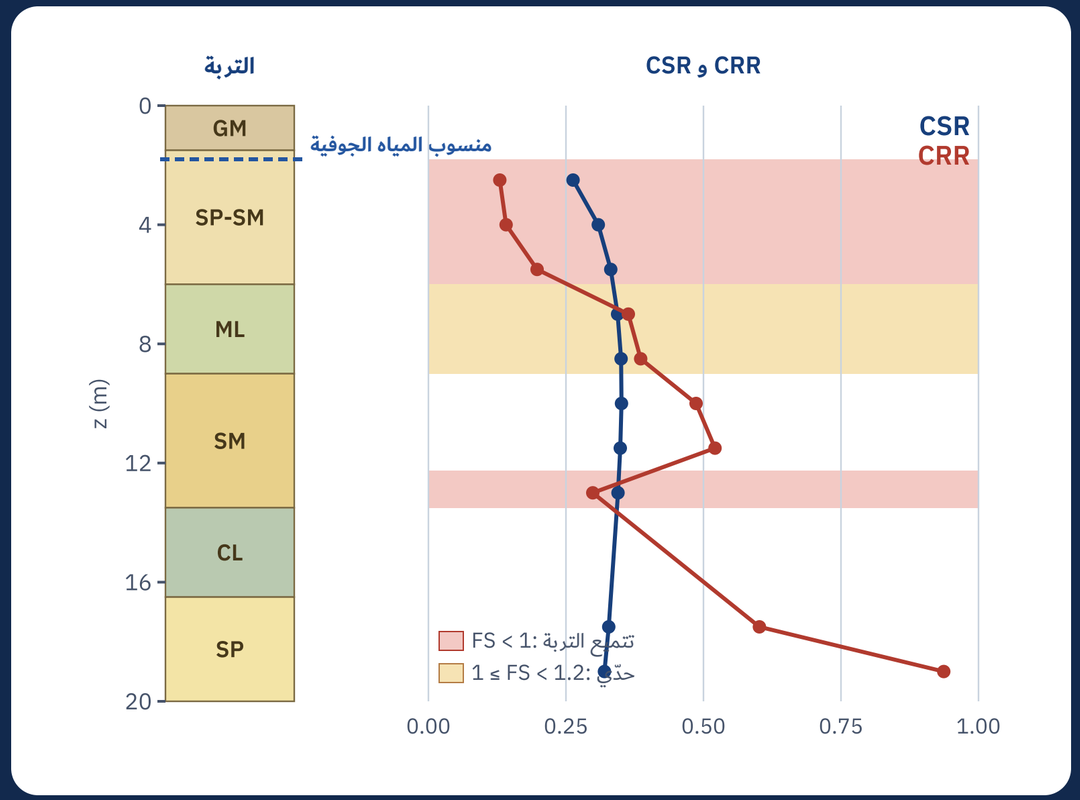


شرائح محاضرات الجيوتكنيك · تميّع التربة

تحفيز التميّع باستخدام SPT

المحاضرة: بدء تميّع التربة من اختبار الاختراق القياسي SPT (Idriss–Boulanger)؛ يحل جس واحد ونقطة اختبار واحدة يدوياً من البداية إلى النهاية، وتعرض بقية النقاط بالجداول.

التصحيحات | CSR · CRR | MSF · Kσ | FS والمناطق

قابل للحل يدوياً

يستند إلى صفحة النظرية في GeoTerva · geoterva.com

ماذا سنتعلم في هذه المحاضرة؟

التقييم **القائم على الإجهاد** لتميّع التربة: يقارن الإجهاد الزلزالي المسبب (الطلب) **CSR** بمقاومة التربة **CRR**؛ **FS = CRR / CSR**

التصحيحات من عدد الضربات الخام لاختبار الاختراق القياسي (SPT) N_{30} إلى $(N_1)_{60cs}$: الطاقة وطول القضبان والغطاء الترابي والحبيبات الناعمة

