

بسمه تعالی

# آزمایشگاه مکانیک خاک

دکتر سعید خرقانی

# آزمایش‌ها

- ۱- آزمایش دانه بندی
- ۲- آزمایش هیدرومتری
- ۳- آزمایش وزن مخصوص دانه ها
- ۴- آزمایش حد و دانه اتربرگ
- ۵- آزمایش تراکم (پروکتور)
- ۶- آزمایش نفوذ پذیری خاک
- ۷- آزمایش معادل ماسه

# آزمایشها

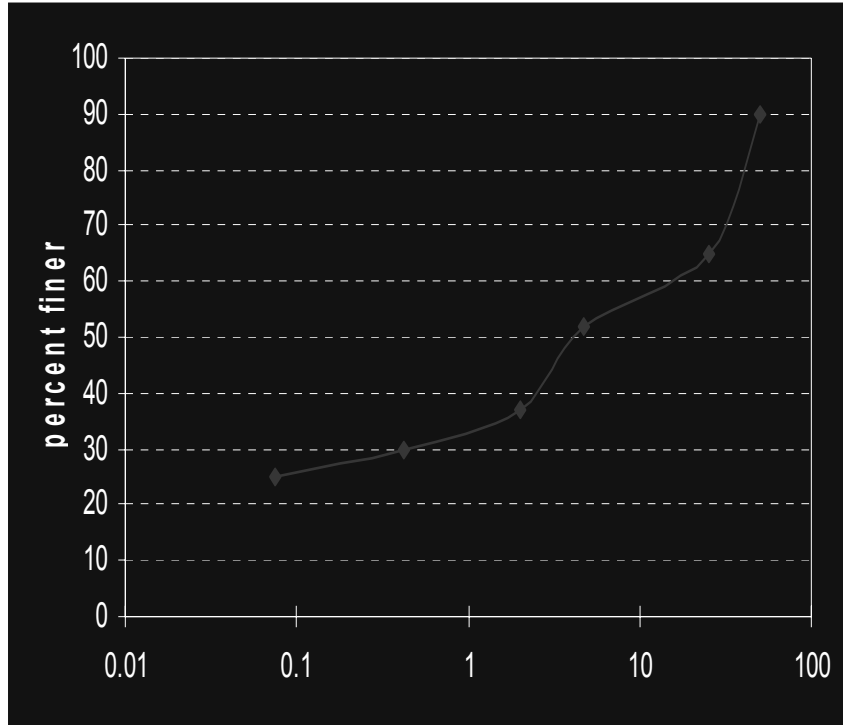
- ۸- آزمایش تعیین ضریب CBR
- ۹- آزمایش تعیین دانسیته در محل
- ۱۰- آزمایش فشار تک محوری
- ۱۱- آزمایش سه محوری
- ۱۲- آزمایش تحکیم (ادیومتری)
- ۱۳- آزمایش برش مستقیم

# آزمایش دانه بندی خاک



- منظور از دانه بندی يك خاک تعیین در صد وزني دانه هاي با حدود و اندازه هاي مختلف است كه خاک مورد نظر را تشكيل مي دهند
- دانه بندی خاکهاي درشت دانه با روش الك کردن معين مي شود
- خاک را از تعدادي الك عبور مي دهند و خاک مانده بر روي هر الك توزين مي گردد و سپس در صد وزني خاک رد شده از الك محاسبه مي گردد

# آزمایش دانه بندی خاک



- توزیع اندازه های یک خاک به صورت منحنی نیمه لگاریتمی نشان داده می شود عرض نقاط واقع بر این منحنی درصد وزنی دانه های کوچکتر از اندازه ای است که بر روی محور طولها داده شده است

# آزمایش دانه بندی خاک

- اندازه موثر دانه ها  $D_{10}$  :  $\diamond 10\%$  دانه هاي خاك از آن كوچكتر است.

