیگر متفاوت است.

گرچه کاربرد روشهای رنگ آمیزی آسان است ولی یک فرد مبتدی باید تمام روشها را یاد بگیرد و آنقدر آنها تمرین کند تا کاملا شناخت پیدا کرده و بر آن مسلط شود و اگر در اولین رنگ آمیزی خود

توقع نتایج عالی را داشته باشد، غالباً نا امید می شود و تجربه و دقت در تهیه دقیق محلولهای رنگ آمیزی، رعایت زمان ذکر شده الزامی است.

روشهای رنگ آمیزی معرفی شده در این نوشتار می توانند در مطالعات صحرایی نمونه ها و تحقیقات تفصیلی آزمایشگاهی بکار بروند (Friedman 1959) و تنها موثرترین روشهای رنگ آمیزی بیان شده اند.

روشهای رنگ آمیزی معرفی شده برای رنگ آمیزی کانیهای مشترک رسوبات کربناته، سنگ آهکها سنگهای دولومیتی و تبخیری ها کاربرد دارد. (Warne (1962 نویسنده اصلی مقاله ، روش رنگ آمیزی را توسعه داده و روش رنگ آمیزی و یتريت (کربنات باریم) رودوکروزیت (کربنات منگنز) اسمیت زونیت (کربنات روی) و سیدریت (کربنات آهن) را نیز به اختصار بیان کرده است زیرا حضور این کانیها در سنگهای رسوبی زیاد معمول نیست.

## الف: رنگ آمیزی کربناتها:

در رنگ آمیزی کربناتها از محلول آلزارین قرمز S (Friedman, 1959) استفاده می شود. طرز تهیه این محلول در آزمایشگاه به قرار زیر است:

مقدار 0/1 گرم از آلزارین قرمز S را در 100 میلی لیتر اسید کلریدریک 2٪ سرد حل می نماییم. نحوه عمل: نمونه را توسط محلول سرد که بطریقه فوق تهیه شده است بپوشانید و بگذارید که 5 دقیقه بهمان حال بماند. کلسیت پس از 2-3 دقیقه بشدت رنگ می شود. بدقت آنرا آب بکشید (بطریقه ظرف بظرف کردن)

کلسیت (کربنات کلسیم)، ویتريت (کربنات باریم)، کلسیت منیزیم دار و آراگونیت (کربنات کلسیم) برنگ قرمز تند در می آیند.

آنکريت (به فازهای غنی از آهن دولومیت گفته می شود و برای دولومیت های با آهن کمتر، اصلاح دولومیت آهن دار بکار برده می شود)، دولومیت آهن دار، استرون تیانیت (کربنات استرنسیم) و سروزیت (کربنات سرب) به رنگ بنفش در می آیند.

انیدریت (سولفات کلسیم)، سیدریت (کربنات آهن)، دولومیت (کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم)، رودوکروزیت (کربنات منگنز)، منیزیت (کربنات منیزیم)، اسمیت سونیت (کربنات روی) و ژپس (سولفات کلسیم آبدار) بی اثر باقی می مانند.

## روش رنگ آمیزی با محلول فروسیانید پتاسیم:

این نوع متد رنگ آمیزی تنها برای کربناتهایی که با اسید متوسط واکنش می کنند موثر است. طرز تهیه محلول:

1- قسمت‌های مساوی از اسید کلریدریک 2٪ و محلول فروسیانید پتاسیم (2 گرم در 100 میلی لیتر آب مقطر) را با هم مخلوط می کنیم احتیاطاً: این محلول ناپایدار هست و HCN سمی متصاعد می کند.

بنابراین آنرا زیر هود نگهداری کنید و دستگاه تنفس خود را با ماسک پوشانید.

2- نمونه را به آرامی ولی با سرعت بشویید. کربنات‌های آهن دار آبی رنگ می شوند.

آنکریت و دولومیت آهن دار در محلول سرد آبی تیره می شوند.

دولومیتها معمولا و سیدریت همیشه تنها با گرم کردن محلول رنگ آمیزی می شوند

برای رنگ آمیزی دولومیت محلول را تا 5 دقیقه گرم می کنند.

کلسیت و منیزیت اگر آهن دار باشند رنگ آمیزی می شوند

در روش های رنگ آمیزی ترکیبی فرو سیانید پتاسیم را با آلزارین (ARS) RED-S برای آزمایش

با هم مخلوط کنیم برای رنگ آمیزی مقاطع نازک، محلولهای فروسیانید پتاسیم و آلزارین Red-S را

به نسبت 2 قسمت (فروسیانید) و 3 قسمت (آلزارین) با هم مخلوط کنیم در نتیجه رنگ آمیزی مقطع با

این محلول رنگ کلسیت به صورتی کم رنگ تا قرمز رنگ تغییر پیدا می کند که این مسئله به جهت

یافتگی کریستالوگرافی کلسیت بستگی دارد.

رنگ کلسیت آهن دار باید به همان رنگ یا آبی کمرنگ تا تیره یا ارغوانی روشن، ارغوانی یا رنگ

آبی مایل به ارغوانی روشن در می آید.

دولومیت بدون آهن رنگ نمی گیرد و دولومیت آهن دار به رنگ فیروزه ای کم رنگ تا پر رنگ در

می آید.

اگر روش رنگ آمیزی دیگری را با 0.2 گرم ASR در 100 میلی لیتر از اسید کلریدریک 1/5

درصد به مدت 10-15 ثانیه بکار ببریم کلسیت و کلسیت آهن دار به رنگ صورتی خیلی کمرنگ تا

قرمز در می آیند و دولومیت آهن دار بیرنگ باقی می ماند.



4- مقطع رنگ آمیزی شده را به آرامی آبکشی کنید و سطح رنگ آمیزی شده را لمس نکنید.

### **رنگ آمیزی با محلول Titan yellow :**

محلول Titan yellow برای تفکیک کلسیت منیزیم دار از دولومیت بکار می رود.

طرز تهیه محلول: 0.5 گرم Titan yellow ، 0.8 گرم NaOH و 2 گرم از EDTA در پانصد

میلی لیتر از آب

مقطع نازک یا کربناته‌های دانه سست را به مدت 30 ثانیه در اسید استیک رقیق شده قرار می دهیم

سپس زیادی اسید را با کاغذ خشک کن بر می داریم. مقطع نازک (یا دانه) را سپس در محلول رنگ

آمیزی به مدت 30 دقیقه فرو می کنیم. محلول زیادی را با کاغذ خشک کن برداشته و مقطع را توسط

دستگاه خشک کن گرم (مانند سشوار) خشک می نماییم. چند قطره از روغن های مصرفی می تواند

رنگ مقطع را شفاف تر کرده و به مطالعه مینرالوژی کمک نماید. در این رنگ آمیزی کلسیت منیزین

دار به رنگ نارنجی مایل به قرمز در می آید و دولومیت بدون رنگ باقی می ماند.

Winland (1971) خاطر نشان نموده است که رنگ نمونه رنگ شده بعد از مدتی به قرمز قهوه ای

تغییر می نماید و رنگ اصلی را می توان با دوباره رنگ کردن با محلول رنگ آمیزی بدست آورد.

### **روش رنگ آمیزی با محلول Harris Hematoxylin :**

طرز تهیه محلول Harris Hematoxylin (Friedman, 1959) که باید از مراکز تجاری معتبر

خریداری شود بدین صورت است که 50 میلی گرم از Harris Hematoxylin را با 3 میلی لیتر از

اسید کلریدریک 10٪ (10 میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ را به 90 میلی لیتر آب اضافه می کنیم)

تأثیر محلول آماده شده با گذشت زمان بیشتر می شود. رنگ آمیزی یک نمونه با محلول تازه به مدت

9-10 دقیقه وقت نیاز دارد. ولی وقتی بطور مکرر این محلول مورد استفاده قرار می گیرد، زمان رنگ آمیزی به 3-4 دقیقه یا کمتر کاهش می یابد. این رنگ آمیزی پوشش ارغوانی رنگ روی سطح کلسیت ایجاد می کند در صورتیکه دولومیت بی رنگ باقی می ماند.