CSR (r_d و σ_v/σ'_v)، ومنحنى CRR، و**تصحيح قدر الزلزال** MSF، و**معامل الغطاء الترابي** K_σ

معرفة الاختبارات التي لا تدخل في الحساب **بعد الغربلة**؛ وكيف تحدد المناطق وسمك التربة المتميعة

في جسة واحدة، **نقطة اختبار واحدة من البداية إلى النهاية يدوياً**، والباقي بالخطوات نفسها في الجدول

تسلسل المحاضرة

يعالج كل موضوع في **ثلاث خطوات**:

1 · **النظرية**: المعادلة ومبرراتها

2 · **المسألة**: المعطيات والمطلوب

3 · **الحل**: خطوة بخطوة، بالأرقام

مثال: الجسة BH-1 (منسوب المياه الجوفية 1.80 m؛ ردم 0–1.5 m، رمل سائب 1.5–6 m …)؛ a_{max} = 0.35 g، M = 7.5، نسبة طاقة المطرقة 60%، $FS_{required}$ = 1.20.

النظرية

أي اختبار يجري تقييمه؟

يقيم الاختبار إذا كان **تحت منسوب المياه الجوفية** وعلى عمق لا يزيد على z_{max} (الافتراضي 20 m) وفي تربة **تسلك سلوك الرمل**

التربة التي يكون فيها مؤشر اللدونة $PI \geq PI_{lim}$ (القيمة الافتراضية 7) **شبيهة بالطين**؛ وإذا لم يعط PI فإن الرمز CL أو CH أو OL أو OH أو PT يدل على ذلك

قد **تلين** التربة الشبيهة بالطين تحت التحميل الدوري لكنها لا تتميّع بالمعنى المستخدم هنا: ويترك الأمر لتحقق التلين الدوري

تبقى الاختبارات التي لم يجر تقييمها في جميع الجداول **مع بيان أسبابها**. أما نتائج تميّع التربة (الهبوط، الانتشار الجانبي، فقدان قدرة التحمل) فتقع خارج نطاق هذا الإصدار

الإجهاد الرأسي الكلي وإجهاد ضغط ماء المسام والإجهاد الرأسي الفعال

النظرية

γ فوق منسوب المياه الجوفية؛ و**γsat** تحته؛ وتجمع طبقة بعد طبقة. ويكون ضغط ماء المسام **هيدروستاتيكياً** ابتداءً من منسوب المياه الجوفية (z_w عمق منسوب المياه الجوفية في الجسة)

يستخدم الإجهاد الفعال σ'_v في CSR وفي تصحيحات الغطاء الترابي معاً

$$\sigma_v = \sum \gamma_i \, h_i \qquad u = \gamma_w \, (z - z_w) \qquad \sigma'_v = \sigma_v - u$$

نحسب الإجهاد الفعال فقط للاختبارات الواقعة أسفل منسوب المياه الجوفية: فوق منسوب المياه الجوفية u = 0 ويُستبعد الاختبار.

من N_{30} إلى N_{60}

النظرية

يُحوَّل عدد الضربات الخام N_{30} (آخر 30 cm) إلى القضيب القياسي ذي **طاقة 60%**: $C_E = ER/60$ (المطرقة)، C_B (قطر الجسة)، C_S (أنبوب أخذ العينات)

يعتمد C_R على طول القضيب: طول القضيب = z + الطول فوق السطح (هنا 1.5 m)

$$N_{60} = N_{30} \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R$$

طول القضيب (m)	3 >	4 – 3	6 – 4	10 – 6	10 ≤
C_R	0.75	0.80	0.85	0.95	1.00

النظرية

$N_{60} \rightarrow (N_1)_{60} \rightarrow (N_1)_{60cs}$

يحول المعامل **C_N** القياس إلى إجهاد فعال قدره 1 atm (P_a = 101.3 kPa)؛ ولأن الأس m يتوقف على النتيجة نفسها يوجد **بالتكرار**؛ $C_N \le 1.7$