- ضريب يكنواختي خاك :  $C_u = D_{60}/D_{10}$

- ضريب خميد گي يا انحناء :  
 $C_c = D_{30}^2 / D_{60} \times D_{10}$

# آزمایش دانه بندی خاک

- نحوه انجام آزمایش دانه بندی به روش خشک:

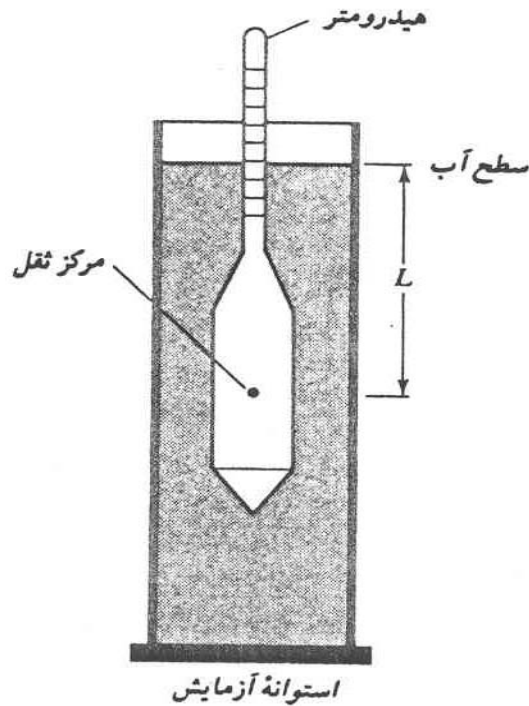
- يك مقدار مشخص از خاک (۷۰۰ گرم يا ۱ ويا ۲ كيلوگرم) كاملا خشك و كلوخه هاي آن پودر شده و از ستوني از الكهاي استاندارد كه در ته آنها زير الك قرار دارد، گذرانده مي شود و سپس مقدار تجمعي درصد عبوري از هر الك تعيين مي شود

# آزمایش هیدرومتری

- دانه بندی خاکهای ریز دانه را می توان با استفاده از روش ته نشینی تعیین کرد این روش مبتنی بر قانون استوکس است که مربوط به سرعت سقوط ذرات کروی شکل معلق در مایعات می باشد. ذرات بزرگتر سرعت سقوط بیشتری دارند و ذرات کوچکتر با سرعت کمتر ته نشین می شوند.

# آزمایش هیدرومتری

- دانه بندی با هیدرومتر:



- در این آزمایش ۵۰ گرم از خاک خشک و پودر شده مورد استفاده قرار می گیرد

- قبل از آزمایش مواد پراکننده (۱۲۵ سی سی محلول  $\text{Ca}$  در صد هگزامتافسفات سدیم) اضافه می شود

# آزمایش هیدرومتری

- خاک مدت ۱۶ ساعت در محلول پراکننده خیس خورده، آب مقطر به محلول اضافه شده کاملاً بهم می خورد. سپس محلول در استوانه آزمایش ریخته می شود و آنقدر آب مقطر به محلول رقیق شده اضافه می شود تا سطح آن به علامت ۱۰۰۰ میلی متر برسد، سپس هیدرومتر در داخل محلول قرار داده می شود. قرائت هیدرومتر انجام گردیده و با استفاده از قانون استوکس می توان قطر بزرگترین ذره در حال تعلیق را در زمان  $t$  بدست آورد.

# آزمایش هیدرومتری

• D : قطر ذره خاک

•  $G_s$  : چگالی دانه

های ذرات خاک

•  $\eta$  : ویسکوزیته آب

•  $\gamma_w$  : وزن مخصوص آب

• L : طول موثر (فاصله

مرکز ثقل هیدرومتر تا  
سطح آب)

• t : زمان

$$D = \sqrt{\frac{18\eta}{(G_s - 1)\gamma_w}} \sqrt{\frac{L}{t}}$$

# آزمایش وزن مخصوص دانه ها

- این آزمایش در وسیله ای به نام پیکنومتر بر اساس قانون ارشمیدس انجام می گردد.
- حجم پیکنومتر بر اساس نوع خاک (شن؛ ماسه؛ لای ورس) تعیین می گردد.
- مقدار معتنا بهی خاک خشک مانده روی الک شماره ۴ (شن)؛ مانده روی الک شماره ۲۰۰ (ماسه)؛ رد شده از الک ۲۰۰ (لای یا رس) وزن می کنیم ( $W_s$ ).