### روش رنگ آمیزی با محلول Feigl :

از چندین روش رنگ آمیزی ویژه برای آراگونیت (Fried man, 1959) موثرترین روش توسط Feigl, 1937 معرفی شد. در مقاله 1959 این نویسنده، او این معرف را محلول Feigl's نامید.

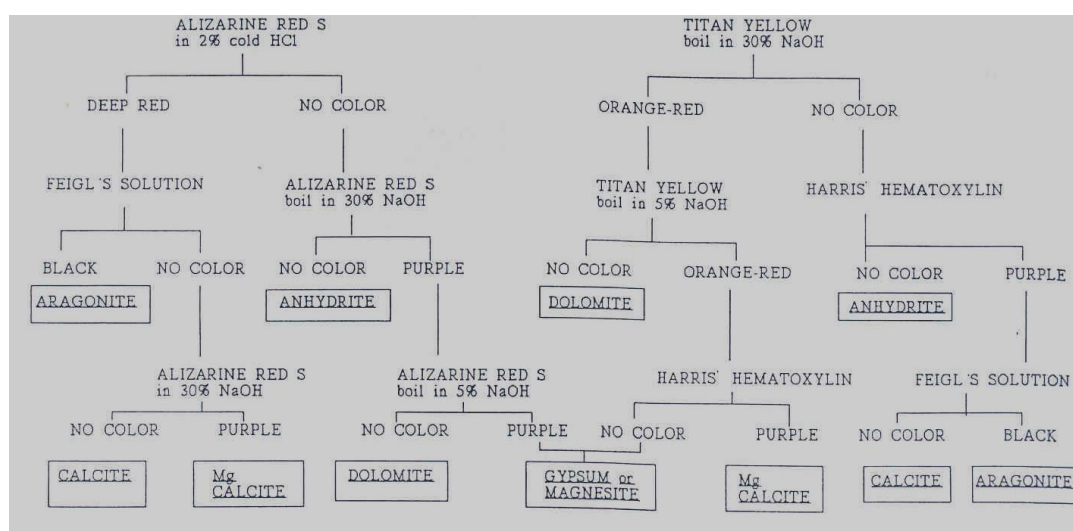
روش تهیه محلول: اضافه نمودن یک گرم  $Ag_2SO_4$  به  $11/8$  گرم  $MnSO_4 \cdot 7H_2O$  در 100 میلی لیتر آب مقطر و جوشاندن محلول می باشد. پس از سرد شدن سوسپانسیون را صاف کرده و یک یا دو قطره محلول NaOH به آن اضافه نموده و محلول را بعد از یکی دو ساعت صاف می کنیم

(Feigl, 1958) نکته مهم این است که در تمام مراحل فقط از آب مقطر استفاده می کنیم زیرا تهیه

محلول با آب شیر رسوب سفیدی از کلرید نقره را باقی می گذارد (katz and Fried man 1965)

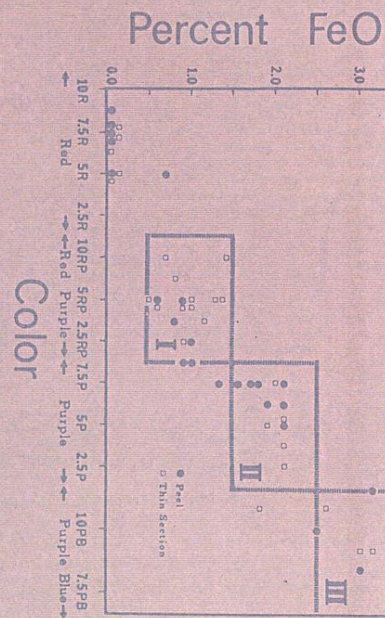
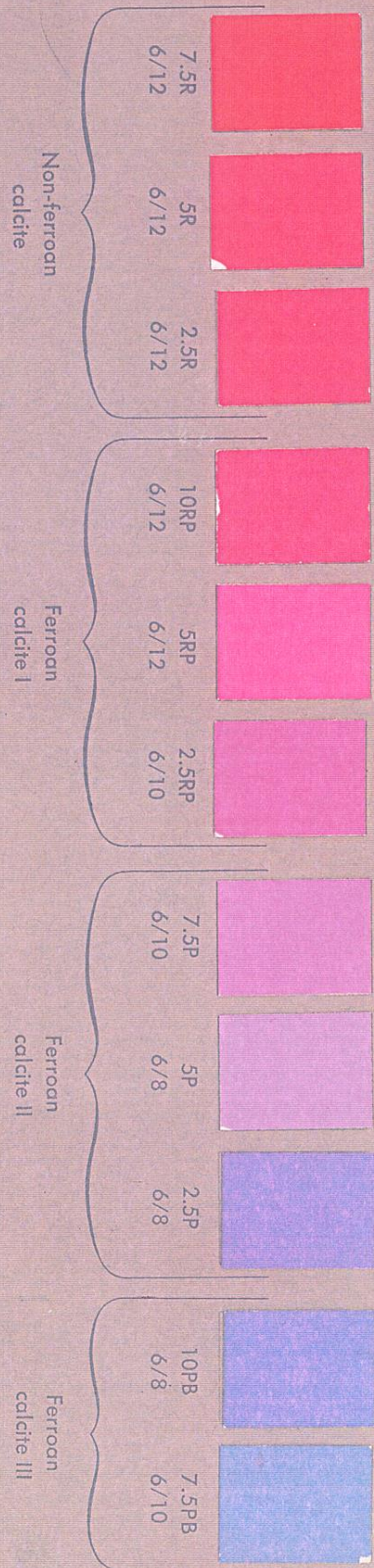
دیگرام رنگ آمیزی برای معمولترین کانیهای کربناته و تبخیری (شکل 2-31) و چارت رنگ آمیزی

کلسیت با محلول آلزارین Red-s رادر (شکل 2-32) ملاحظه می نماید.



شکل 2-31 دیگرام رنگ آمیزی برای معمولترین کانیهای کربناته و تبخیری

# FERROAN CALCITE COLOR CHART



Reference: Lindholm, R. C., Finkelman, R. B., 1972, Calcite Staining: Semiquantitative determination of ferrous iron: Jour. Sedimentary Petrology, March

Prepared by: MUNSELL COLOR COMPANY, 2441 N. Calvert St., Baltimore, Md. 21218

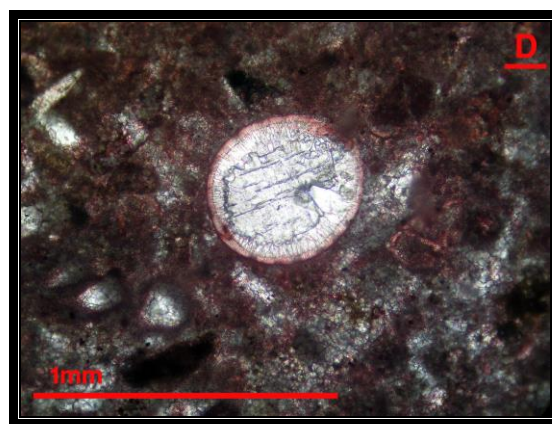
شکل 2-32 چارت رنگ آمیزی کلسیت با محلول آلیزارین Red-s

شکل مقاطع رنگ آمیزی شده با آلizarین Red-s را در شکل 2-33 (A-B-C) و شکل مقطع

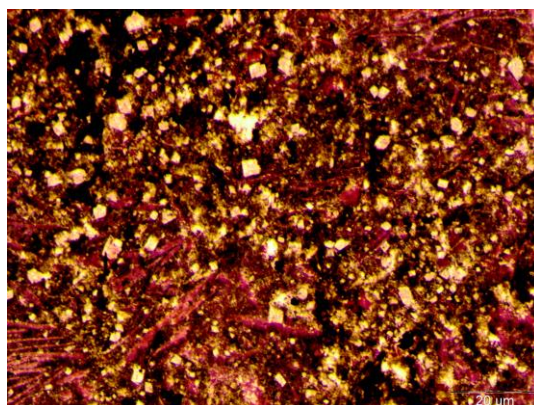
رنگ آمیزی شده با آلizarین و فروسیانور پتاسیم را در شکل 2-34 (D) ملاحظه می نماید.