الحبيبات الناعمة تزيد المقاومة الشبيهة بمقاومة الرمل: بالاعتماد على FC (نسبة مئوية، وهي قيمة الاختبار نفسه إن قيست، وإلا فقيمة الطبقة) ينتقل إلى ما يكافئ الرمل النظيف

$$C_N = \left(\frac{P_a}{\sigma'_v}\right)^m \le 1.7 \qquad m = 0.784 - 0.0768\sqrt{(N_1)_{60cs}} \qquad (N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp\left[1.63 + \frac{9.7}{FC + 0.01} - \left(\frac{15.7}{FC + 0.01}\right)^2\right] \qquad (N_1)_{60cs} = (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$$

50	35	30	25	20	15	10	5	0	(%) FC
5.61	5.51	5.36	5.07	4.48	3.26	1.15	0.00	0.00	$\Delta(N_1)_{60}$

الطلب الزلزالي: CSR و r_d

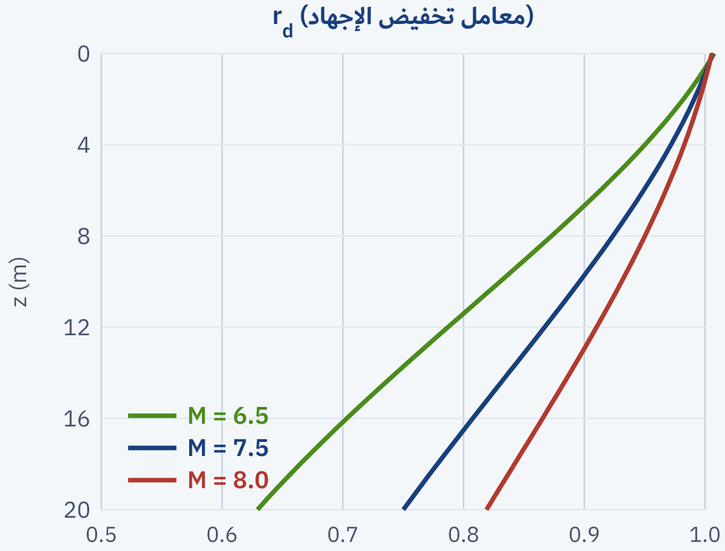
النظرية

نسبة الإجهاد الدوري (CSR) هي نسبة إجهاد القص الدوري الذي يسلطه الزلزال على التربة إلى الإجهاد الفعال؛ والمعامل 0.65 يمثل الإجهاد المتوسط، أما σ_V/σ'_V فيعبر عن أثر العمق

r_d (معامل تخفيض الإجهاد) يتناقص مع العمق ومع قدر الزلزال؛ ويساوي 1 عند السطح

$$CSR = 0.65 \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} a_{max} r_d \qquad r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) M]$$

$$\alpha = -1.012 - 1.126 \sin\left(\frac{z}{11.73} + 5.133\right) \qquad \beta = 0.106 + 0.118 \sin\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$