# آزمایش وزن مخصوص دانه ها

- پیکنومتر را پر آب مقطر نموده درب آن را می بندیم بطوریکه هیچ هوایی در آن باقی نماند (می توان از حرارت شعله برای خروج هوا استفاده نمود) سپس آن را وزن ( $W_{bw}$ ) می نماییم.
- پیکنومتر را تخلیه نموده؛ خاک خشک را داخل آن ریخته به آرامی آب مقطر به آن اضافه می نماییم؛ در حین اضافه نمودن باید هوای داخل خاک بخوبی تخلیه گردد (می توان از حرارت استفاده نمود) تا پیکنومتر کاملاً پر شود؛ سپس درب پیکنومتر گذاشته شده و مجموعاً وزن می گردد ( $W_{bws}$ ).
- وزن آب جابجا شده هم حجم دانه های خشک خاک از رابطه بعد محاسبه می گردد.

# آزمایش وزن مخصوص دانه ها

$$W_w = W_s + W_{bw} - W_{bws} \quad \bullet$$

- در صورتیکه وزن بر حسب گرم اندازه گیری شده باشد، حجم جابجا شده آب بر حسب سانتیمتر مکعب محاسبه شده است.
- چگالی دانه های جامد از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$G_s = aW_s / W_w$$

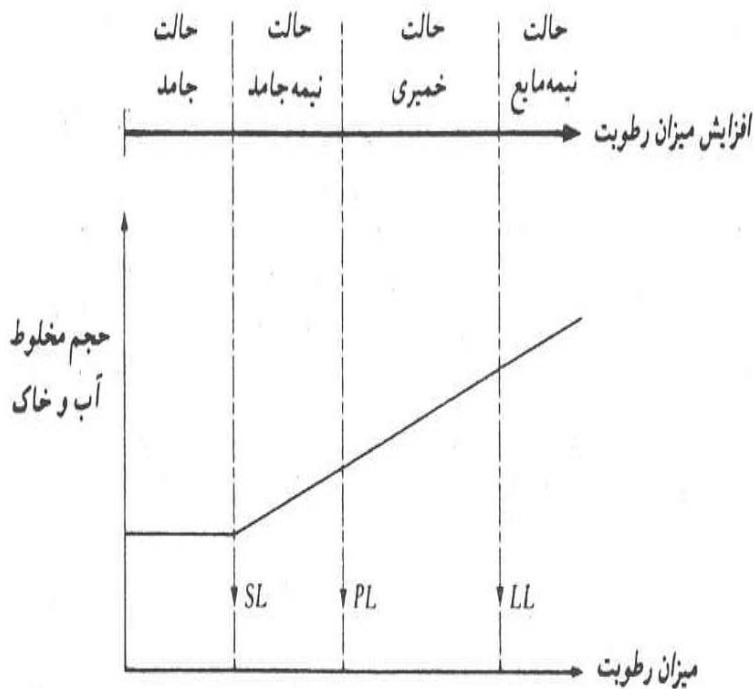
# آزمایش حدود اتربرگ

- بسته به میزان رطوبت، خاک می تواند حالات مایع، خمیری یا پلاستیک، نیمه جامد و جامد به خود میگیرد.
- حد روانی وحد خمیری بنا بر میزان رطوبت موجود در خاک، که حدود اتربرگ نامیده می شوند و توسط آزمایشهای استاندارد تعیین می گردند.
- نمونه خاکی که برای انجام این آزمایش بکار می رود بخشی از خاک است که از الک شماره ۴۰ (۰.۴۲۵ میلیمتر) گذشته است.
- plastic limit(pl)  $W_p$  liquid limit(ll)  $W_l$

# آزمایش حدود اتریرگ

- تغییر حالت خاک از نیمه جامد به جامد در حد انقباض صورت می گیرد، طبق تعریف حد انقباض میزان رطوبتی است که در آن حجم خاک به کمترین مقدار خود ضمن خشک شدن می رسد.