A

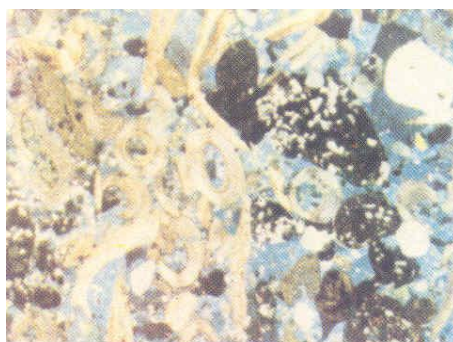


B



C

شکل 2-33 مقاطع نازک رنگ آمیزی شده با محلول آلizarین Red-S .



D

شکل 2-34 مقطع رنگ آمیزی شده با آلizarین و فروسیانور پتاسیم

توضیحات:

A: نمایشی از زمینه کلسیت میکرایتی در نور پلاریزه بر اثر رنگ آمیزی با محلول آلزارین به رنگ قرمز تند در آمده است اما چون

حفرات میکروفسیل توسط سیمان دولومیتی پر شده اند رنگ نگرفته اند (برای مقایسه نیمی از پلاک رنگ آمیزی شده است)

B: نمایشی از زمینه کلسیت میکرایتی در نور پلاریزه بر اثر رنگ آمیزی محلول آلزارین به رنگ قرمز تند در آمده است اما حفره

وسط فسیل کلسی اسفرمی باشد که توسط سیمان دولومیتی پر شده و رنگ نگرفته است.

C: بلورهای کلسیت مقطع که غالباً فرم سوزنی دارند بر اثر رنگ آمیزی با محلول آلزارین در نور معمولی به رنگ قرمز در می

آیند ولی بلورهای رومبوئور دولومیت رنگ نگرفته اند.

D: نمایشی از سنگ آهک فسفات که توسط آلزارین قرمز و فرو سیانور پتاسیم رنگ آمیزی شده است. در این مقطع قطعاتی از

اوسترا (به رنگ صورتی) و نیز مقاطع عرضی از کرمهای حلقوی کربناته در سیمانی از کلسیت آهن دار (آبی رنگ) مشاهده می

شود در این سنگ همچنین پیلهای گرد شده ای از گلوکوفان قهوه ای رنگ (ایزوتوپ)، دانه های ریز کوارتز و دانه های

کوچک پراکنده ای از گلوکونیت سبز رنگ دیده می شود.

فلدسپاتهای را که در ماسه سنگها، سنگهای آهکی، سنگهای دولومیتی وجود دارند را می توانیم با روش انتخابی رنگ آمیزی فلدسپاتها که در زیر توضیح داده ایم از کوارتز تفکیک کنیم. این روش بویژه در کمیت مطالعه مدال مهم می باشد. این روش بوسیله (Gabriel and Cox 1929) توسعه یافت و بوسیله (Bailey and Steven 1960) و سپس توسط (Vander plas 1966) بازنگری و اصلاح گردیده است.

### رنگ آمیزی انتخابی فلدسپاتها :

رنگ آمیزی انتخابی فلدسپاتها جهت مطالعه سنگها و کانی ها و نیز بررسی های مقاطع نازک و میکروسکوپی امری ضروری میباشد نظر به اینکه در بسیاری از موارد در مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک مخصوصاً در جریان آنالیز مدال سنگها بالاخص تعیین هویت دقیق کانیهای فلدسپاتی بسیار الزامی است و غالباً در جریان تشخیص دچار تردید می شویم و مخصوصاً این تردید در مورد سنگهایی که دانه بندی ظریف دارند از قبیل لامپروفیرها و گدازه ها، بسیار تشدید می گردد. از روش خاص رنگ آمیزی انتخابی فلدسپاتها استفاده می کنیم که ملحوظ داشتن آنها بسیاری از خطاهای ناگزیر در جریان بررسی های میکروسکوپی مخصوصاً آنالیز و مدال را برطرف می نماید.

در مطالعات کانی شناسی و سنگ شناسی تشخیص دقیق و عاری از تردید کانیهای روشن : کوارتز، فلدسپاتهای پتاسیک و پلاژیو کلاز امری بسیار ضروری می باشد و این امر به وسیله معرف هایی ممکن می گردد. از سری کانیهای نامبرده در فوق فلدسپاتهای پتاسیک به کمک محلول کوبالتی نیتريت سدیم به رنگ زرد، پلاژیو کلازها به کمک آمارانت به رنگ قرمز ارغوانی در می آیند و کوارتزی رنگ باقی می ماند. قبل از اینکه به رنگ آمیزی انتخابی فلدسپاتها اقدام گردد برای حصول نتیجه بهتر رعایت چند نکته ضروری می باشد :

1- در کلیه موارد رنگ آمیزی قبل از اینکه مقطع نازک در معرض بخار اسید فلوریدریک قرار داده شود باید کاملاً صاف و صیقلی شده باشد تا عمل یکنواختی رنگ آمیزی به صورت کاملاً مطلوب انجام شود .

2- تمام مراحل رنگ آمیزی انتخابی فلدسپاتها باید زیر هوت انجام داده شود

3- مدت زمان ذکر شده در دستور رنگ آمیزی در هر مرحله دقیقاً رعایت گردد .

4- در مورد غلظت های محلول های معرف باید دقت نمود که دقیقاً با مشخصات مورد نیاز و مذکور در دستور رنگ آمیزی تطبیق نماید و از آن کمتر نباشد زیرا رقت بیش از حد آن سبب می شود که رنگ آمیزی دقیقاً صورت نپذیرد و نتیجه کار مطلوب نباشد .

5- قرار دادن نمونه در آب بهتر است بطریقه ظرف به ظرف کردن باشد و از قرار دادن مقطع در زیر جریان مستقیم و شدید آب باید پرهیز کرد زیرا در صورتی که جریان آب کاملاً آرام نباشد ضربه حاصل از آن بر روی رنگ قرمز ارغوانی پلاژیو کلازها که خود کاملاً غیر قابل حل نمی باشد سبب کنده شدن قشر نازک رنگی و حل شدن و شسته شدن آن بوسیله آب می شود .

6- در خصوص عمل پوشاندن مقاطع نازک رنگ آمیزی شده باید متذکر شد که اگر شیوه معمولی یعنی گرم کردن لام مقطع نازک مورد استفاده قرار گیرد ، در عمل گرم کردن با تولید حباب های هوا که به تعداد قابل ملاحظه ای حاصل می شود ، میزان قابل توجهی از رنگ حاصل زودوده می شود جهت اجتناب از این اشکال بهتر است لام مقاطع رنگ آمیزی شده را با بوم دو کانادا بدون اینکه آنرا حرارت دهند . پوشانده شود در این حالت بعد از چند روز بوم دو کانادا سخت خواهد شد یعنی این کار چون زمان زیاد لازم دارد باید در عمل حوصله به خرج داد .

خلاصه نحوه رنگ آمیزی فلدسپاتها را می توان به صورت زیر خلاصه نمود :

الف: مواد لازم:

- اسید فلوریدریک 52٪:

- محلول کلرو رباریم 5٪ ( 52/5 گرم در لیتر )

- محلول اشباع شده کوبالتی نیتريت سدیم ( 6 گرم در 10 سانتی متر مکعب )

- محلول آمارانت ( 28/32 Red N0.2 Amaranth F, DandC ) ( 28/32 گرم در دو لیتر )

ب: ترتیب و طرز کار :

1- نمونه به مدت یک دقیقه در معرض بخار اسید فلوریدریک قرار داده شود این عمل به این ترتیب

انجام می شود که مقطع نازک روی یک ظرف کوچک پلاستیکی که محتوی HF است بطوری

قرار داده می شود که فقط قسمت نمونه مستقیماً در مقابل بخار HF قرار گیرد این ظرف پلاستیکی تا

نصف ارتفاع خود باید محتوی HF باشد . ضمناً تمامی این دستگاه لازم است زیر هوت قرار داده شود

2- سپس برای زدودن اسید فلوریدریک متمرکز روی سطحی که باید رنگ آمیزی شود ،مقطع

نازک را در معرض هوای هوت قرار داده تا خشک گردد .