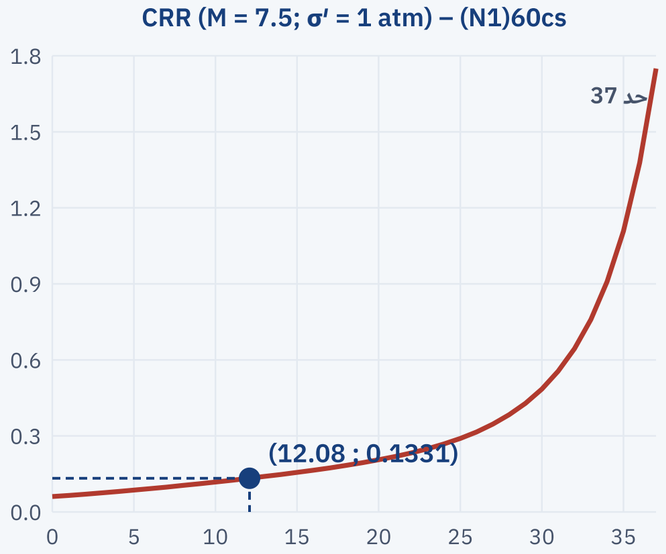
مقاومة التربة: منحنى CRR

النظرية

تعتمد $CRR_{M=7.5;\ \sigma'=1}$ على $(N_1)_{60cs}$ فقط (منحنى Idriss–Boulanger)؛ وهي صالحة عند M = 7.5 و σ'_V = 1 atm

يستخدم المنحنى حتى $(N_1)_{60cs}$ = 37؛ ويقيم الاختبار الأكثر كثافة عند هذا الحد ويصدر تحذير

$$CRR_{7.5,1} = \exp\left[\frac{n}{14.1} + \left(\frac{n}{126}\right)^2 - \left(\frac{n}{23.6}\right)^3 + \left(\frac{n}{25.4}\right)^4 - 2.8\right] \qquad n = (N_1)_{60cs}$$



MSF وK_σ

النظرية

MSF تصحيح قدر الزلزال: قيمة CRR خاصة بالقدر M = 7.5؛ وعند أقدار أخرى يعبر المعامل عن فرق عدد الدورات. وعندما M < 7.5 يكون MSF > 1

معامل الغطاء الترابي **K_σ**: قيمة CRR خاصة بضغط 1 atm؛ وكلما زادت σ'_v انخفضت نسبة المقاومة. $K_\sigma \le 1.1$

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1)\left(8.64\,e^{-M/4} - 1.325\right) \qquad MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{31.5}\right)^2 \le 2.2$$

$$K_\sigma = 1 - C_\sigma \ln\frac{\sigma'_v}{P_a} \le 1.1 \qquad C_\sigma = \frac{1}{18.9 - 2.55\sqrt{(N_1)_{60cs}}} \le 0.3$$

النظرية

FS = CRR / CSR؛ المنطقة والسماكة

FS = CRR / CSR. FS < 1؛ $CRR = CRR_{7.5;1} \cdot MSF \cdot K_\sigma$: **يستحث تميّع التربة**؛ 1 ≤ (1.20) $FS < FS_{required}$:
حالة حدية؛ والقيمة المطلوبة مدخل يؤخذ من مواصفات المشروع

يمثل كل اختبار جرى تقييمه طبقته الخاصة: حتى **نقطة المنتصف** بينه وبين الاختبار الأعلى والاختبار الأسفل؛ ويتوقف المجال عند حد الطبقة وعند منسوب المياه الجوفية

إذا أعطت الفترات العمقية المتجاورة النتيجة نفسها اندمجت في **منطقة** واحدة؛ و**سماكة الطبقة المتميّعة** في الجسة هي مجموع مناطق FS < 1