- Shrinkage limit(sl)

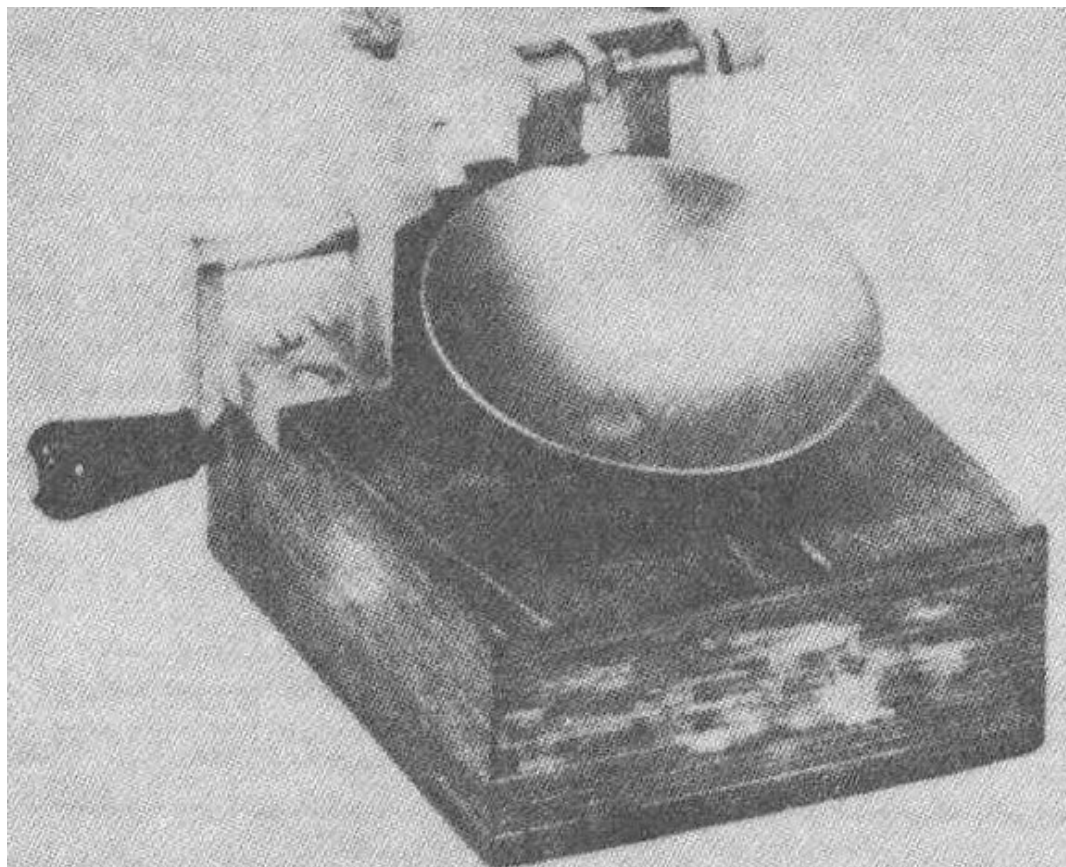


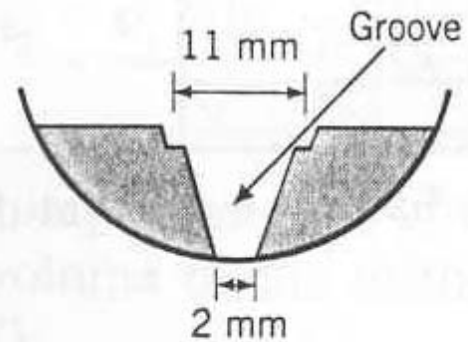
