بررسی و تطبیق انواع رسوبات در امتداد خیابان شاهرضا ـ تهران

نوشتهٔ :

اسد ایران پناه (Ph. D.) پرویز میرچوپان (M. S.)

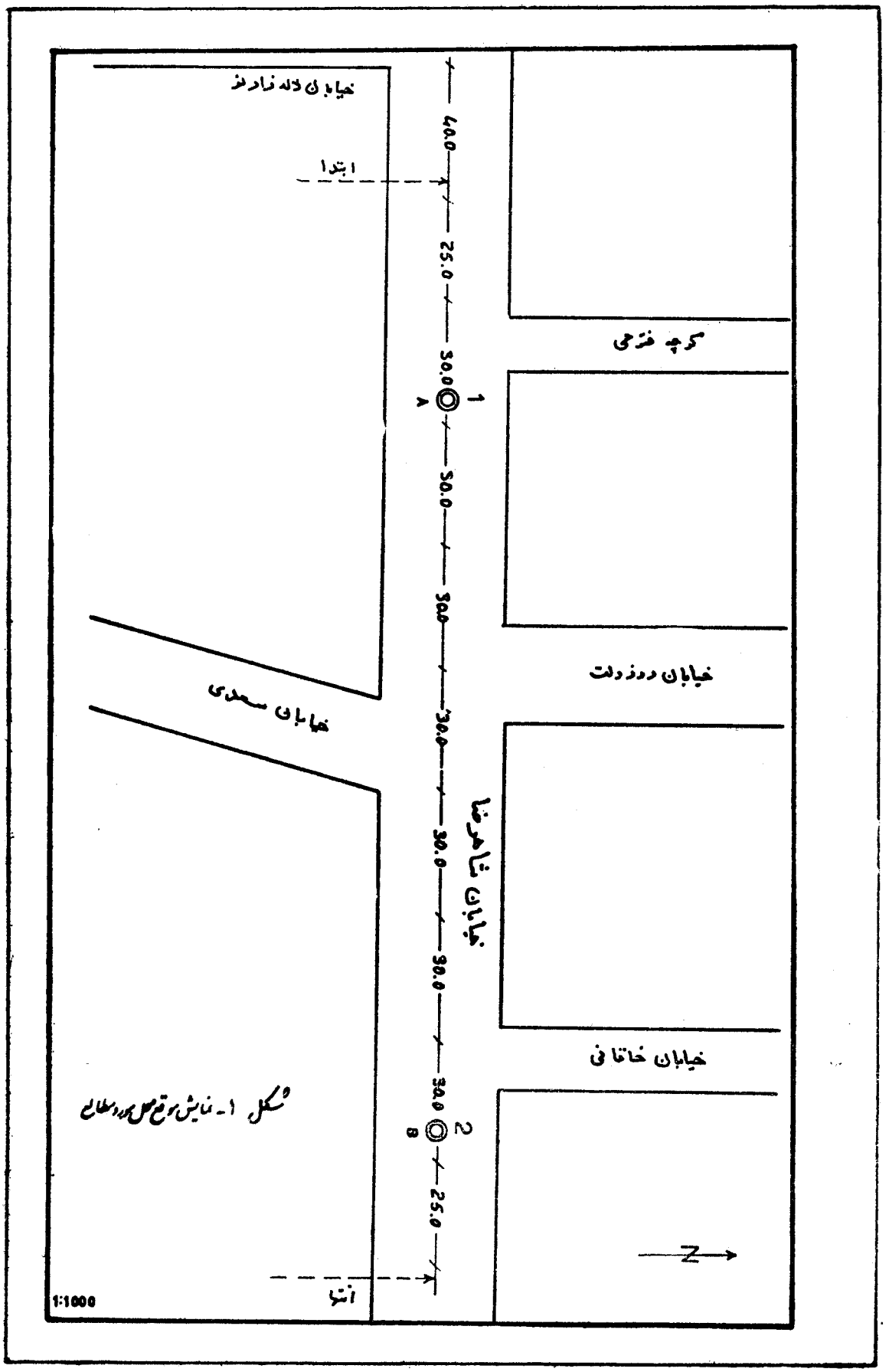
دانشکده علوم - دانشگاه تهران

مقدمه

برای پروژه پل هوائی دروازه دولت در امتداد خیابان شاهرضا نوع رسوبات خیابان مورد نیاز بود. ابتداء وانتهای بروژه در شکل (۱) مشخص شده است. قرار بود پایه‌های پل مزبور در امتداد چمن کاری وسط خیابان گسترده شود و باتوجه به بار احتمالی پایه‌ها بررسی نوع رسوبات تا عمق ۴۰ - ۲۰ متر ضروری بود. در این مسیر طبق اظهار اهالی محل در زمان قدیم خندقی حفر شده و بعداً پر شده بود و بنابراین لازم بود که ضمن بررسی نوع رسوبات عمق خاك دستی روشن گردد.

روش مطالعه

بعلت وجود ترافیك و تیرآهن ولوله آب استفاده از دستگاههای کوچك ژئوفیزیکی مانند دستگاه صوتی (Terra Scout) و مقاومت سنج الکتریکی (Resistivitimeter) برای بررسی یک نواختی رسوبات در این مسیر ممکن نبود. حفاری چاه نیز با اشکالات زیادی همراه بود لذا میبایستی تعداد چاه‌ها حداقل باشد. دستگاه بسیار مفیدی که دراین موارد بخوبی میتوان ازآن بهره برداری نمود ویک‌نواختی رسوبات را درطول مسیر معیین کرد (دستگاه Sounding) متأسفانه در دسترس نبود. بنابراین قرارشد که دوحلقه‌چاه درچمن کاری‌وسط‌خیابان‌شاهرضا در نقاط A و B که درشکل (۱) نشان داده شده حفر گردد ونوع رسوبات بدقت متر بمتر مشخص شود. بدیهی است چنانچه مصالح چاه هاخاك دستی باشد امکان تشابه مصالح دو چاه خیلی بعید است چون با توجه به عدم وجود ماشینهای خاك برداری وغیره در زمان قدیم امکان اینکه



شکل ۱ـ نمایش موقع محل مورد مطالعه

شکل ۱

در تمام طول ۱۲۰ متر و در عمق های مختلف خاك پرشده کاملاً یک نواخت و از نظر مشخصات باهم مشابه باشد خیلی کم میباشد. بنابراین بایستی مشخصاتی از رسوبات مورد مطالعه قرار میگرفت که تغییرات عرضی آنها نسبتاً بطی و تااندازه‌ای سیستماتیک‌است‌تا تشخیص رسوبات از خاك دستی آسان گردد. برای این‌منظور آزمایشهای زیر برروی نمونه های مصالح حفاری شده بعمل آمد :

۱ - تعیین مقدار کلر موجود

۲ - تعیین مقدار افت حرارتی

۳ - تعیین مقدار مواد آلی

٤ - آزمایش تعیین سولفاتهای محلول در رسوب

٥ - آزمایش پهنا و درازای سنگ‌ها (شکل دانه های شن وماسه)

٦ - آزمایش رطوبت و دانسته (تراکم) طبیعی در محل

۷ - آزمایش ضربه‌ای در محل

۸ - حد خمیری

۹ - حد روانی

۱۰ - دانه‌بندی

پنج آزمایش آخری در مورد رسوبات‌اصفهان نیز انجام شده است که بطور جداگانه قبلاً در نشریه شماره (۱۷) دانشکده فنی بچاپ رسیده است. نتایج آزمایشات در لوگ چاه‌های ۱ و ۲ اشکال (۲) و (۳) و منحنی دانه‌بندی‌رسوبات نیز در اشکال ٤ و ٥ و ٦ مشخص شده است. ذیلا مختصری از نحوه آزمایشات دیگر تشریح گشته و بعداً برروی نتایج کلی آزمایشات بحث خواهد شد.

تعیین‌مقدار درصد کلروسولفات‌ومواد‌آلی و مقدار افت حرارتی (کاهش وزن نمونه پس ازسوزاندن) آزمایشهاساده‌ای‌است که در هرآزمایشگاه شیمی خاك انجام‌آن میسر است و بنابراین‌در مورد انجام‌آزمایشات مزبور بحثی نخواهد شد. بهرحال برای آشنائی با روش این آزمایشات نظر خوانندگان را بمراجع .
(Akroyd , 1957 ، Lombe , 1951 , Soil Mech. , for Road Engineers, 1964)
جلب می‌نمائیم.