3- باید نمونه را به مدت دو دقیقه در یک ظرف کوچک چینی که پر از محلول اشباع شده کوبالتی

نیتريت سدیم است فرو برد جهت همگن نمودن محلول باید آنرا قبل از هر فرو بردن نمونه در آب

کاملاً بهم زد .

4- جهت زدودن تمامی محلول از روی نمونه باید نمونه را در یک ظرف محتوی آب فرو برد و در

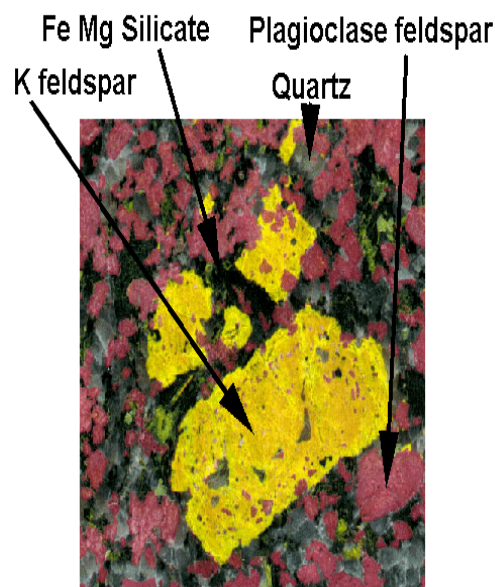
آورد

5- مقطع نازک در جریان هوای زیر هوت خشک شود .

6- به مدت 30 ثانیه نمونه در معرض بخار اسید فلوریدریک قرار داده شود .



- 7- مقطع نازک در جریان هوای زیر هوت خشک گردد .
- 8- به مدت یک دقیقه نمونه در محلول 5٪ کلرور باریم به صورت غوطه ور قرار داده شود .
- 9- مقطع را در یک ظرف محتوی آب فرو برده و سپس فوراً در آورده شود .
- 10- نمونه به مدت دو دقیقه در یک ظرف کوچک چینی پر از محلول آمارانت قرار داده شود .
- 11- با احتیاط کامل نمونه را در یک ظرف محتوی آب فرو برده و در می آوریم .
- 12- نمونه در معرض جریان هوا خشک شود .
- 13- روی مقطع نازک بدون گرم نمودن آن بالامل پوشانده شود .
- در شکل 2-35 مقطع نازک پورفیریتیک گرانودیوریت (porphyritic Granodiorite) را که به روش رنگ آمیزی انتخابی فلدسپاتها رنگ آمیزی شده را ملاحظه می کنید که فلدسپاتها پتاسیک به کمک محلول کوبالتی نیتريت سدیم به رنگ زرد، پلاژیوکلازها به کمک آمارانت به رنگ قرمز ارغوانی در می آیند و کوارتزی بی رنگ باقی می ماند.



Prophyritic Granodiorite

2-35 شکل رنگ آمیزی مقطع نازک برای تعیین نوع فلدسپات

## فصل سوم

### پردازش داده ها

## نامگذاری رسوبات بر اساس اندازه دانه ها و تعیین تیپ رسوبات:

برای نامگذاری رسوبات از سیستم فولک، اندریوس ولویس (Folk , Andrews & Lewis) (1970)

استفاده شده است زیرا این سیستم رده بندی توصیف بافنی جامع و سودمندی را ارائه نموده و یادگیری آن آسان است. استفاده از نمودارهای مثلثی، رسم سریع و روشن داده ها را برای مقایسه نمونه ممکن می کند. مقادیر نسبی گراول، ماسه و گل در یک مثلث و مقادیر ماسه، سیلت و رس در مثلث دیگر رسم می شود.

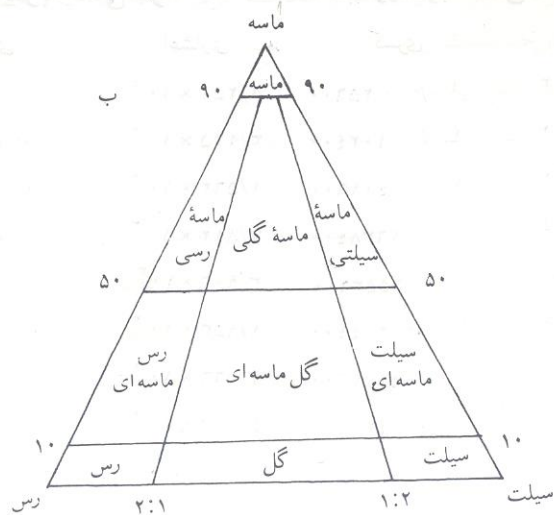
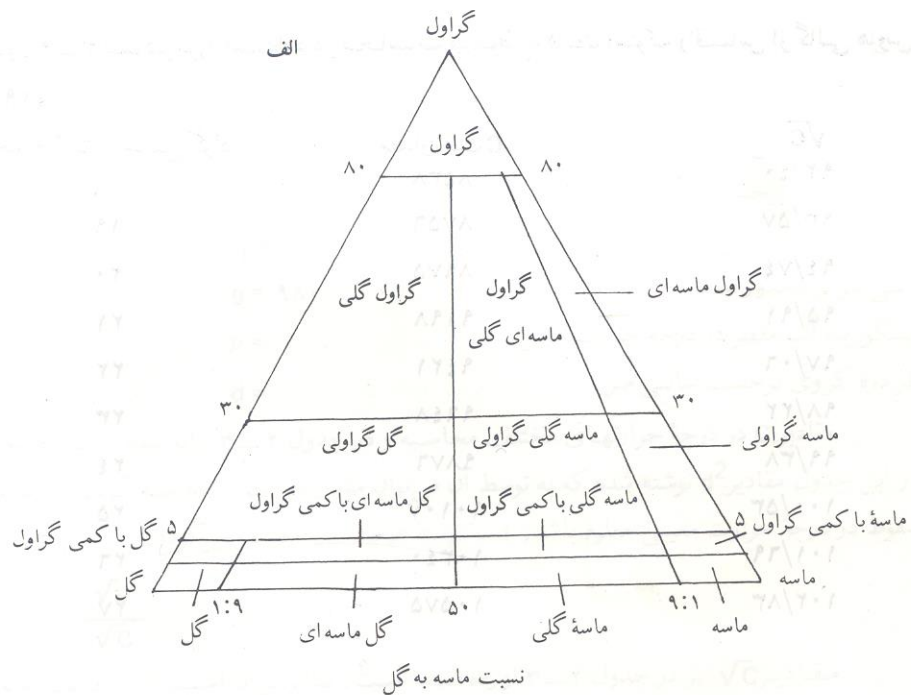
گروهها بر اساس مقادیر نسبی دانه ها در رده ها نامگذاری شده اند.

نام رسوب در این مثلث به توسط 2 فاکتور تعیین می گردد:

1- درصد گراول موجود در رسوب در داخل مثلث توسط خط ها، 5 گروه مشخص شده است: (بیشتر از 80 درصد، بین 30 تا 80 درصد، بین 5 تا 30 درصد، کمتر از 5 درصد و مقدار خیلی ناچیز) 2- نسبت ماسه به گل (در حدود 9:1، 1:1 و یا 1:9)

فراوانی دانه های درشت (گراول) در رسوب تابعی از حداکثر سرعت جریان در هنگام رسوب گذاری، مسافت حمل و نقل و حداکثر اندازه دانه های آواری موجود در هنگام رسوبگذاری است که می توان مقدار آنها را در نمونه های دستی به وضوح مشاهده کرد. بنابراین تعیین مقدار دانه های درشت در رسوبات، حتی به مقدار خیلی کم، نیز برای تعبیر و تفسیر انرژی محیط از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. پس از تعیین درصد گراول در نمونه مانند (شکل 3-1) الف نامگذاری می کنیم.