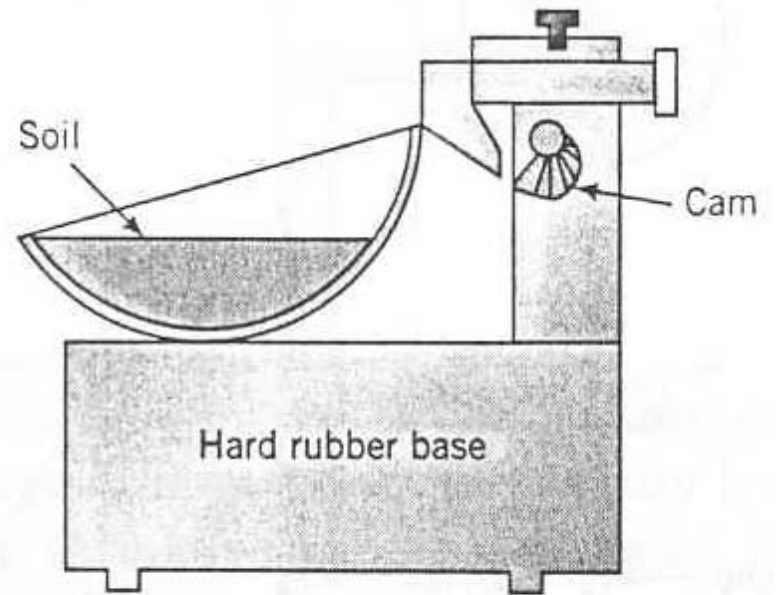
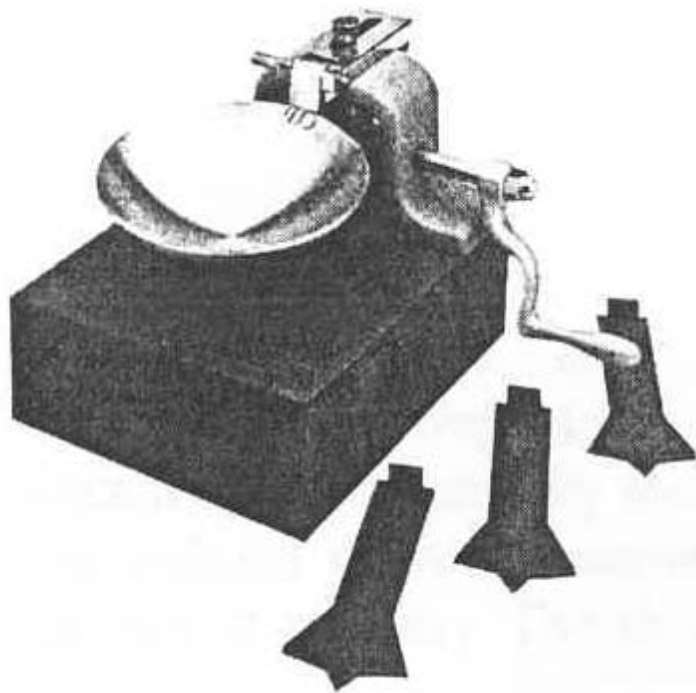
# آزمایش حدود اتریرگ