آزمایش پهنا و درازا

برای تعیین اینکه چند درصد از دانه های شن و ماسه هر نمونه پهن و یا دراز میباشد ، اول نمونه شن و ماسه با استفاده از یک سری الک بچند قسمت تقسیم گردید :

مانده روی الک (برحسب اینچ)	رد شده الک (برحسب اینچ)
۲	۲/٥
۱/٥	۲
۱/۲٥	۱/٥
۱	۱/۲٥

BOREHOLE LOG.

BOREHOLE No. 1

LOCATION: Shahreza Street

DATE OF BORING:

Depth m	Symbolic Log	Log sample No	Sample type	Laboratory Description of samples	Moisture Content % (Liquid Limit —, Plastic Limit —) 10 20 30 40 50	Unit Wet Weight gr/cm³ 170 180 190 200	Blows per 30 cm penetration for Raymond sampler or point — and Blows on U4 sampler for 45 cm penetration. — 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220	Cohesion c kg/cm²	Shearing resistance Angle°
0			W						
		1215,17	•	Fill materials: haphazard distribution of clayey silty sandy gravel					
		18,51, 54							
		1220,38	•	and clayey silty gravelly sand	NONE				
		1244	•	Sandy gravel w/very little silt	NONE				
		1249,	•	Sandy gravel w/very little silt					
		1251,	•	sandy gravel w/some silt & clay					
5		1243	•	clayey silty gravelly sand					
		1250	•	Sandy gravel w/some silt & clay					
		1248	•	Sandy gravel w/little silt & clay					
		1255	•	Sandy gravel w/cobblesof 6" size					
		1253	•	Sandy gravel w/some silt & clay					
		1245	•	Sandy gravel w/some silt & clay					
10		1246	•	Sandy gravel w/little silt & clay					
		1283	•	Sandy gravel w/little silt & clay	NONE				
		1276	•	Sandy gravel w/cobbles of over 6" dia					
		1278,92	•	Sandy gravel w/cobbles of over 20" dia	NONE				
		1290	•	Sandy gravel w/little silt & clay					
15		1277	•	Sandy gravel w/little silt & clay					
		1265,71	•	Sandy gravel w/little silt & clay					
		1269	•	Sandy gravel w/little silt & clay	NONE				
		1284	•	Sandy gravel w/little silt & clay	NONE				
		1287	•	Sandy gravel w/little silt & clay	NONE				
20		1275,88	•	Sandy gravel w/little silt & clay					

• Disturbed sample

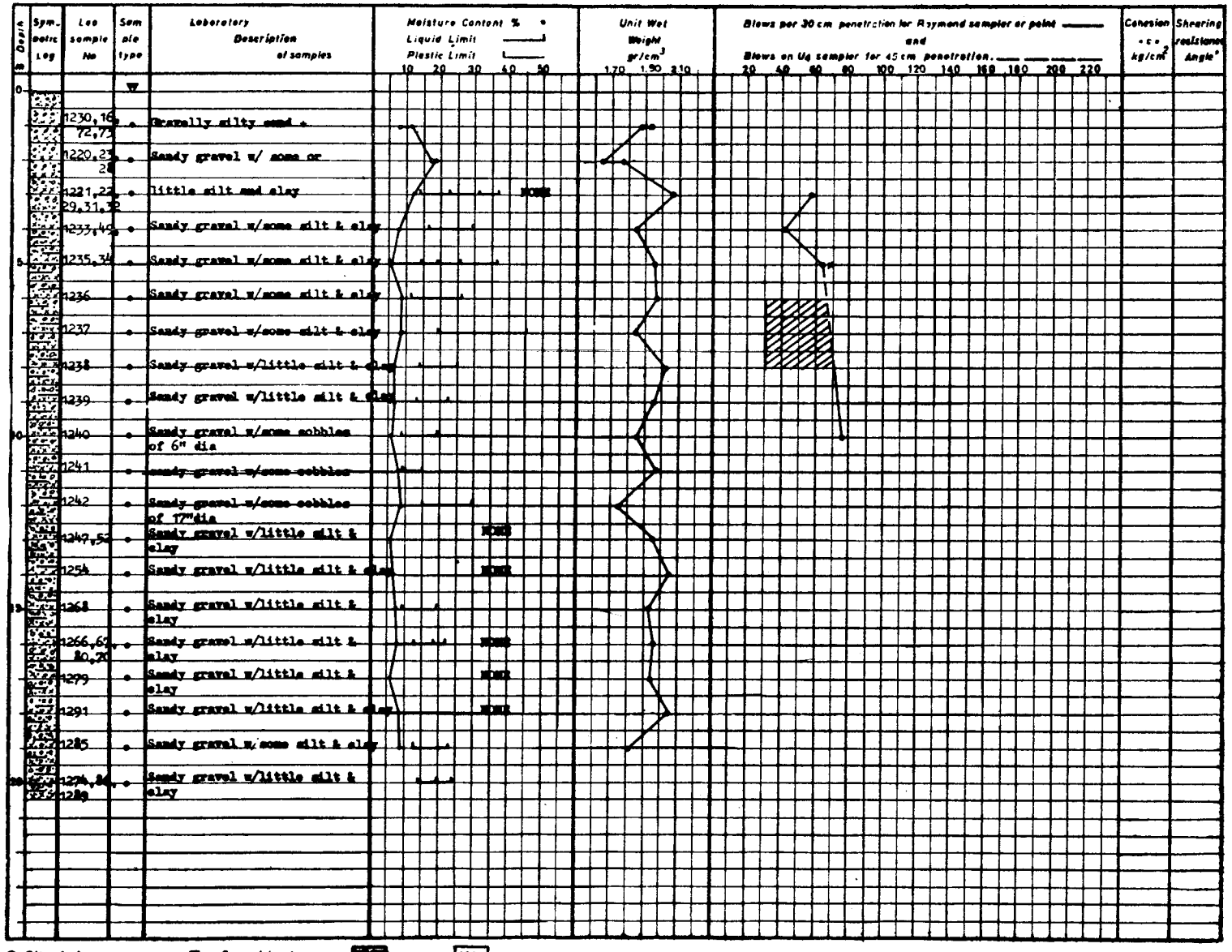
Clay Silt Sand Gravel

شکل ۲- نمایش لاگ چاه شماره یک تهران

BOREHOLE LOG.