2- تعیین نسبت ذرات ماسه ای به گلی: در رسوباتی که فاقد گراول هستند خود نشان دهنده میزان انرژی برای خارج نمودن ذرات دانه ریز از محیط در هنگام رسوبگذاری است و نامگذاری این رسوبات را در مثلث پایین (شکل 3-1) ب ملاحظه می کنید



شکل 3-1 مثلثهای طبقه بندی رسوبات و سنگهای آواری بر اساس اندازه ذرات تشکیل دهنده آنها الف - برای رسوبات دانه

درشت ب - برای رسوبات دانه ریز ( اقتباس از فولک ، 1974 )

## پارامترهای آماری

آنالیز توزیع دانه های رسوبی برای مقایسه نمونه های مختلف با یکدیگر از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا بدین وسیله می توان به اختصاصات مختلف رسوبات و فرآیندهایی که باعث تشکیل آنها گردیده است، پی برد ذرات رسوبی بیشتر توسط آب و باد حرکت می کنند و با کاهش شدت موج و جریان به تدریج ذرات در اندازه های مختلف از یکدیگر جدا شده رسوب می نمایند. اگر رسوب از چندین منشاء متفاوت سرچشمه گرفته باشد، ذرات آن در ابعاد مختلف دیده می شود. این مخلوط بودن ذرات در اندازه های متفاوت باعث شده تا رسوب را به نام های گراول ماسه ای، ماسه سیلتی و غیره نامگذاری کنند. بطور کلی توزیع ذرات در رسوبات بستگی به عوامل زیر دارد:

### 1- وجود ذرات مختلف در منشاء

### 2- فرآیندهایی که در هنگام رسوبگذاری عمل می کنند بویژه قدرت موج و جریان

برای درک بهتر توزیع دانه ها در رسوبات از یک سری واژه ها و محاسبات آماری استفاده می شود که یک روش آن رسم منحنی و محاسبات به روش ترسیمی می باشد.

در واقع پس از دانه بندی رسوبات به روش مرطوب و تعیین در صد وزنی هر رده از اندازه ذرات نمودارهای پراکنندگی اندازه ذرات ترسیم می گردد و با توجه به این نمودارها پارامترهای آماری به دست می آید. این منحنی ها شامل منحنی هیستو گرام یا بارگراف که برای تفسیر عمومی رسوبات و تعیین مد بسیار مناسب است. از منحنی های دیگر می توان به منحنی توزیع نرمال و عادی اشاره نمود که برای تعیین مد- میانه و میانگین و همچنین مقایسه بین مقدار جور شدگی رسوبات مناسب می باشند. از منحنی های دیگر منحنی تجمعی است که بدو صورت احتمالی و حسابی رسم می گردد از روی این منحنی ها به راحتی می توان پارامترهای آماری را محاسبه کرد و با توجه به شکل آن می توان فرآیندهای رسوبی حاکم بر رسوبگذاری رسوبات را تا حدودی مشخص نمود.

از پارامترهای آماری که به روش ترسیمی بدست می آیند می توان به متوسط اندازه ذرات که خود شامل میانه،مد،میانگین می باشد و جور شدگی ، کج شدگی و کشیدگی اشاره نمود.

برای ارزشیابی یک سری نمونه برداشت شده از یک منطقه، پس از تعیین اندازه ذرات آنها منحنی های مورد نظر رسم شده و با یکدیگر مقایسه می گردد. برای بررسی دقیق تر یک سری نمونه، از نظر اینکه کدامیک دارای جورشدگی بهتری نسبت به دیگری است و یا اینکه ذرات دانه ریز یا دانه درشت در کدام نمونه فراوان تر است، یک سری پارامترهای آماری از قبیل میانگین، کج شدگی و غیره را محاسبه می نماییم، اندازه گیری پارامترهای آماری ممکن است به روش ترسیمی از روی منحنی ها و یا به روش لحظه ای انجام گیرد که در این گزارش از روابط روش ترسیمی استفاده شده است.

### **اندازه گیری به روش ترسیمی:**

**1-اندازه گیری متوسط اندازه ذرات:** برای مقایسه اندازه ذرات در دو نمونه مورد مطالعه باید متوسط اندازه در هر یک از آنها مشخص گردد تا بتوان گفت که کدامیک نسبت به دیگری دانه درشت تر یا ریزتر است . برای بدست آوردن متوسط اندازه ذرات از سه پارامتر میانه ومدو میانگین استفاده شده است که هر یک را بطور جداگانه توصیف می کنیم:

**الف - میانه:** عبارتست از قسمت وسط منحنی که نصف ذرات درشتتر و نصف دیگر ذرات ریزتر

از آن باشد. مقدار میانه در روی منحنی تجمعی در نقطه 50 درصد قرار می گیرد.

چون منحنی های تجمعی را بر حسب میلی متر و فی رسم کرده ایم میانه را هم می توانیم بر حسب فی یا میلی متر از روی منحنی پیدا کنیم. با این که میانه ساده ترین پارامتر اندازه گیری ذرات است اما چون فقط نقطه 50 درصد منحنی در نظر گرفته می شود بنابراین قسمتهای دیگر منحنی در مقدار آن موثر نبوده و لذا این پارامتر بویژه در منحنی های کج شده یا نامتقارن منعکس کننده کل رسوب نمی باشد. همچنین در منحنی های با یمدال مقدار میانه از نظر رسوب شناسی فاقد ارزش

است میانه را به علامت  $Md$  نشان می دهند که اگر مقیاس میلی متری در محاسبه آن بکار رفته باشد آن را به  $Mdmm$  و اگر مقیاس فی بکار رفته باشد آن را به  $Md\Phi$  نشان می دهد در مقیاس میلی متری هر قدر میانه بیشتر باشد ذرات دانه درشتتر و در مقیاس فی هر قدر کوچکتر باشد ذرات دانه درشتترند.

**ب- مد:** مرکز رده ای از اندازه ذرات است که بیشترین مقدار را در یک رسوب تشکیل می دهد.

**ج- میانگین:** میانگین عبارت است از حد متوسط اندازه ذرات در رسوب که آن را به علامت

$$Mz \text{ نشان می دهند و به توسط فرمول } Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} \text{ اندازه گیری می کنند این}$$

اندازه گیری بمراتب از میانه بهتر است زیرا اندازه گیری بر اساس سه نقطه روی منحنی بوده و محاسبه آن نیز خیلی ساده است.

**2 - اندازه گیری یکنواختی اندازه ذرات:** یکنواختی یا جورشدگی عبارت از این است که

ذرات تشکیل دهنده رسوب تا چه اندازه به یکدیگر نزدیک باشند. روشهای مختلفی در رابطه با اندازه گیری

جورشدگی ذرات در رسوبات ارائه شده است که از میان آنها انحراف معیار ترسیمی جامع که توسط فولک ارائه شده توضیح داده می شود.

انحراف معیار ترسیمی جامع Inclusive Graphic standard: در انحراف معیار ترسیمی جامع

حدود 90 درصد توزیع ذرات اندازه گیری می شود این گونه انحراف معیار با فرمول

$$\delta_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6} \text{ محاسبه می شود. انحراف معیار در واقع شاخص نظام یافتگی دانه ها}$$

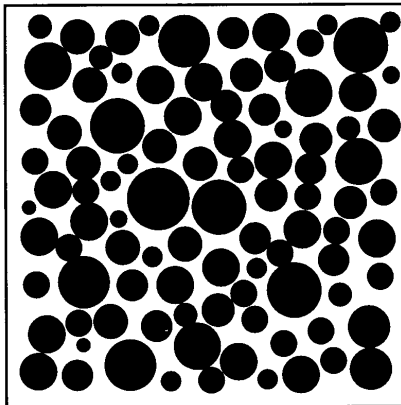
می باشد و نحوه انتشار و اندازه دانه های رسوبی را نسبت به متوسط آن معلوم می کند.