دامنه خمیری  $I_p = W_l - W_p$  •

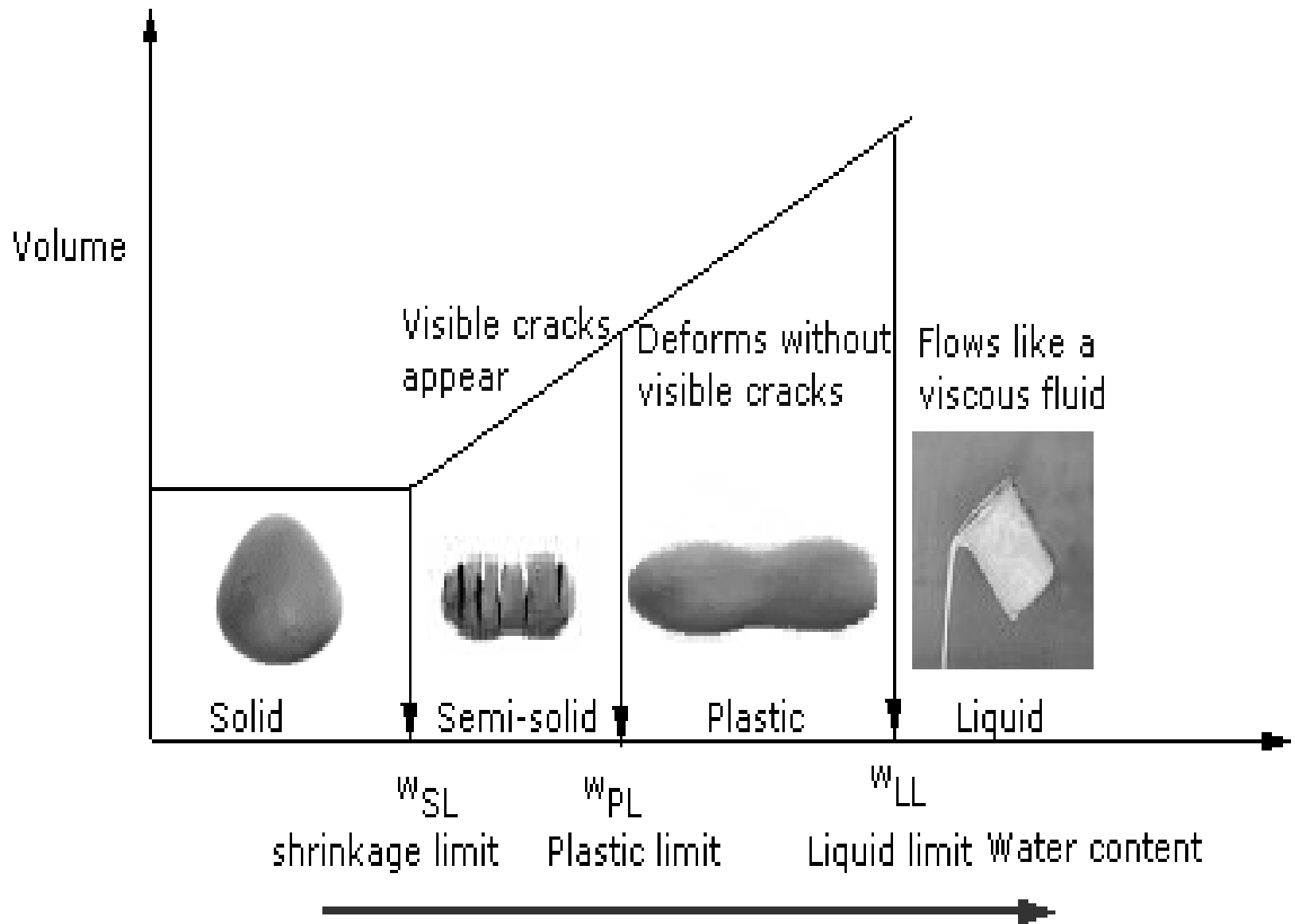
نشانه روانی  $I_l = (W - W_p) / I_p$  •

# آزمایش حدود اتریرگ



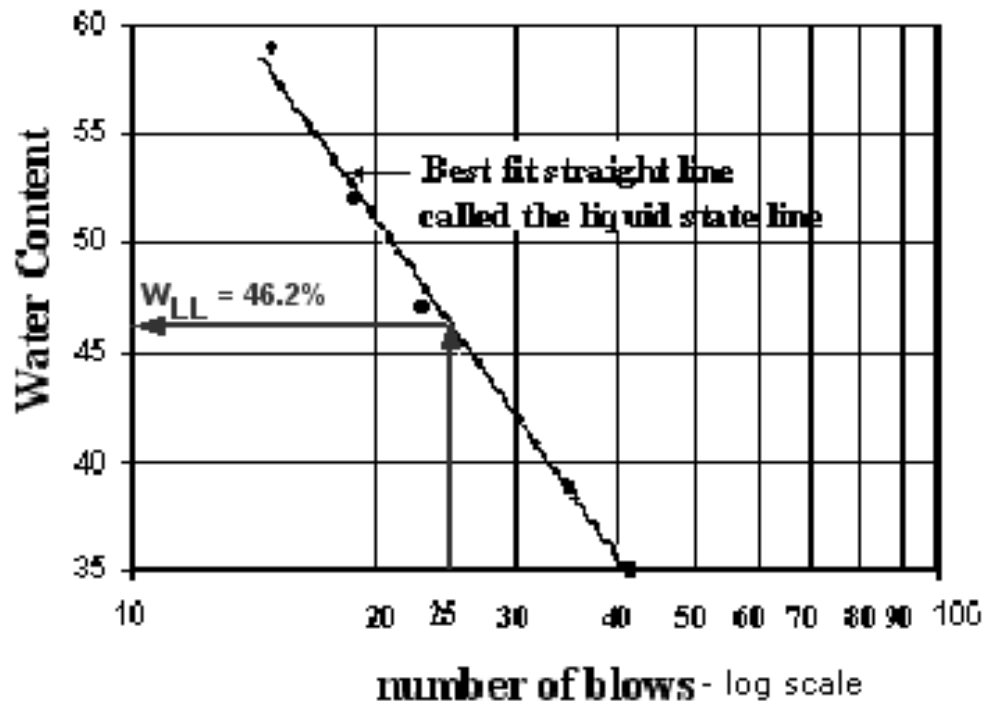


Cup apparatus for the determination of liquid limit

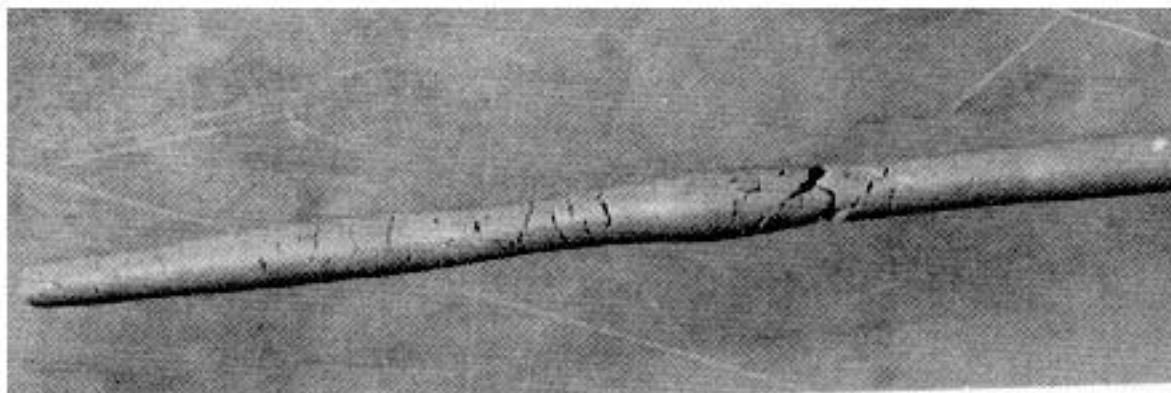