BOREHOLE No. 2

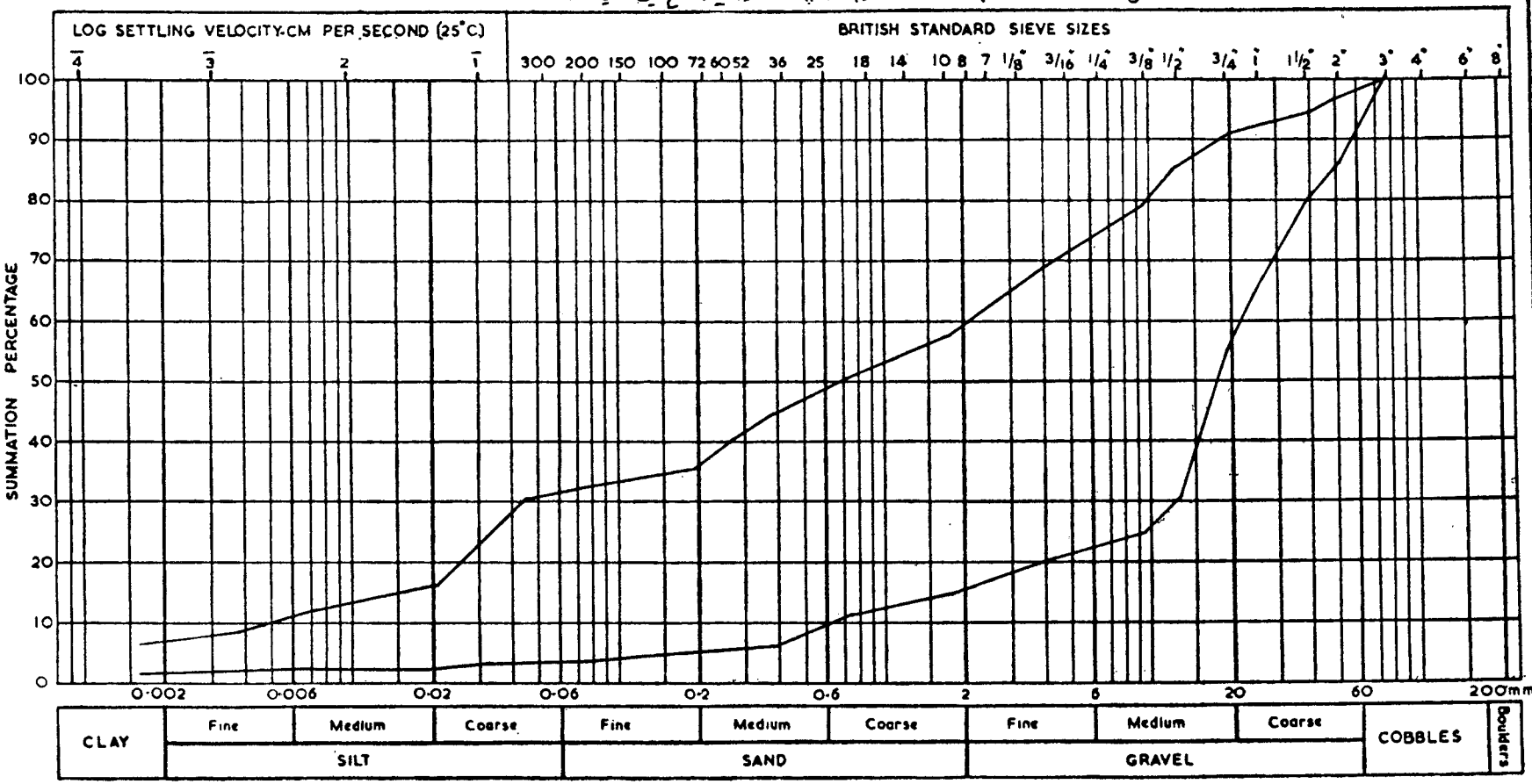
LOCATION: Shahreza — Street



شکل ۳ - لوگ چاه شماره ۲ - تهران

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

شکل ۴ - جدول دانه بندی نمونه های مربوط به چاه شماره ۱ از سطح زمین تا ۴ متری



۳/۴	۱
۱/۸	۳/۴
۳/۲	۱/۲
۱/۴	۳/۸
	۱/۴

جهت تعیین درصد پهنای سنگ‌ها از یک صفحه حلبی سفید استفاده شد. این صفحه حلبی به تعداد فراکسیونهای مذکور شیارهائی داشت که طول و عرض آنها کلاً معین و استاندارد است (استانداردانگلیسی شماره ۸۱۲ ، 1961 ، British Standard) . طول و عرض شیارها برای هرفراکسیون فرق میکند هرچقدر اندازه فراکسیون (دانه‌های شن) ریزتر باشد طول وعرض شیار نیز کمتر میگردد. تک تک دانه‌های هر فراکسیون از شیار مربوطه عبور داده شد. چنانچه دانه‌ها از شیار رد میشد بعنوان دانه‌های پهن بشمارمیآمد و درغیراینصورت‌دانه‌های معمولی محسوب‌میگردید. چنانکه وزن اولیه هر فراکسیون (A) درنظرگرفته شود و وزن دانه‌هائی از فراکسیون که‌از شیار مربوطه رد شده (B) فرض شود مقدار درصد وزنی دانه‌های پهن هر فراکسیون بشرح زیر حساب میشود :

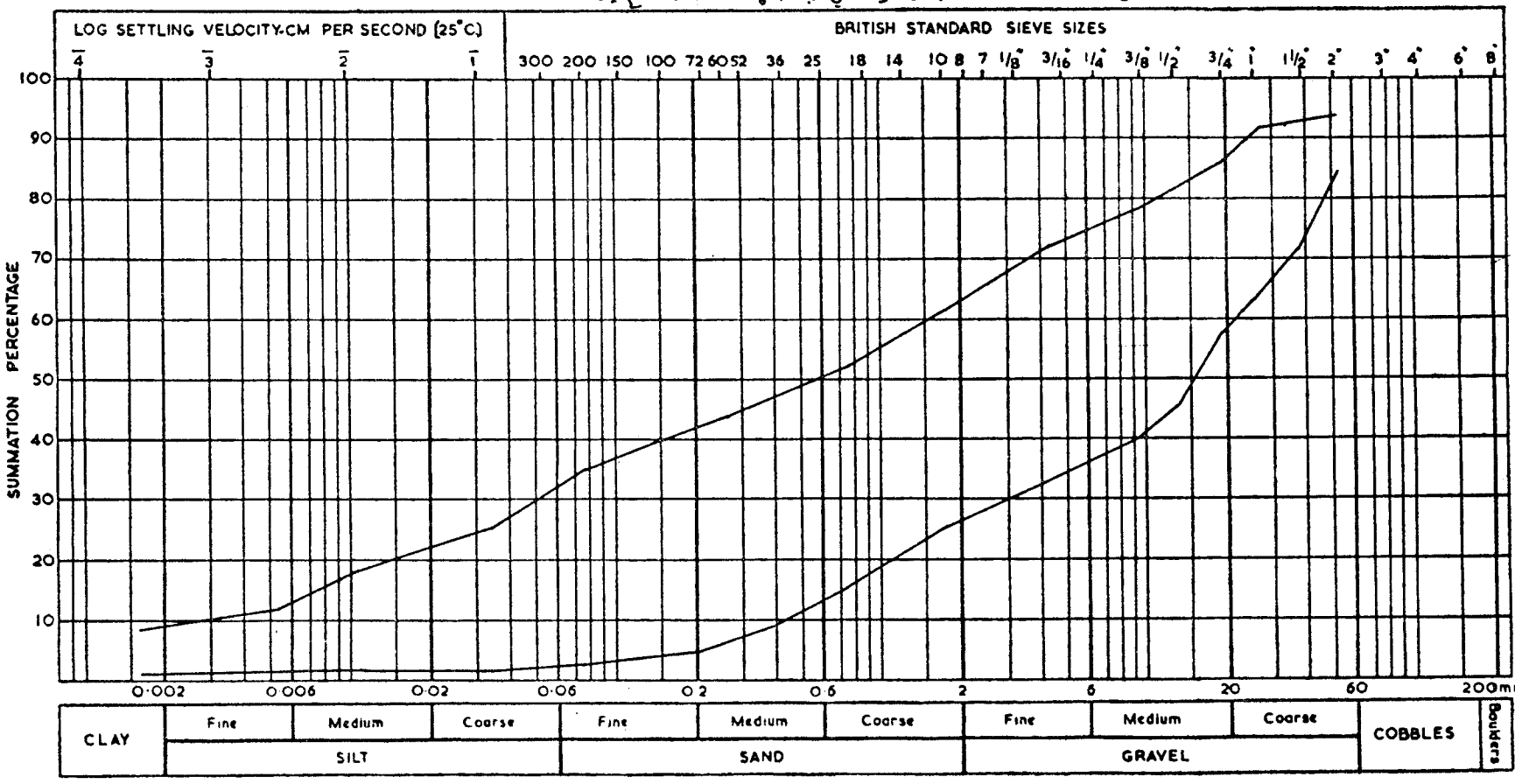
$$F=\frac{B}{A}100$$

بدین‌ترتیب درصد دانه‌های پهن فراکسیونهای مختلف هر نمونه شن و ماسه احتساب گردید. نتایج حاصله در روی یک منحنی نشان‌داده شده است بدین‌ترتیب که محور افقی اندازه فراکسیونها و محور عمودی درصد وزنی پهنای دانه‌ها را مشخص مینماید. این آزمایش برروی سه نمونه از چاه شماره یک در عمق‌های ۰٫۱ متری‌و۱٫۶ متری‌و. ۲متری‌و برروی‌دونمونه‌ازچاه شماره۲ در عمق‌های ۰٫۱ متری‌و. ۲ متری‌انجام شده است (شکل ۸ ـ الف) . دراین شکل بعنوان مثال درصد دانه‌های پهن فراکسیون $\frac{3}{8}$ تا $\frac{1}{2}$ اینچ از نمونه چاه شماره ۲ در عمق ۲۰ متری همچنین‌نمونه چاه شماره یک از عمق ۱٫۶ متری برابر ۴۰ درصدمیباشد شماره هرچاه داخل پرانتز درکنار منحنی مربوطه قید و عمق نمونه نیز باکیفیت خط منحنی‌ها (خط چین ـ ممتد و غیره) مشخص شده است. بعنوان مثال‌درصد دانه‌های پهن فراکسیون ۰٫۲۵ ـ ۰٫۱ اینچ نمونه‌چاه شماره۲ درعمق ۰٫۱ متری برابر ۳۰ درصد است.