$$CRR = CRR_{7.5,1} \cdot MSF \cdot K_\sigma \qquad FS = \frac{CRR}{CSR}$$

المسألة

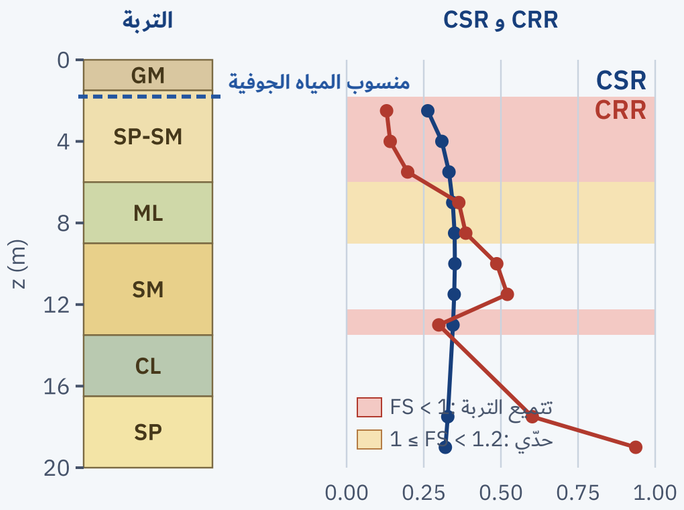
مثال

المعطيات

الجسة BH-1	منسوب المياه الجوفية $z_w = 1.80$ m؛ ردم (GM) على العمق 0–1.5 m: $\gamma = 18.5$؛ رمل سائب (SP-SM) على العمق 1.5–6 m: $\gamma = 18.0$، $\gamma_{sat} = 19.5$ kN/m³، FC = 8 %
الاختبار	$N_{30} = 10$ عند $z = 4.0$ m (تحت منسوب المياه الجوفية)
الزلزال والمعدات	$a_{max} = 0.35g$، $M = 7.5$؛ ER = 60% ($C_E =$)، $(C_B = C_S = 1)$، طول القضيب = $z + 1.5$ m؛ $FS_{req} = 1.20$

المطلوب

الإجهادات، و N_{60} و $(N_1)_{60cs}$ (بالتكرار)، و CSR و CRR و FS.



الحل (1/5)

الحل

1 الإجهاد الرأسي الكلي (طبقة بعد طبقة؛ منسوب المياه الجوفية 1.80 m)

$$\sigma_v = 18.5(1.5) + 18.0(1.80 - 1.5) + 19.5(4.0 - 1.80) = 27.75 + 5.40 + 42.90 = \mathbf{76.05}\ \text{kPa}$$

2 ضغط ماء المسام والإجهاد الفعال

$$u = \gamma_w (z - z_w) = 9.81(4.0 - 1.80) = \mathbf{21.58}\ \text{kPa}$$

$$\sigma'_v = \sigma_v - u = 76.05 - 21.58 = \mathbf{54.47}\ \text{kPa}$$

يقع الاختبار على عمق **2.20 m** تحت منسوب المياه الجوفية: **σ'_v = 54.47 kPa**، u = 21.58، σ_v = 76.05. وهذه النقطة هي التي توجد عندها أصغر قيمة FS في الجسة (الشكل في صفحة المسألة).

الحل (2/5)

الحل

3 تصحيح طول القضبان و N_{60}

$$L = z + 1.5 = 5.5\ \text{m} \Rightarrow C_R = 0.85 \qquad N_{60} = 10(1)(1)(1)(0.85) = \mathbf{8.50}$$

4 زيادة الحبيبات الناعمة

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp[1.63 + 9.7/8.01 - (15.7/8.01)^2] = \exp[-1.0008] = \mathbf{0.3676}$$

5 تصحيح الغطاء الترابي: لما كان C_N يعتمد على $(N_1)_{60cs}$ لزم التكرار (σ'_v = 54.47 kPa)

التكرار	n (المدخلات)	m	C_N	$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$	$(N_1)_{60cs} = + \Delta(N_1)_{60}$
1	8.5000	0.5601	1.4158	12.0339	12.4015
2	12.4015	0.5135	1.3754	11.6912	12.0587
3	12.0587	0.5173	1.3786	11.7185	12.0861
…	…	…	…	…	…
8	12.0840	0.5170	1.3784	11.7165	12.0840

يتقارب الحل خلال 8 تكرارات: **$(N_1)_{60cs}$ = 12.08**، $(N_1)_{60}$ = 11.716، **C_N = 1.3784**.

