



**Exercises with \* (Star Mark) should be solved.**

1. \*A sample of saturated clay was placed in a container and weighed. The weight was 6 N. The clay in its container was placed in an oven for 24 hours at 105°C. The weight reduced to a constant value of 5 N. The weight of the containers 1 N. If  $G_s = 2.7$ , determine the :
  - a. water content
  - b. void ratio
  - c. bulk unit weight
  - d. dry unit weight
  - e. effective unit weight.
2. A liquid limit test, conducted on a soil sample in the cup device, gave the following results: Number of blows 10 19 23 27 40 Water content (%) 60.0 45.2 39.8 36.5 25.2 Two determinations for the plastic limit gave water contents of 20.3% and 20.8%. Determine :
  - a. the liquid limit and plastic limit
  - b. the plasticity index
  - c. the liquidity index if the natural water content is 27.4%, and
  - d. the void ratio at the liquid limit if  $G_s = 2.7$ . If the soil were to be loaded to failure, would you expect a brittle failure?
3. \*The saturated unit weight of a soil is 19.8 kN/m<sup>3</sup>. The moisture content of the soil is 17.1%. Determine the following: a. Dry unit weight b. Specific gravity of soil solids c. Void ratio
4. The following are the results of a sieve and hydrometer analysis.

Analysis	Sieve number/ grain size	Percent finer than
Sieve	40	100
	80	97
	170	92
	200	90
Hydrometer	0.04 mm	74
	0.015 mm	42
	0.008 mm	27
	0.004 mm	17
	0.002 mm	11

- a. Draw the grain-size distribution curve.
- b. Determine the percentages of gravel, sand, silt, and clay according to the MIT system. (Braja M. Das Ch 02)
- c. Repeat part b according to the USDA system. (Braja M. Das Ch 02)
- d. Repeat part b according to the AASHTO system. (Braja M. Das Ch 02)
5. \*For a given soil, show that :
  - a.  $\gamma_{sat} = \gamma_d + n\gamma_w$
  - b.  $\gamma_d = \frac{eS\gamma_w}{(1+e)\gamma_w}$
6. \*The moist density of a soil is 1680 kg/m<sup>3</sup> Given  $\omega = 18\%$  and  $G_s = 2.73$  determine:
  - a. Dry density
  - b. Porosity
  - c. Degree of saturation
  - d. Mass of water, in kg/m<sup>3</sup> to be added to reach full saturation
7. \*A soil specimen is 38 mm in diameter and 76 mm long, and in its natural condition weighs 168.0 g. When dried completely in an oven, the specimen weighs 130.5 g. The value of  $G_s$  is 2.73. What is the degree of saturation of the specimen?

8. \*The results of particle size analyses and, where appropriate, limit tests on samples of four soils are given in Table. Allot group symbols and give main and qualifying terms appropriate for each soil.

BS sieve	Particle size	Percentage smaller			
		Soil I	Soil J	Soil K	Soil L
63 mm					
20 mm		100			
6.3 mm		94	100		
2 mm		69	98		
600 μm		32	88	100	
212 μm		13	67	95	100
63 μm		2	37	73	99
	0.020 mm		22	46	88
	0.006 mm		11	25	71
	0.002 mm		4	13	58
	Liquid limit		Non-plastic	32	78
	Plastic limit			24	31

9. \*Classify the following soils using the Unified soil classification system. Give group Symbols and group names.

Soil No.	Sieve analysis (percent finer)		Liquid limit	Plasticity limit	Comments
	No. 4	No. 200			
1	94	3	—	NP	$C_u = 4.48$ and $C_c = 1.22$
2	100	77	63	25	
3	100	86	55	28	
4	100	45	36	22	
5	92	48	30	8	
6	60	40	26	4	
7	99	76	60	32	

۱۰. \*اطلاعات زیر از آزمایش الک دو نمونه خاک به دست آمده است :

و آزمایش هیدرومتری این نمونه های خاک ها نشان داد که درصد ریزتر از 0.002 mm برای خاک A برابر 48% و برای خاک B برابر 2% است.

Sieve No.	Opening (mm)	Soil A	Soil B
4	4.75	0	0
10	2.00	20.2	48.2
20	0.85	25.7	19.6
40	0.425	40.4	60.3
100	0.15	18.1	37.2
200	0.075	27.2	22.1
Pan		68.2	5.6

(الف) نمودار دانه بندی برای این ۲ خاک را در نمودار رسم کنید.

(ب) درصد درشت دانه و ریز دانه هر خاک را محاسبه کنید.

(ج) درصد رس و سیلت را در هر کدام از خاک ها تعیین کنید.

(د) مقدار  $D_{10}$  را برای هر کدام از خاک ها تعیین کنید.

(ه) مقدار  $C_c$  و  $C_u$  را برای هر کدام از خاک ها تعیین کنید.

(و) خوب یا بد دانه بندی شدن آن ها را توصیف کنید.