جهت تعیین دانه‌های درازشن و ماسه از یک قطعهٔ چوبی استفاده‌گردید که در روی آن بفواصل مختلفی میخ کارگذاشته شده بود. فواصل میخ ها استاندارد بوده (استاندارد انگلیسی شماره ۸۱۲ British Standard , 1961) و برای فراکسیونهای بزرگتر فاصله بزرگتری در نظرگرفته شده بود. تک تک دانه‌های هرفراکسیون بطور طولی از فاصله دو میخ مربوطه ردمیشد. هرکدام از دانه‌ها که از فاصله رد نمیشد بعنوان دانه دراز محسوب میگردید. اگر وزن اولیه فراکسیون را (A) و وزن مقداری از

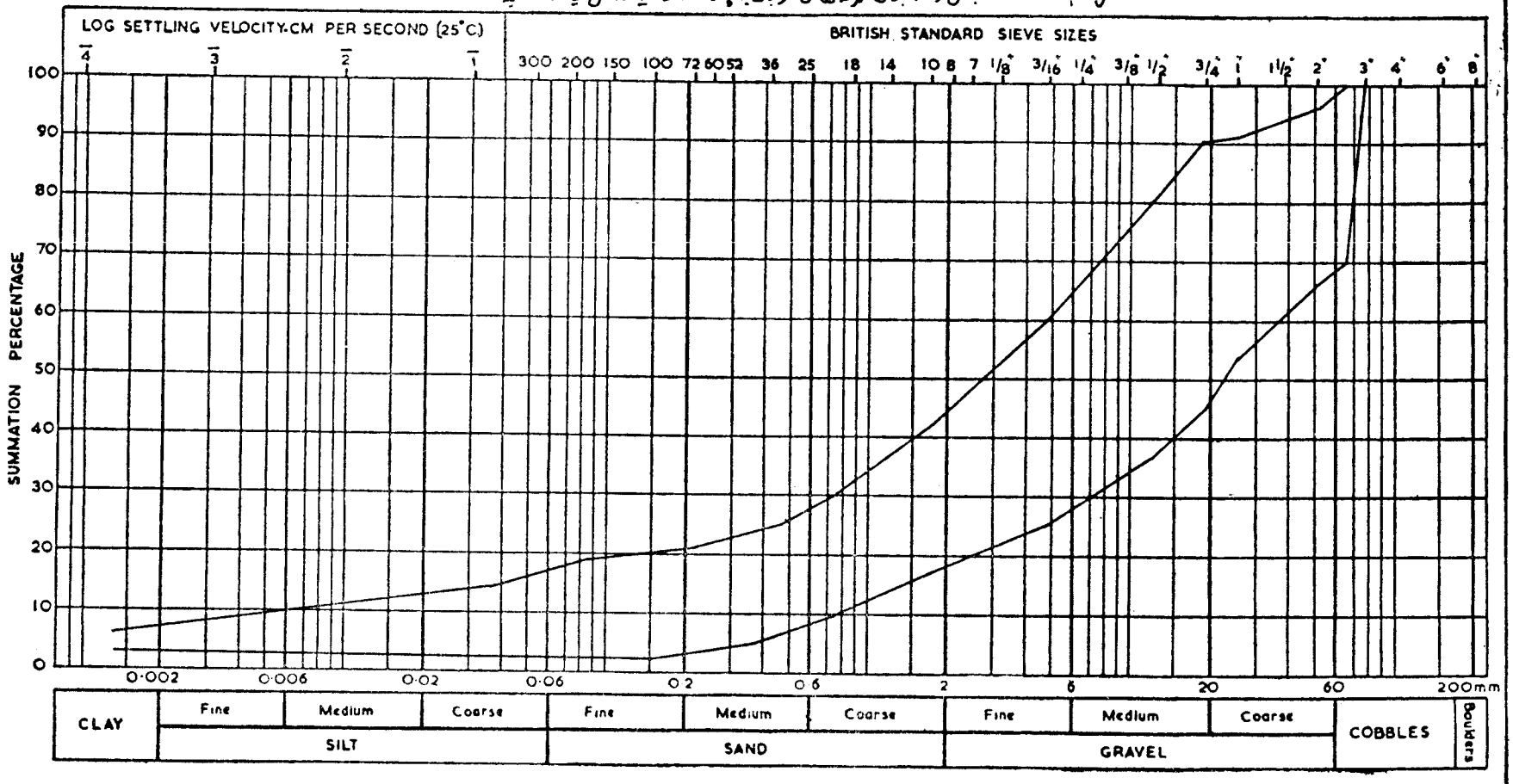
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

شکل ۵ - منحنی دانه بندی نمونه آبی مربوط به چاه شماره ۲ از سطح زمین تا ۱۰ متری



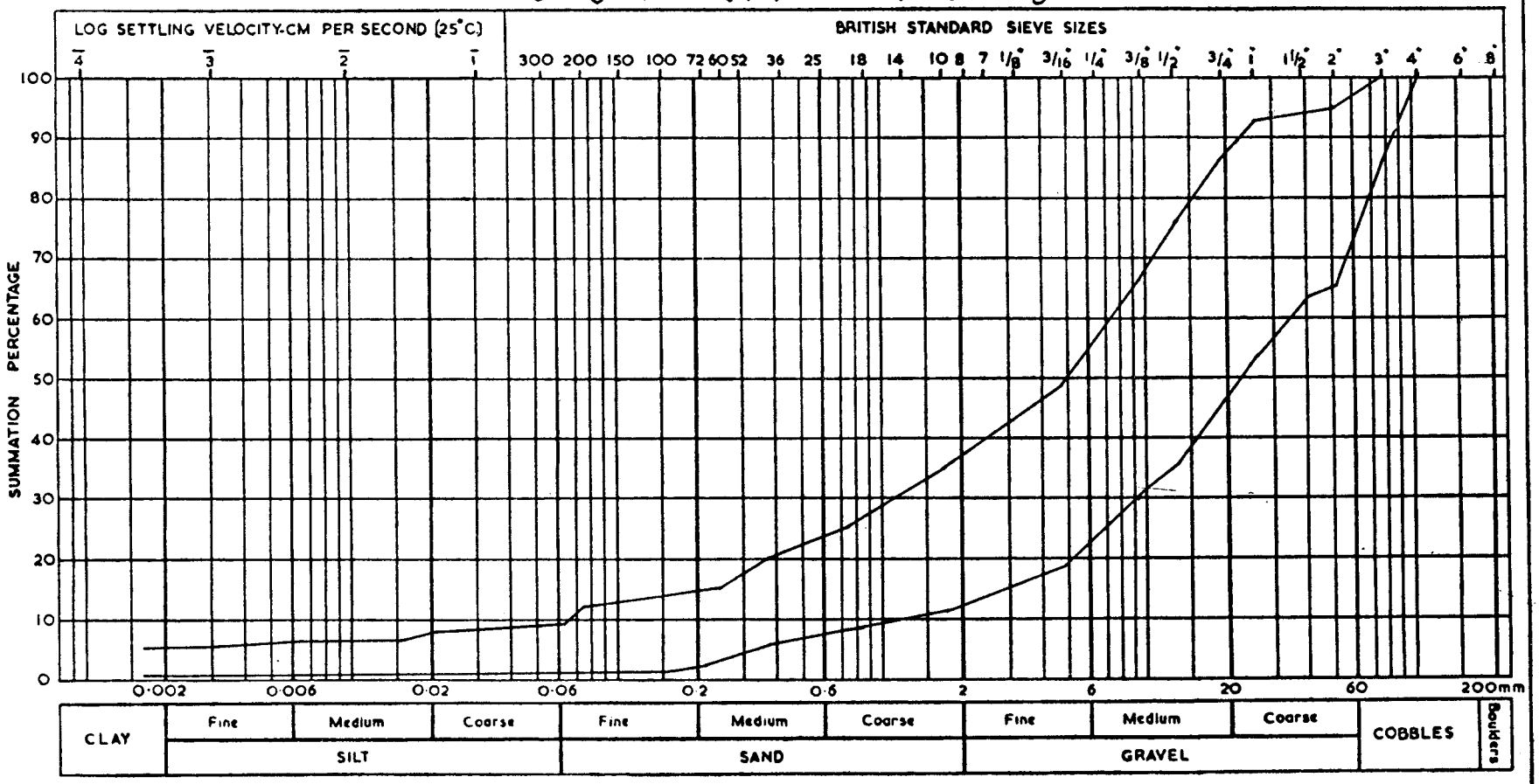
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