انحراف معیار (فی)	جورشدگی
< 0.35	بسیار خوب
0.35- 0.5	خوب
0.71-0.5	خوب ، متوسط
1-0.71	متوسط
2-1	بد
4-2	بسیار بد
>4	بی نهایت بد

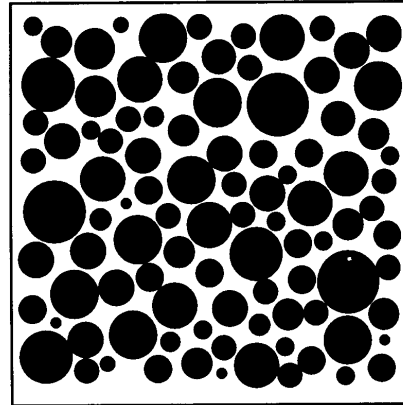
جدول 1-3 تعیین نوع جورشدگی دانه ها بر اساس میزان انحراف معیار ترسیمی جامع



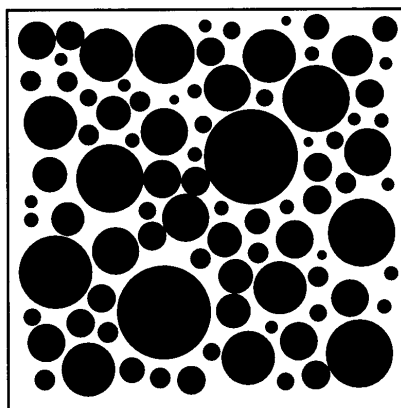
Very well sorted	'Standard deviation' < 0.35
Well sorted	= 0.35–0.5
Moderately well sorted	= 0.5–0.71
Moderately sorted	= 0.71–1.0
Poorly sorted	= 1.0–2.0
Very poorly sorted	> 2.0



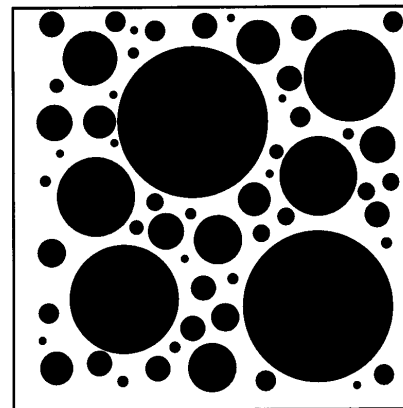
'Standard deviation' = 0.35



'Standard deviation' = 0.5



'Standard deviation' = 1.0



'Standard deviation' = 2.0

شکل 2-3 نمایش جور شدگی دانه ها در رسوبات و سنگها

### 3-اندازه گیری کج شدگی یا نامتقارن بودن منحنی: Inclusive Graphic

skewness کج شدگی عبارت از نامتقارن یا نامتجانس بودن منحنی توزیع ذرات است که به

وسیله دنباله منحنی توزیع مشخص می گردد. در منحنی های متقارن کج شدگی صفر است ولی

در منحنی هایی که دنباله آنها به طرف راست یا به طرف رسوبات دانه ریزتر متمایل باشد مثبت

و اگر دنباله منحنی به طرف چپ یا رسوبات دانه درشت تر متمایل باشد منفی است. بنابراین از

کج شدگی برای تعبیر و تفسیر محیط رسوب و فرآیندهایی که باعث حمل و نقل شده است استفاده می شود. برای مثال، اگر ذرات تشکیل دهنده رسوب از نوع دانه ریزها - از قبیل سیلت و رس - باشد، دنباله منحنی به طرف راست رفته و نمایش دهنده رسوبگذاری در یک محیط آرام است و اگر دنباله منحنی به طرف چپ متمایل باشد، نمایش دهنده فراوانی ذرات دانه درشت در محیط های پر انرژی می باشد.

این روش اندازه گیری توسط فولک ارائه شده است و در این روش 90 درصد از توزیع ذرات در منحنی در نظر گرفته شده و توسط فرمول زیر محاسبه می گردد:

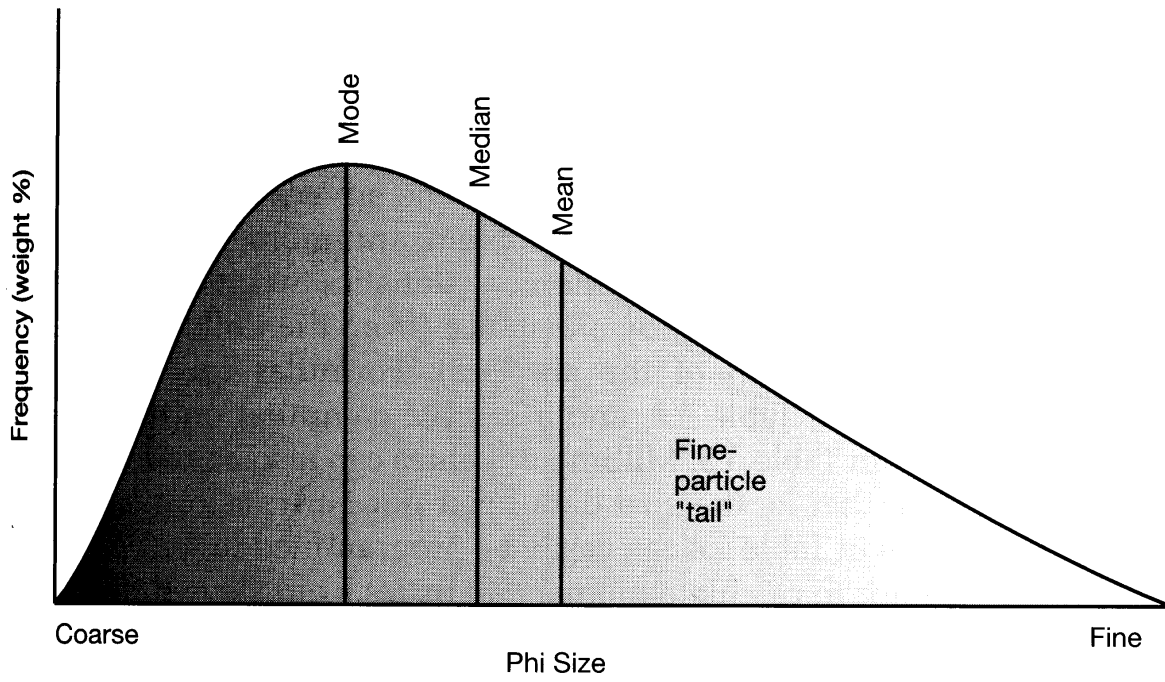
$$sk1 = \frac{\phi16 + \phi84 - 2\phi50}{2(\phi84 - \phi16)} + \frac{\phi5 + \phi95 - 2\phi50}{2(\phi95 - \phi5)}$$

مقدار SKI یک عدد کامل است و این مقدار را همیشه با علامت مثبت یا منفی نشان می دهند مگر در مواقعی که منحنی بصورت متقارن باشد که در این حالت مقدار آن برابر با صفر است. فولک در سال 1974 مقیاسی برای کج شدگی ارائه و به شرح زیر آن را طبقه بندی کرده است.

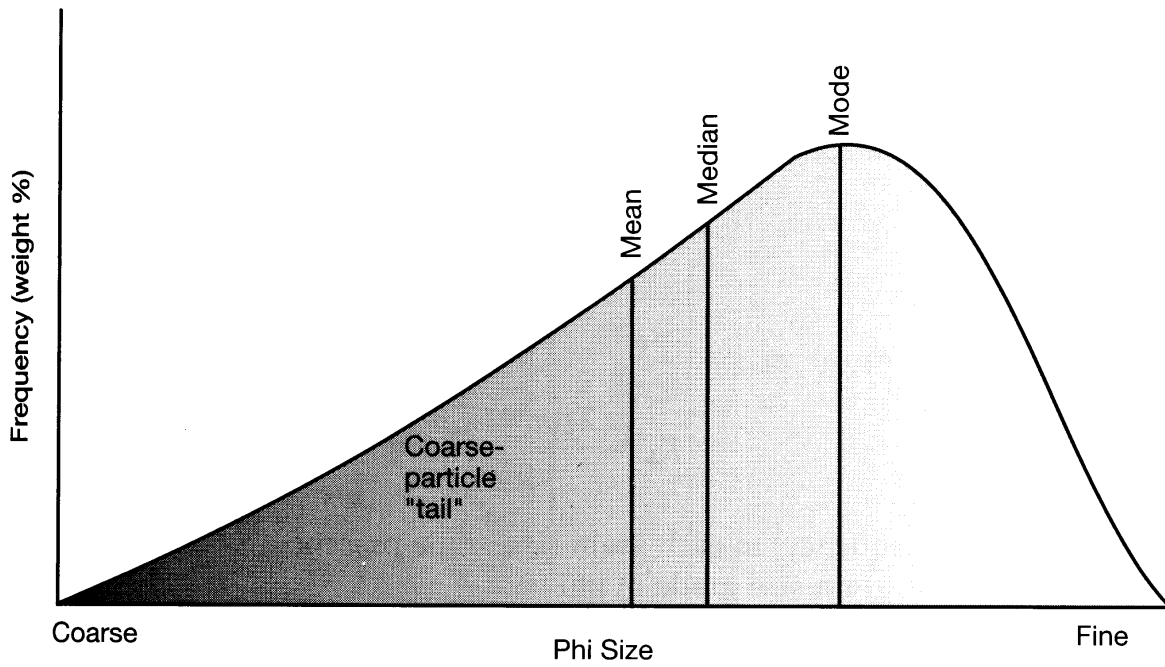
کج شدگی	$\alpha_{\phi}$
Strongly fine skewed	+0.30 - +1
Fine skewed	+0.1 - +0.3
Near symmetrical	-0.1 - +0.1
Coarse skewed	-0.3 - -0.1
Strongly coarse skewed	-1 - -0.3