۱۱. \*به یک متر مکعب خاک خشک که 1600 kg وزن دارد مقدار 400 kg آب اضافه می شود و حجم آن 50 Lit اضافه می شود.  $\gamma_{sat}$  خاک بعد از اضافه شدن آب را به دست بیاورید.

۱۲. به یک متر مکعب خاک که وزن آن 1700 kg و رطوبتش 5% است، 75 kg آب اضافه می شود و تا رسیدن به وزن مخصوص خشک

1800  $\frac{kg}{m^3}$  مترکعب می شود. حجم خاک مترکعب چه قدر می شود ؟

۱۳. 60% از خاک A از الک #4 و 50% آن از الک #200، 40% خاک B از الک #4 و 10% آن از الک #200 می گذرد. اگر سه قسمت

وزنی از خاک A با دو قسمت وزنی از خاک B مخلوط شود، چند درصد مخلوط از الک های #4 و #200 خواهد گذشت ؟

۱۴. \*رطوبت طبیعی خاکی 8% است و تخلخل 54% است و حد انقباض 20% است.  $G_s$  را تعیین کنید.

۱۵. خاکی با 12% رطوبت، متراکم و وزن مخصوص آن به  $\frac{kg}{m^3}$  2150 می رسد. اگر چگالی دانه ها 2.65 باشد، مطلوبست تعیین وزن مخصوص خشک، نسبت تخلخل و درجه اشباع

۱۶. \*تکه ای خاک خشک دست نخورده به وزن 451 gr با 9 gr پارافین آغشته شده و در داخل ظرف مدرجی انداخته می شود و حجم آب ظرف  $300 \text{ cm}^3$  جایجا می گردد. اگر چگالی دانه ها 2.65 و وزن مخصوص پارافین  $\frac{kg}{\text{cm}^3}$  0.9 باشد. مطلوبست تعیین نسبت تخلخل و پوکی خاک.

۱۷. در خاکی پوکی 0.39، چگالی دانه ها 2.67 و درجه رطوبت 0.15 است. مطلوبست وزن آبی که باید به  $20 \text{ m}^3$  از آن خاک افزود تا 80% اشباع شود.

مطلوبست تعیین نوع خاک طبق سیستم طبقه بندی متحد در سوال های شماره ۲۰ تا ۲۷ :

۱۸. \*F#4=100% , F#200=8% , D10=0.085 , D30=0.12 , D60=0.135 , LL=30% , PI=8%

۱۹. \*دانه های ریز تر از 4.75 mm بیشتر از 50% و دانه های درشت تر از #200 کمتر از 50% و دانه های بین #10 تا 4.75 mm برابر 25% می باشد. حدود اتربرگ بخش ریز دانه آن LL=40% و PL=20% است.

۲۰. \*F#4=40% , F#200=15% , LL=40% , PL=25%

۲۱. \*رطوبت رسی 30% و حدود اتربرگ آن LL=50% و PL=40% و SL=22% می باشد. اگر  $100 \text{ cm}^3$  از این رس در کوره بخشکد و وزنش 150 gr شود حجمش چه قدر خواهد شد.

۲۲. \*اگر در خاکی درصد گذرنده از الک #200 برابر 86% و حد روانی و حد خمیری بترتیب برابر 74% و 25% باشند.

۲۳. \*آزمایش دانه بندی بر روی خاک نشان داده است که درصد های عبوری از الک #4 و #200 به ترتیب برابر ۶۸ و ۱۶ می باشند. اگر حد خمیری و حد روانی خاک به ترتیب 18 و 20 باشند.

۲۴. \*F#200=20% , F#4=55% , LL=27 , PI=6

۲۵. \*در یک آزمایش دانه بندی درصد عبوری از الک #4 و #200 بترتیب 75 و 20 درصد شده است. اگر حد مایع خاک مورد آزمایش 60% و دامنه خمیری آن 20% باشد.

## سوالات نرم افزاری :

26.\*The following are the results of a sieve and hydrometer analysis. Draw the grain-size distribution curve.

(برای این سوال یک فایل اکسل ایجاد کنید که بتواند با دریافت اطلاعات وزن باقی مانده روی الک ها و وزن خاک نمودار دانه بندی را رسم نماید و برای نمونه مثال بالا را با آن حل کنید)

Analysis	Sieve number/ grain size	Percent finer than
Sieve	40	100
	80	97
	170	92
	200	90
Hydrometer	0.04 mm	74
	0.015 mm	42
	0.008 mm	27
	0.004 mm	17
	0.002 mm	11

27. \*Following are the results from the liquid and plastic limit tests for a soil. Liquid limit test:

Plastic limit test: PL=18.7%

(برای این سوال نیز یک فایل اکسل ایجاد کنید که بتواند با دریافت اطلاعات تعداد ضربات جام

کاساگرانده و رطوبت معادل آن میزان حد روانی را محاسبه و نمودار آن را رسم نماید)

Number of blows, $N$	Moisture content (%)
15	42
20	40.8
28	39.1