جدول دانه بندی نمونه های مربوط به چاه شماره ۱ از عمق یاتری تا یاتری — شکل ۶



PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

شکل ۷ - هیستوگرام دانه بندی خرده های مربوط به چاه شماره ۲ از عمق ۴ تا ۳۰ متری



فراکسیون را که از فاصله دومیخ مربوطه عبور نکرده است (B) فرض کنیم درصد دانه های دراز هرفراکسیون عبارت خواهد بود از :

$$\frac{B}{A}100$$

باین ترتیب درصد دانه های دراز فراکسیونهای مختلف چند نمونه از چاه های شماره ۱ و ۲ تعیین ومنحنی آنها رسم گردید (شکل ۸ - ب) . این منحنی نیز عیناً با توجه به اصول منحنی دانه های پهن (شکل ۸ - الف) تهیه شده است . بعنوان مثال در عمق ۱۶ متری چاه شماره ۱ تقریباً ۳۰ درصد دانه های فراکسیون $\frac{3}{4}$ تا یک اینچ دراز میباشد .

۶ - آزمایش رطوبت و دانسیته طبیعی در محل

چون اغلب مصالح چاه شن و ماسه بود و چاه بوسیله مقنی حفر میگردید امکان تهیه نمونه های دست نخورده از مصالح وحمل آنها به آزمایشگاه برای تعیین دانسیته (درجه تراکم) نبود . لذا تعیین دانسیته شن و ماسه درمحل انجام گردید بدین ترتیب که در عمقی که دانسیته شن و ماسه لازم بود حفاری قطع میگردید و بجای مقنی یک نفر تکنسین وارد چاه میشد و درته چاه با استفاده از قلم سنگ تراشی و چکش چاله ای بقطر تقریباً ٤ اینچ و بعمق ٦ اینچ حفر میکرد و بلافاصله مصالح داخل چاله را به بیرون از چاه میفرستاد که درکنار چاه با استفاده از ترازو فوراً وزن ترشن و ماسه (W) تعیین میشد و قبل از اینکه فرصت داشته باشد مقداری از رطوبت خود را از دست بدهد در حدود ۵۰۰ گرم از آن در داخل قوطی حلبی قرار گرفته وزن میگردید (a) و سپس سرقوطی بسته شده و نمونه به آزمایشگاه ارسال میشد . این نمونه برای ۲٤ ساعت یا تاحصول وزن ثابت در حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد قرار میگرفت وزن خشک آن معلوم میشد (b) ودرصد رطوبت نمونه (m) تعیین میشد :

$$m=\frac{a-b}{b}100$$

برای تعیین حجم چاله (V) به شرح زیر عمل میشد . درحدود ٤ کیلوگرم شن ریز تمیز در داخل سیلندر ٤ اینچ آهنی ریخته میشد . درته سیلندر منفذی بود که با استفاده از اهرمی باز و بسته میشد . این سیلندر درته چاه برروی چاله قرار میگرفت و سپس بآهستگی منفذ ته سیلندر باز میشد تا ماسه بآرامی چاله را پر کند سپس منفذ سیلندر بسته میشد و وزن ماسه باقی مانده در سیلندر تعیین میشد (b) . بدین ترتیب وزن ماسه پرشده در داخل چاله عبارت بود از $a-b=$ ٤ کیلوگرم . چون وزن واحد حجم ماسه تمیز (c) بکار برده شده قبلاً در آزمایشگاه تعیین شده بود (در حدود ۱٫٤ گرم در سانتیمتر مکعب) از حجم چاله براحتی احتساب میگردید :

$$V=\frac{a}{c}$$

پس وقتی حجم چاله معیین شد و وزن مصالح تر خارج شده از چاه نیز (W) معلوم بود وزن واحد حجم مصالح تر (D) عبارت خواهد بود از :

$$D=\frac{W}{V}$$

و وزن واحد حجم مصالح خشک (d) عبارت خواهد بود از :

$$d=\frac{D}{1\,00+m}100$$

انجام این آزمایش در ته چاه و در عمق های مختلف مشکل بود و از طرفی تهیه چاله صاف در مصالح شن و ماسه اشکالاتی همراه داشت که دقت آزمایش را کم میکرد. معهذا این آزمایش در هردو چاه انجام گردیده و نتایج در لوگ چاه ها رسم شد.

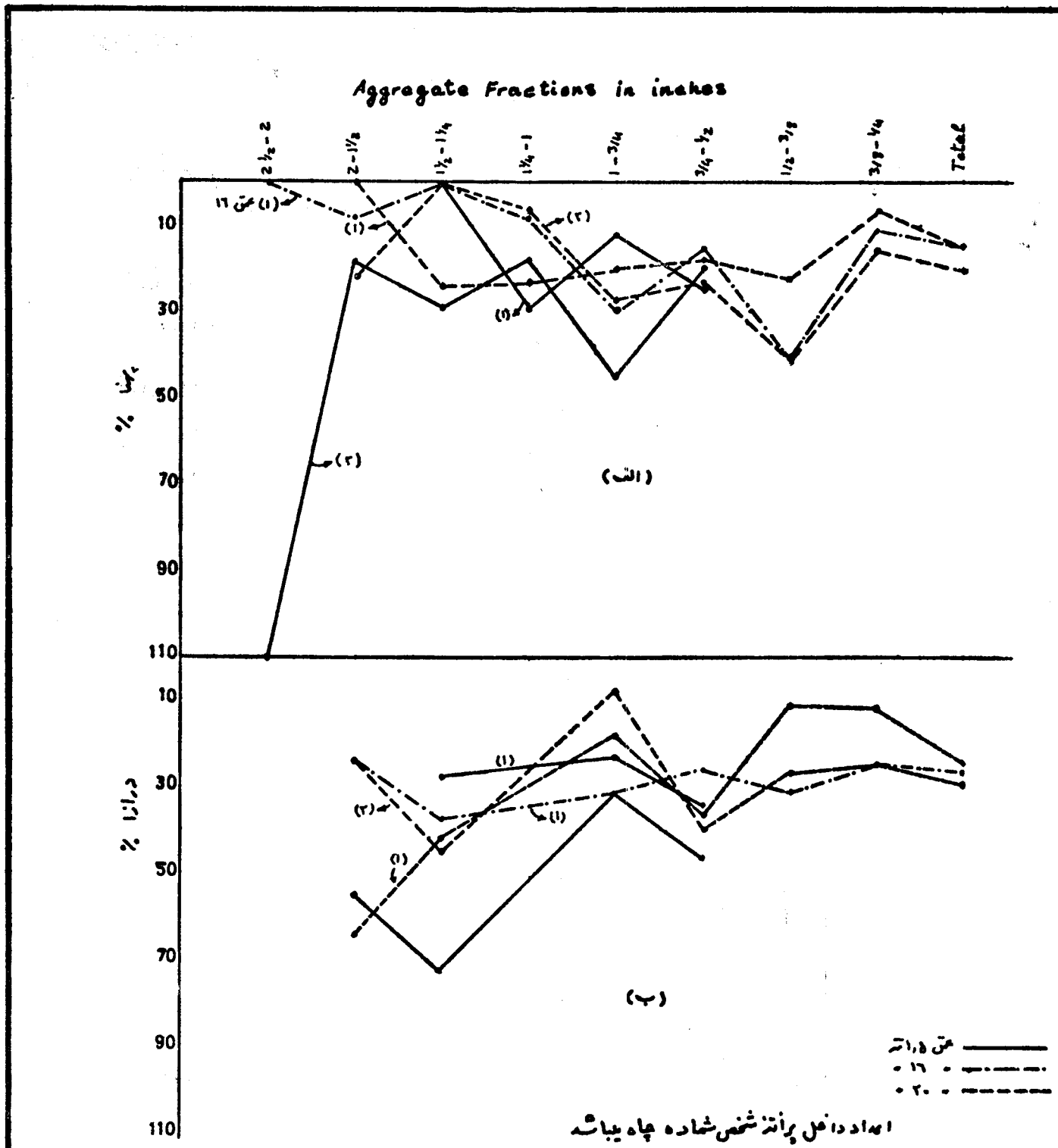
نتایج آزمایشات شیمیائی نمونه های چاه شماره ۱ درشکل ۹ و چاه شماره ۲ در شکل ۱۰ داده شده است.