الحل (3/5)

الحل

6 معامل تخفيض الإجهاد r_d (z = 4.0 m، M = 7.5)

$$\alpha = -1.012 - 1.126 \sin\left(\frac{4}{11.73} + 5.133\right) = -0.1971$$

$$\beta = 0.106 + 0.118 \sin\left(\frac{4}{11.28} + 5.142\right) = 0.0225$$

$$r_d = \exp[\alpha + \beta M] = \exp[-0.1971 + 0.0225(7.5)] = \mathbf{0.9718}$$

7 نسبة الإجهاد الدوري

$$CSR = 0.65 \, \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \, a_{max} \, r_d = 0.65 \left(\frac{76.05}{54.47}\right)(0.35)(0.9718) = \mathbf{0.3087}$$

يسبب الزلزال عند هذا العمق إجهاد قص دورياً مقداره **30.9** بالمئة من الإجهاد الفعال (CSR = 0.3087).

الحل (4/5)

الحل

8 المقاومة الأساسية عند M = 7.5 و $(N_1)_{60cs} = 12.08$) σ′ = 1 atm)

$$CRR_{7.5,1} = \exp\left[\frac{12.08}{14.1} + \left(\frac{12.08}{126}\right)^2 - \left(\frac{12.08}{23.6}\right)^3 + \left(\frac{12.08}{25.4}\right)^4 - 2.8\right]$$

$$CRR_{7.5,1} = \exp[-2.0168] = \mathbf{0.1331}$$

9 معاملات قدر الزلزال والغطاء الترابي

$$MSF_{max} = 1.09 + (12.08/31.5)^2 = 1.2372$$

$$MSF = 1 + (1.2372 - 1)(8.64\,e^{-7.5/4} - 1.325) = \mathbf{1.0000}$$

$$C_\sigma = 1/(18.9 - 2.55\sqrt{12.08}) = 0.0996 \qquad K_\sigma = 1 - 0.0996\ln(54.47/101.325) = \mathbf{1.0619}$$

$CRR_{7.5;1}$ = **0.1331**؛ MSF = **1.0000**؛ K_σ = **1.0619**: يعطي حاصل ضرب هذه الأعداد الثلاثة CRR (في الشريحة التالية).

الحل (5/5)

الحل

10 المقاومة ومعامل الأمان

$$CRR = CRR_{7.5,1} \cdot MSF \cdot K_\sigma = 0.1331(1.0000)(1.0619) = \mathbf{0.1413}$$

$$FS = \frac{CRR}{CSR} = \frac{0.1413}{0.3087} = \mathbf{0.458}$$

FS = 0.458 < 1: يستثار تميّع التربة في هذا الاختبار. يمثل الاختبار المجال من 3.25 إلى 4.75 m (نقطتا المنتصف بينه وبين الاختبار الأعلى عند 2.5 m والاختبار الأسفل عند 5.5 m). وتتكرر الخطوات العشر نفسها في كل اختبار.

تحقق من الحل في GeoTerva ↗

المسألة

مثال

المعطيات

الجسة BH-1	**13 اختباراً (SPT):** $z = 1.0$ – 19.0 m؛ **منسوب المياه الجوفية** 1.80 m؛ $z_{max} = 20$ m؛ $PI_{lim} = 7$
الطبقات	**GM (0–1.5), SP-SM (1.5–6), ML $PI = 5$ (6–9), SM (9–13.5), CL $PI = 18$ (13.5–16.5), SP (16.5–20)**

المطلوب

لكل اختبار قرار **مُقيَّم / غير مُقيَّم** مع التبرير.

الحل

الحل

z (m)	N_{30}	التربة	PI	منسوب المياه الجوفية؟	شبيه بالطين؟	القرار
1.0	9	GM	–	**فوق**	–	**لا يتم تقييمه**: فوق منسوب المياه الجوفية
2.5	7	SP-SM	–	أسفل	لا	يُقيَّم
4.0	10	SP-SM	–	أسفل	لا	يُقيَّم
5.5	16	SP-SM	–	أسفل	لا	يُقيَّم
7.0	21	ML	5	أسفل	لا	يُقيَّم
8.5	22	ML	5	أسفل	لا	يُقيَّم
10.0	27	SM	–	أسفل	لا	يُقيَّم
11.5	29	SM	–	أسفل	لا	يُقيَّم
13.0	25	SM	–	أسفل	لا	يُقيَّم
14.5	13	CL	18	أسفل	نعم	**لا يقيَّم**: شبيه بالطين (PI ≥ 7)
16.0	15	CL	18	أسفل	نعم	**لا يقيَّم**: شبيه بالطين (PI ≥ 7)
17.5	40	SP	–	أسفل	لا	يُقيَّم
19.0	44	SP	–	أسفل	لا	يُقيَّم