# آزمایش حدود اتریرگ

HOW TO DETERMINE LIQUID LIMIT.



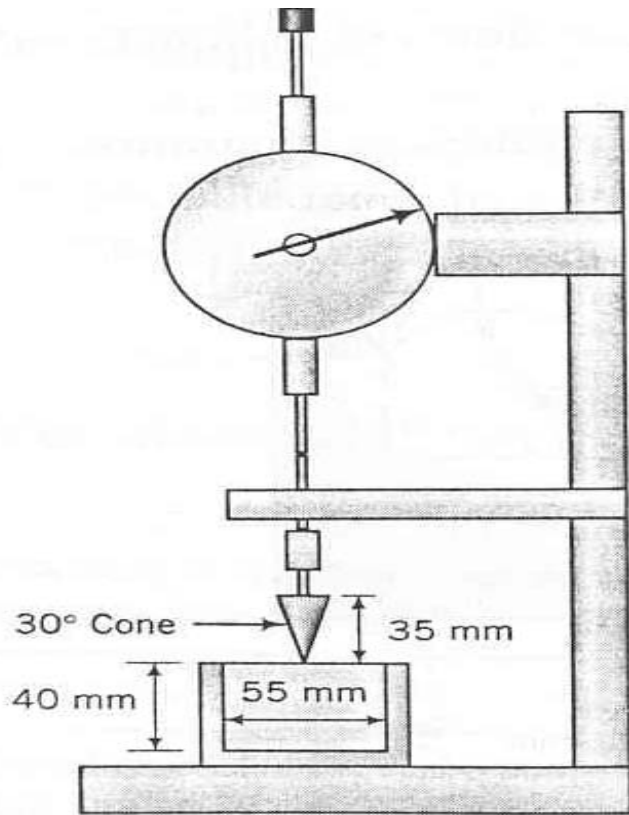
# آزمایش حدود اتریرگ



فتیله ۳ میلیمتری در حد پلاستیک

# آزمایش حدود اتربرگ

- استفاده از نفوذ مخروط فلزی
- برای تعیین حدود اتربرگ



Fall cone apparatus.