بحث و بررسی نتیجه آزمایشات

حدود دانه بندی مصالح چاه شماره ۱ و ۲ از سطح زمین تا عمق ٤ متری به ترتیب درشکل ٤ - ٥ داده شده است. پهنای حدود مزبور تغییرات قابل توجه دانه بندی مصالح را بخوبی نشان میدهد. با اینکه نمونه ها فقط از ٤ متر ضخامت تهیه شده است معهذا اختلاف زیادی در دانه بندی آنها بچشم میخورد در حالیکه حدود دانه بندی رسوبات در هردو چاه ۲ و ۱ از عمق ٤ متر تا ۲۰ متر (ضخامت ۱٦ متری) خیلی کم عرض تربوده (اشکال ٦ - ۷) و مشخص تغییرات کم دانه بندی رسوبات در اعماق ۱٦ - ٤ متری میباشد. بعبارت دیگر از نظر دانه بندی اولاً مصالح هردو چاه از عمق صفر تا چهار متری کاملاً متغیربوده و از عمق ٤ متر به پائین تقریباً یک نواخت است. ثانیاً با توجه به تشابه منحنی دانه بندی رسوبات چاه ۱ و ۲ از عمق ٤ متر به پائین (اشکال ٦ و ۷) جنس رسوبات دراین اعماق بین دوچاه از نظر دانه بندی قابل قیاس و تطبیق میباشد.

باتوجه به اشکال ۲ و ۳ (ستون ٥ از سمت چپ) تقریباً از عمق ٤ متر بپائین در هردو چاه مصالح شن و ماسه ایست که مقدار شن آن بیش از ماسه است. دراعماق مختلف مقادیری لای و گل رس و سنگهای درشت همراه شن و ماسه دیده شده ولی مقدار درصد وزنی آنها متغییر است. وجود سنگهای درشت ۲۰ - ٦ اینچی در عمق ۱۳ - ۸ مترچاه شماره یک (شکل ۲) و وجود سنگهای درشت ۱۷ - ٦ اینچی در عمق ۱۳ - ۱۰ متری چاه شماره ۲ (شکل ۳) از نظر تطابق لایه ها قابل توجه است.

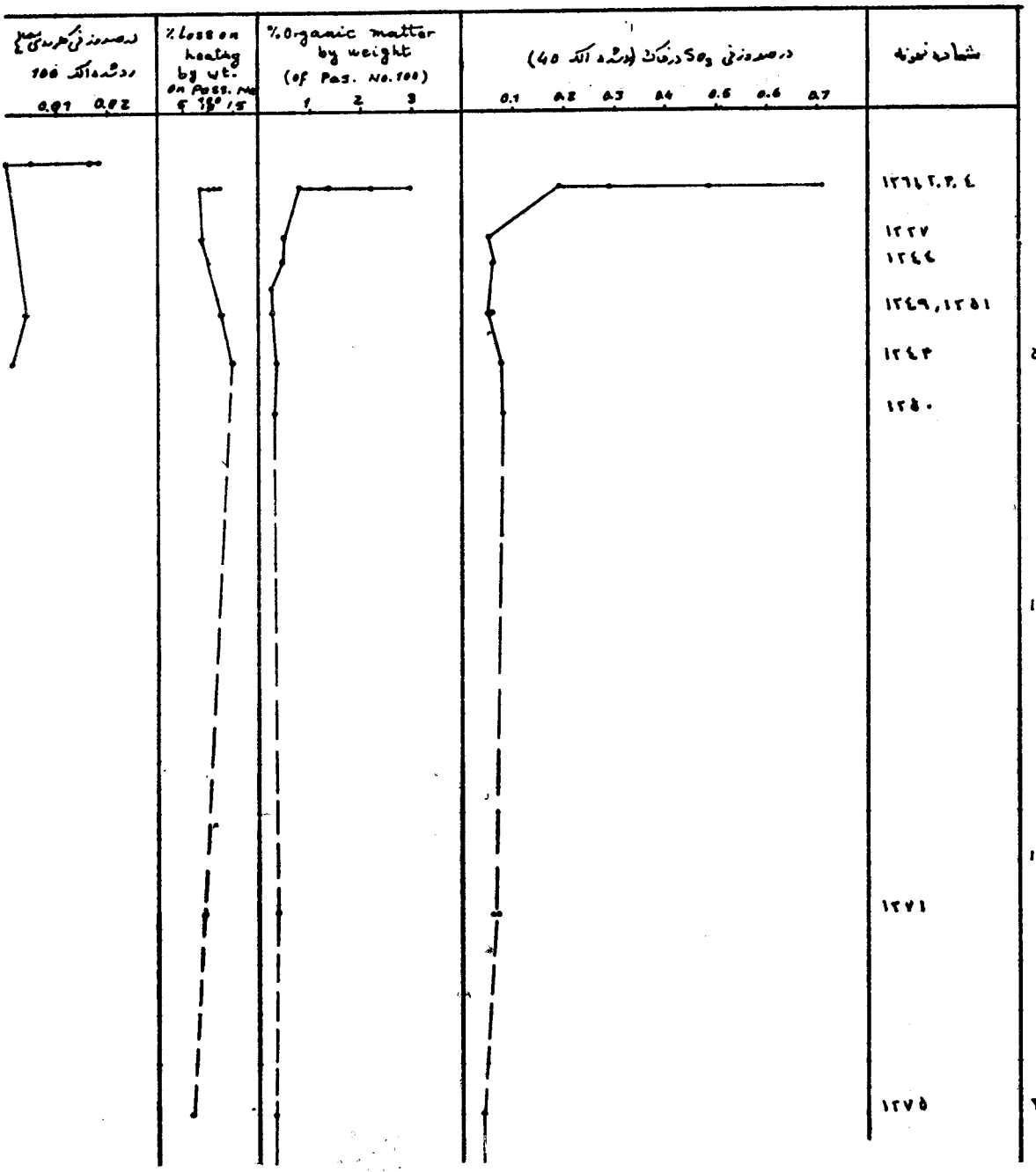
در ستون ششم از سمت چپ اشکال (۲ و ۳) منحنی رطوبت طبیعی مصالح جالب توجه است. در چاه شماره (۱) مقدار آن تا عمق ٤ متری تا اندازه‌ای متغیر است ولی از ٤ متر بپائین نوسانات منحنی کاملاً