جدول 2-3 طبقه بندی فولک در تعیین میزان کج شدگی

**A. Positively (fine) Skewed**



**B. Negatively (coarse) Skewed**



شکل 3-3 منحنی های فراوانی نامتقارن A: مثبت B: منفی

4-اندازه گیری کشیدگی یا نوک تیزی منحنی ها: کورتوسز (kurtosis) عبارت است از

اندازه گیری نوک تیزی یا کشیدگی منحنی توزیع ذرات که از نسبت جورشدگی دنباله منحنی به

جورشدگی قسمت وسط منحنی به دست آمده و با فرمول  $kG = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$  محاسبه می

گردد. اگر قسمت وسط دارای جورشدگی بهتر باشد منحنی کشیده تر و به نام لپتوکورتیک

(leptokurtic) و اگر دنباله دارای جورشدگی بهتر از قسمت وسط باشد منحنی پهن تر و پلتی

کورتیک (platykurtic) نامیده می شود.

فولک (1974) مقیاسی برای طبقه بندی کشیدگی منحنی ها به شرح زیر ارائه کرده است.

very platykurtic کمتر از 0.67 بسیار پهن

platykurtic از 0.67 تا 0.9 پهن

mesokurtic از 0.9 تا 1.11 متوسط

leptokurtic از 1.11 تا 1.5 کشیده

very leptokurtic از 1.5 تا 3 بسیار کشیده

extremely leptokurtic بیشتر از 3 بی نهایت کشیده

شکل 3-4 پارامترهای آماری و درصد رس، سیلت، ماسه، گراول و نام رسوب برای نمونه ای از

رسوبات دریای عمان را نشان می دهد.

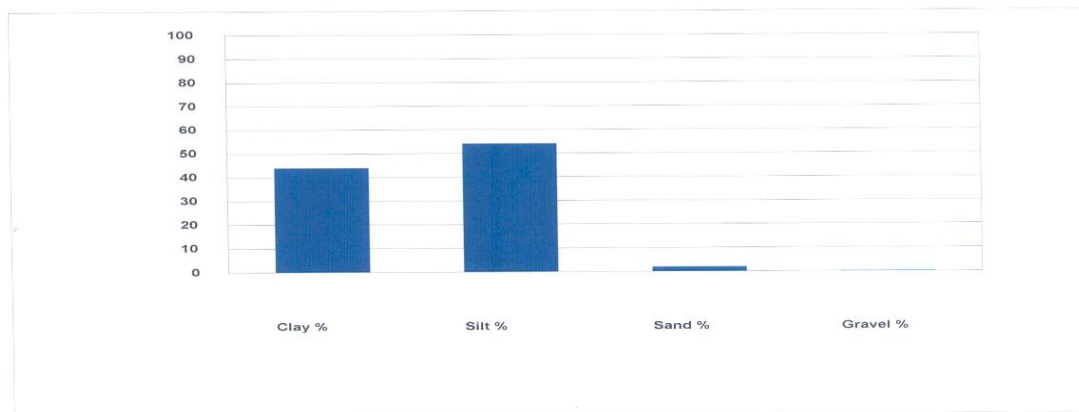
در شکل مذکور درصد دانه بندی، درصد و منحنی تجمعی آنرا ملاحظه می نمایید.

## Wet Laboratory\_Grain Size sheet

Sample no: B-18

Area: Bir

Date: 2008/05/17 04:58:13



Clay = 43.872 %	Silt = 54.057 %	Sand = 1.938 %	Gravel = 0.133 %
-----------------	-----------------	----------------	------------------

Name of Sample = Mud with a little Gravel

Average(MZ)= 6.998

Kurtosis= 0.816 (platykurtic)

Median= 7.212

Inclusive Graphic Standard Deviation= 1.188 (Bad Sorting)

Inclusive Graphic Skewness= -0.314 (Strongly coarse Skewed)

شکل 3-4 پارامترهای آماری و نامگذاری نمونه و درصد رس، سیلت، ماسه و گراول را نشان می دهد

پس از اخذ نتایج حاصل از بررسی های آزمایشگاهی مختلف از قبیل دانه بندی - کانی شناسی، تجزیه

شیمیایی، مطالعات SEM، مقاطع نازک، مورفومتری و مورفوسکوپی، مطالعه فرامینفرهای رسوبات

برداشت شده توسط گرب و یا مغزه گیر پردازش داده ها و تجزیه و تحلیل نهایی صورت می گیرد.

## کاربردهای نقشه های توزیع تیپ رسوبات سطحی:

مطالعات زمین شناسی دریایی در کشور ما بعلا داشتن دریای خزر که وسعت 50000 کیلو متر مربع مربوط به ایران است بخشهای ایرانی خلیج فارس به وسعت 110000 کیلو متر مربع و همچنین قسمتی از دریای عمان بسیار با اهمیت است و مدیریت زمین شناسی دریایی از طلایه داران و پیشگامان این مطالعات و تحقیقات در کشورمان محسوب می شود.

اهداف مطالعات زمین شناسی دریایی، شناسایی زمین شناسی بستر و زیر بستر دریا، شناسایی پتانسیل های اقتصادی از قبیل منابع هیدرو کربنی جدید مانند هیدراتهای گازی منجمد، اکتشاف منابع معدنی مانند منگنز و فسفات، اکتشاف پلاسرها و کانی های سنگین، استحصال املاح با ارزش از دریا شناسایی آلودگی های زیست محیطی از قبیل آلودگی فلزات سنگین مانند سرب، روی، کروم، نیکل، وانادیم، کادمیم تعیین آب و هوا، جغرافیا و اکولوژی گذشته، انجام بررسی های باستان شناسی و کشف اشیاء گمشده و غرق شده، کشف مناطق ریسک پذیر و مخاطرات زمین شناسی دریاها از قبیل سونامی، تعیین نوسانات سطح آب دریاها و پیش بینی تغییرات آینده آن و هم چنین بررسی سیستماتیک سواحل و پهنه های آبی کشور با اولویت فلات قاره و شناخت فاکتورهای تاثیر گذار و نحوه تاثیر پذیری سواحل است که به صورت گزارش و اطلس نقشه هایی با مقیاس 1:1 00/000 ارائه می شود.

با کمک داده های مربوط به دانه بندی رسوبات، نقشه پراکندگی انواع رسوبات از قبیل پراکندگی گرانول، ماسه، سیلت، رس، نقشه توزیع تیپ رسوبات سطحی و نقشه های توزیع کلسیت و دولومیت

تهیه شده است که نمونه ای از نقشه توزیع گرانول در رسوبات سطحی خلیج چابهار را در شکل 3-5 می بینید. از این نقشه ها می توان جهت بهره گیری از امکانات بالقوه و بالفعل پهنه های آبی بهره برد.