شکل ۸ - درصد دانه بندی پس و دانه بندی های تهران

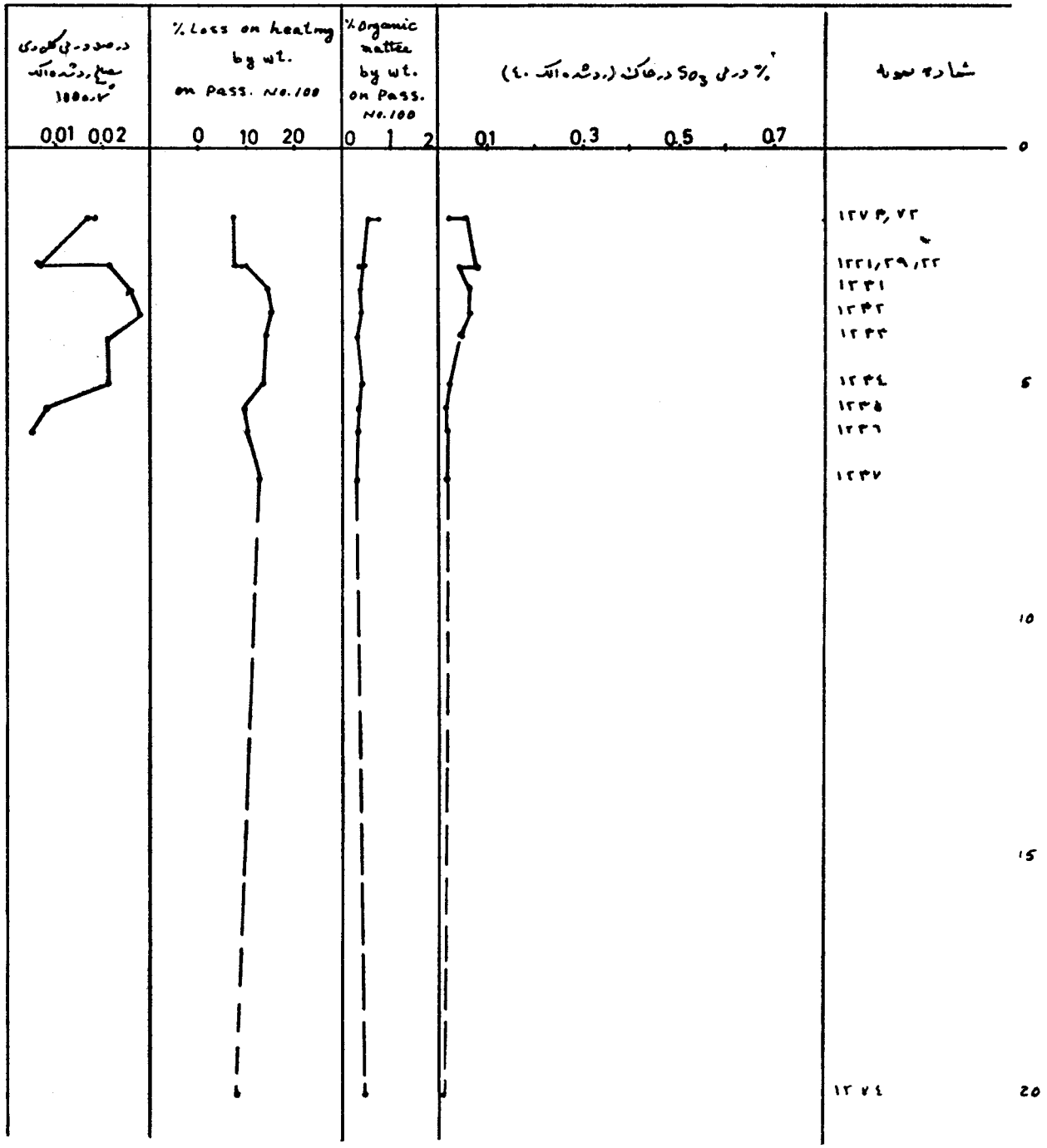
محل: تهران خیابان شاه رضا

شکل ۹- نتایج شیمیائی چاه شماره ۱



محل: تهران خیابان شاهرضا
روبروی خیابان خاقانی

شکل ۱۰ - منابع شیمیائی چاه شماره ۵ [illegible]



جزئی بوده و رطوبت طبیعی مصالح بین ۱۰ - ۵ درصد ثابت میماند. درچاه‌شماره ۲ نیز از عمق ۲ متر پائین نوسان منحنی رطوبت طبیعی کاملاً بین ۱۰ - ۵ درصد محدود گشته است. بدین ترتیب حدود رطوبت طبیعی رسوبات در درهر دوچاه از عمق ٤ متر به پائین باهم مشابه و قابل مقایسه است و میدانیم که در شریط مشابه هیدرولیکی رسوبات هم جنس رطوبت طبیعی مشابهی دارد. بنابراین تشابه رطوبت طبیعی رسوبات در دوچاه مزبور تشابه جنس آنها را از عمق ٤ متر به پائین تأیید مینماید.

مقدار درصد حد روانی درهر دوچاه از عمق ۸ متر به پائین بین ۲۵ - ۲۰ محدود است (به‌استثنای عمق ۱۱ و ۱۲ متری چاه شماره ۲) و مقدار حد پلاستیسیته درهمین اعماق در دو چاه بین ۱۵ - ۱۰ ثابت است. بدین ترتیب از ۸ متر به پائین درهردو چاه اندیس پلاستیسیته (اختلاف حد روانی باحد پلاستیسیته یا خمیری) مقدار ثابت ۱۰ میباشد و بخوبی تشابه مواد ریز رسوبات موجود درهر دوچاه از عمق ۸ متر به پائین کاملاً با نتایج آزمایشات حد روانی و حد خمیری تأیید میگردد.

چنانچه قبلاً اشاره گردید آزمایشات دانسیته یا وزن واحد حجم رسوبات در محل دقت زیادی نداشته و بنابراین از نتایج مربوطه با تقریب بیشتری استفاده شده است. نوسانات نسبتاً زیاد منحنی مربوطه در ستون هفتم لوگ چاه‌ها تااندازه‌ای عدم دقت آزمایشات را نشان میدهد. معهذا مشاهده میشود که در چاه شماره (۱) تغییرات دانسیته تا دومتری نسبتاً زیاد و از دومتر به پائین بین ۱٫۸۰ تا ۲٫۰ محدود میگردد. از عمق دو متری تا ۱۰ متری معدل دانسیته رسوبات ۱٫۸۵ و از ده متری تا ۲۰ متری معدل آن ۱٫۹۵ است. درچاه‌شماره (۲) دانسیته همچنان تادومتری متغییر و از دو متر به پائین نیز مثل چاه شماره (۱) بین ۱٫۸۰ تا ۲ گرم برسانتیمتر مکعب محدود است. با وصف این یک اختلاف جزئی بین نتایج چاه شماره (۱) و (۲) دیده میشود و آن اینست که معدل دانسیته رسوبات در چاه شماره (۲) از عمق دومتر تا ۲۰ متر ۱٫۹۵ است. بعبارت دیگر با اینکه دانسیته رسوبات در هردوچاه از نظر کلی از عمق ۲ متر به پائین باهم قابل مقایسه است ولی در چاه شماره (۲) رسوبات از نظر دانسیته در اعماق مختلف یک‌نواختی بیشتری دارد و از مصالح چاه شماره (۱) نسبتاً متراکم‌تر است.

آزمایش ضربه‌ای از عمق ٤ متر به پائین درهر دوچاه انجام شده است و بعلت درشتی مصالح نتایج این آزمایش نیز چندان دقیق و قابل استفاده نیست ولی براحتی میتوان نتیجه گیری کرد که اولاً تعداد ضربات برای رسوبات عمیق‌تر از ٤ متر درهر دو چاه بیش از ٤۰ میباشد ثانیاً درعمق ۱۰ متری هر دردوچاه بعلت سختی بیش از حد رسوبات آزمایش مزبور میسر نگردیده است. این امر تشابه لایه‌ها را در ۱۰ متری هردوچاه بخوبی نشان میدهد بویژه اینکه قبلاً در دانه بندی نمونه‌ها نیز در حدود همین اعماق به‌لایه‌ای از شن وماسه که حاوی سنگهای درشت بود برخورد کرده بودیم.