چند مورد از کاربرد نقشه های توزیع اندازه رسوبات بستر دریا به قرار ذیل است:

1- تولید اطلاعات پایه جهت انجام هر گونه پروژه مهندسی از قبیل احداث بنادر، موج شکن، اسکله، توسعه شهرهای ساحلی.

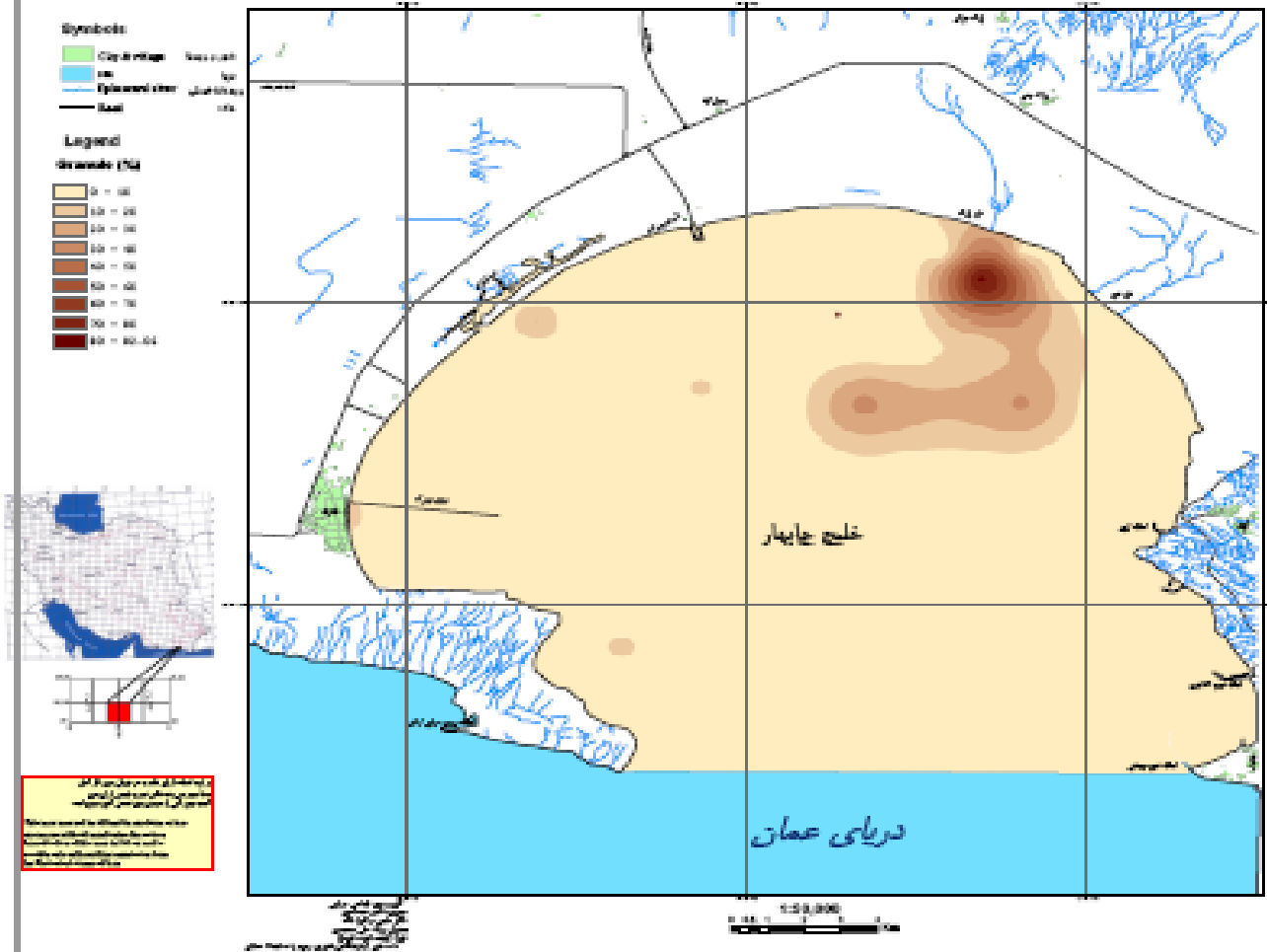
2- مکان یابی مناسب جهت انتقال خطوط لوله انتقال نفت، گاز، فیبرنوری در بستر دریا.

3- فراوانی ماهیها و سایر منابع زنده دریایی متناسب با تیپ رسوبی است یعنی درهر تیپ رسوب، یک مجموعه خاص از ماهیها یافت می گردد.

4- تعیین خاستگاه رسوبات، در محل هایی که مشکل تجمع رسوب وجود دارد مانند پشت اسکله ها، موج شکن، سدها و ... منشاء اصلی رسوبات مشخص می شود تا با برنامه ریزی صحیح ورود رسوبات به حوضه را بتوان کنترل نمود.

5- مناطق تحت فرسایش و رسوبگذاری ساحلی شناسایی می شود لذا بخشهایی از ساحل که رو به افزایش است (بدلیل رسوبگذاری) و یا بخشهایی که رو به تخریب است (بدلیل فرسایش) مشخص می شوند این امر جهت شناسایی مکان های مناسب جهت تاسیس و توسعه سازه های دریایی و ساحلی کاربرد دارد.

نقشه توزیع گرانول در رسوبات سطحی خلیج چابهار



شکل 3-5 نقشه توزیع گرانول در رسوبات سطحی خلیج چابهار



## منابع و مأخذ

### منابع فارسی:

- 1- رسوب شناسی، موسوی حرمی، رضا، 1367، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی
- 2- رسوب شناسی کاربردی / م - داگلاس دبلیو. لوویس، دیوید مک کونچی، 1949 ترجمه موسوی حرمی، رضا، محبوبی، اسدالله، تهران مرکز نشر دانشگاهی 1382
- 3- ژئوشیمی رسوبی / موءلف محمد حسین آدابی، پاییز 1383 ناشر آراین زمین
- 4- سنگ شناسی کربناته (ارتباط دیاژنز و تکامل تخلخل)، تالیف دکتر حسین رحیم پور بناب، 1383، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران
- 5- زمین شناسی دریایی تألیف حسن داداشی آرانی تهران: دانشگاه پیام نور، 1384
- 6- اصول لیزر سوولتو، اوراسیو، مترجم دکتر اکبر حریری، دکتر حسین گل بنی
- 7- روشهای بررسی مغزه (core) در مطالعات زمین شناسی دریایی، مدیریت زمین شناسی دریایی 1386 / نادر چنانی، نسرین رحیم زاده
- 8- لیزر؛ تکنولوژی جدید نور؛ تالیف چارلن بیلینگز ترجمه ناصر مقبلی

- 1- Ackers, P. and white, w: “ sediment transport: new approach and analysis “ J. Hydraul . Div vol.99 , 1973
- 2- Alena Mudroch . Scott D.Macknight Techniques for Aquatic Sediments Sampling ,second edition ,1991
- 3- Baba, d. and komar, P .D: “ measurement and analysis of settling velocities of natural quartz sand grains “ . J. sediment petrol. Pp 631 – 640 1981
- 4- Douglas w.Lewis, David Mc. Conchie chapman & Hall, 1994 Analytical sedimentolog
- 5- Folk, R.L., (Petrology of sedimentary rocks), Hemphill publishing Co, Atin, Texas, 1974
- 6- Folk, R.L. “The distinction between grain – size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature” Geol, vol.62.1954
- 7- komar, P.D. and Reimers, C.E: “ Grain shape effects on settling rates “ J. Geol pp. 139 – 209 1978
- 8- Krumbein, W.C.1934, size frequency distribution of sediments: Jour, sed. Petrol.V.4
- 9- Multiple light scattering in laser particle sizing Alexander A.kokh anovsky and Reiner weichert
- 10- Robert E.carver : Procedures in sedimentary petrology university of Georgia Athens, Georgia pp.511-531 ,1970
- 11- van Rijn, L.C.: “ sediment transport, part 1 : bed load transport”, d. Hydraul. Eng. ASC E 110, pp.1431 – 1456, 1984 a
- 12- Visher, G.s./1969, Grain size distribution and depositional process: Jour. Sed. Petrol .V.39