در شکل (۷ - الف) با بررسی منحنی مربوط به درصد دانه‌های پهن رسوبات چاه شماره (۲) درعمق ۲۰ متر و مقایسه آن با منحنی درصد دانه‌های پهن رسوبات چاه شماره (۱) در ۱۶ متری و ۲۰ متری چنین

استنباط میگردد که اولاً درصد دانه های پهن مصالح ریزتر از ۱٫۵ اینچ رسوبات در عمق ۱۶ متری چاه شماره (۱) بی‌نهایت مشابه درصد دانه های پهن مصالح ریزتر از ۱٫۵ اینچ رسوبات چاه شماره (۲) در عمق ۲۰ متری میباشد و این تشابه در فراکسیونهای مصالح مزبور در هردوچاه بقدری زیاد است که تقریباً منحنی دوچاه برروی هم منطبق ویا بافاصله کمی با هم موازی است. منحنی مربوط به رسوبات ۲۰ متری چاه شماره (۱) نیز از فراکسیون یک اینچ به پائین بامنحنی های فوق‌الذکر تقریباً موازیست. این تشابه بخوبی ثابت میکند که مصالح عمق های ۱۶ و ۲۰ متری چاه‌ها از یک منبع و در مسافت مشابهی توسط رودخانه حمل و در محل چاه‌ها رسوب گذاری شده است و امکان اینکه در زمان قدیم در فاصله ۱۲۰ متر و در عمق ۲۰ متر مصالحی با چنین یک نواختی توسط بشر پرشده باشد خیلی بعید است. منحنی مربوط به درصددانه های دراز مصالح عمق ۲۰ متری دوچاه (۱) و (۲) از $1\frac{1}{2}$ اینچ بپائین کاملاً باهم‌موازی‌بوده (شکل ۸ - ب) و منحنی مربوط به عمق ۱۶ متری چاه شماره (۱) نیز با آنها تشابه دارد که عیناً نتیجه گیری فوق را هرچه بیشتر تأیید می‌نماید. درحالیکه منحنی مربوط بمصالح عمق ۱٫۵ متری چاه‌ها (شکل ۸ - الف) بهیچوجه باهم‌مشابه نبوده و تقریباً متضاداست. اگر مصالح عمق های ۱۶ و ۲۰ متری چاه‌ها رسوب رودخانه‌ای باشد پس مصالح چاه‌ها از عمق تقریبی ۵ متری به پائین رسوب رودخانه‌ای است چون مشخصات مصالح هردوچاه از عمق تقریباً ۵ متری به پائین نسبتاً یکنواخت و مشابه بوده است.

تغییرات مشخصات شیمیائی رسوبات در چند متر اول چاه‌ها بخوبی مشخص است (اشکال ۹ و ۱۰). درچاه شماره یک (شکل ۹) مقدار درصد وزنی SO_3 از ۲٫۵ متر به پائین بین ۱ - ۰٫۵ محدود است واز عمق ۵ متر به پائین نوسانات منحنی کمترمیشود. درچاه شماره دو (شکل ۱۰) نیز مقدار درصد SO_3 تا عمق ۵ متری متغیر و از آن به بعد نسبتاً ثابت و بین صفر تا ۰٫۵ میباشد. این منحنی یک‌نواختی رسوبات را در دو چاه از ۵ متر به پائین تایید می‌نماید.

درصد مواد آلی در رسوبات چاه شماره یک (شکل ۹) تا سه متری متغیرو از آن به بعد در حدود دویا کمتر از ۰٫۵ درصد میباشد. نوسانات منحنی موادآلی رسوبات‌چاه شماره ۲ نیز (شکل ۱۰)عیناً مثل شماره (۱) بوده و نشان میدهد که اولاً از سه متر به پائین رسوبات درهرکدام از چاه ها یکنواخت بوده ثانیاً رسوبات چاه (۱) و (۲) از سه متربه پائین از نظر درصد مواد مواد آلی باهم مشابه است ، ضمناً متغیر بودن مصالح کم عمق در محل هردو چاه تأیید میگردد.

مقدار افت حرارتی در چاه شماره (۱) تا عمق ۵ متری نسبتاًمتغییر بوده و در ۵ متربه حداکثر ۱۰ درصد میرسد سپس مقدار آن رو بکاهش گذاشته و در عمق ۲۰ متری‌تدریجاً به ۷ درصد میرسد. درچاه شماره (۲)نیز تاعمق ۵ مترنتایج‌متغییربوده و نسبتاً زیاد تراست‌ولی از ۱۰ درصدتجاوز نمی نمایدو در اعماق

بیشتر مقدار آن رویکاهش گذاشته تا در عمق ۲۰ متری مقدار آن به ۷ درصد میرسد. که عیناً نتایج قبلی‌را تائید مینماید.

نوسانات منحنی مربوط به درصد کلر در رسوبات تا مشخص بوده و بدینجهت مورد استفاده قرار نگرفت.

نتیجه

از آنچه گذشت چنین نتیجه‌میگردد که رسوب دو چاه‌حداقل از عمق سه مرتبه به پائین (درمورد آزمایشات مواد آلی) و حداکثر از عمق ۸متر به پائین (در مورد نتایج حد روانی) یک‌نواخت و با یکدیگر مشابه‌و قابل تطبیق میباشد و بطورکلی در مقدار اعظم‌مشخصات، حدود تطبیق جنس رسوبات دو چاه از ۵ متر به پائین میباشد. بعبارت دیگر جنس مصالح دو چاه در اعماق کمی از سطح زمین‌متغیر و غیر قابل تطبیق میباشد. تغییرات جنس مصالح دوچاه از نظر خواص مختلف، متغیر است. این تغییرات حداقل تا عمق سه متری، حداکثر تاعمق ۸ متری و بطورکلی تا عمق ۵ متری مشاهده شده است. چنین تغییرات سریع و زیادی حتی درمورد رسوبات رودخانه‌ای غیر عادی به نظر میرسد و به احتمال زیادمصالح مزبور خاك دستی میباشد. وجودلوله های‌سفالی‌شکسته(که‌در قدیم‌برای‌هدایت‌آب بکار برده میشد)در عمق ۲٫۵ متری چاه شماره (۱) دستی بودن خاك راحداقل تاعمق ۲٫۶ متری‌ثابت‌مینماید. لوله های‌سفالی‌بصورت قطار پشت سرهم قرارداشت. اگرمصالح چاه ها تا ۲٫۵ متری دستی باشد پس خاك دستی تاعمق تقریباً ۵ متری ادامه دارد زیرا همانطوریکه دیدیم مصالح هردو چاه تا عمق حدود ۵ متری عین مصالح ۲٫۵ متری چاه شماره (۱) خواص متغیری داشته است.

بنابراین بطورخلاصه درامتداد خیابان‌شاهرضا در مسیر پل هوائی تا عمق تقریباً ۶ متری مصالح متغیری ازشن و ماسه و خاك وجود دارد که باحتمال قوی دستی میباشد. از عمق تقریباً ۶ تا ۲۰ متری مصالح شن و ماسه سخت و مقاومی وجود دارد که‌رسوبات رودخانه‌ای بوده و در طول مسیرتغییرات‌عرضی چندانی ندارد. رطوبت طبیعی آن بین ۱۰ تا ۵ درصد ووزن واحد حجم آن درحدود ۱٫۹ گرم برسانتیمتر مکعب بوده وبا اطمینان تحمل بار ۷ - ۵ کیلوگرم برسانتی متر مربع را خواهد داشت (باتوجه به تعداد ضربات) که بستگی‌به عمق و عرض پایه‌ها دارد (Terzaghi et al., 1948). مقداری لای و گل رس نیز همراه شن وماسه‌مذکور میباشد که‌خواص پلاستیسیته چندانی ندارد. حد روانی آن بین ۲۰ - ۲۵درصد حد خمیری آن بین‌و ۱۰ تا ۱۵ درصد واندیس پلاستیسیته آن درحدود ۱۰ درصدمیباشد.

مقدار مواد آلی موجود در آن ۰٫۵ درصد یا کمتر بوده و مقدار سولفاتهای محلول‌در دانه های ریز این رسوبات بین صفر تا یک درصد میباشد که بصورت درصد وزنی محاسبه شده است.

باین ترتیب‌با استفاده از نتایج‌آزمایشات انجام شده ماهیت مصالح زمین و جنس آنها بدقت معین و سپس درامتداد مسیر باهم مقایسه و تطبیق گردید.

منابع استفاده

Terzaghi, K. and Peck, R. B. 1948; Soil Mechanics in Engineering Practice, 14 th Printing 1966, John Wiley and Sons Inc. 566 pp.

Leonards, G. A. 1962 ; Foundation Engineering Mc Graw - Hill Co. , 1136 pp .

A Publication of Highway Research Road , London, 1968; Remote Sensing and Its Application to Highway Engineering.

A Publication of Department of Scientific and Industrial Research , Road, Research Laboratory, 1952; Soil Mechanics for Road Engineers , 7th Print 1964 , London , Majesty's Stationery Office, 540 pp.

British Standard Institute Publication, 1967; Method for Sampling and Testing of Minerals, Aggregate sands and Fillers, 104 pp.

Lambe, T. W. 1951; Soil Testing , John Wiley and Sons, Inc. London, 165 pp.

Akroyd, I. N. W. 1957; Laboratory Testing in Soil Engineering Marshall Press Limited , London, 233 pp.