يستبعد **3 اختبارات من أصل 13**: الاختبار عند 1.0 m (فوق منسوب المياه الجوفية) والاختباران عند 14.5 m و 16.0 m (CL، PI = 18 ≥ 7). ولا تعد طبقة ML (PI = 5 < 7) شبيهة بالطين، لذا **يجري تقييم** الاختبارين عند 7.0 m و 8.5 m (FC = 62 %). وتبقى الاختبارات المستبعدة مدرجة في الجداول.

تحقق من الحل في GeoTerva ↗

المسألة

مثال

المعطيات

الجسة	**BH-1 والمعاملات الواردة في المثال 1؛ عشر خطوات متطابقة في كل اختبار**
قاعدة المنطقة	**يمتد كل اختبار ضمن طبقته حتى نقطة المنتصف بينه وبين الاختبارات المجاورة؛ ويتوقف عند حد الطبقة وعند منسوب المياه الجوفية**

المطلوب

جدول جميع الاختبارات؛ **المناطق المتميّعة**، **السماكة المتميّعة** وأصغر FS.

الحل (1/2)

الحل

الحالة	FS	CRR	CSR	$_{60cs}(N_1)$	C_N	N_{60}	σ'_v	σ_v	% FC	التربة	N_{30}	z (m)
أعلى منسوب المياه الجوفية	–	–	–	15.95	1.700	6.75	–	–	20	GM	9	1.0
تتميّع	0.493	0.130	0.263	10.19	1.652	5.95	39.9	46.8	8	SP-SM	7	2.5
تتميّع التربة	**0.458**	**0.141**	**0.309**	**12.08**	**1.378**	**8.50**	**54.5**	**76.1**	**8**	**SP-SM**	**10**	**4.0**
تتميّع	0.596	0.198	0.332	18.46	1.191	15.20	69.0	105.3	8	SP-SM	16	5.5
عند الحد	1.056	0.363	0.344	27.13	1.079	19.95	83.0	134.1	62	ML	21	7.0
عند الحد	1.102	0.386	0.350	27.98	1.017	22.00	96.8	162.6	62	ML	22	8.5
آمن	1.386	0.487	0.351	30.18	0.966	27.00	111.4	191.9	18	SM	27	10.0
آمن	1.494	0.521	0.349	30.89	0.924	29.00	126.4	221.6	18	SM	29	11.5
تتميّع	0.867	0.299	0.345	26.03	0.878	25.00	141.4	251.2	18	SM	25	13.0
شبيه بالطين (PI ≥ 7)	–	–	–	16.12	0.816	13.00	–	–	88	CL	13	14.5
شبيه بالطين (PI ≥ 7)	–	–	–	17.34	0.788	15.00	–	–	88	CL	15	16.0
آمن	1.835	0.602	0.328	32.50	0.812	40.00	184.6	338.7	4	SP	40	17.5
آمن	2.928	0.937	0.320	35.15	0.799	44.00	200.7	369.4	4	SP	44	19.0

أصغر ($z = 4.0$ m) **$FS = 0.458$**. مناطق تميّع التربة: **1.80 m – 6.00 m** و **12.25 m – 13.50 m**؛ وعند الحد: 6.00 m – 9.00 m. السماكة المتميعة = 5.45 m. والصف 4.0 m هو المثال 1 المحلول يدوياً.

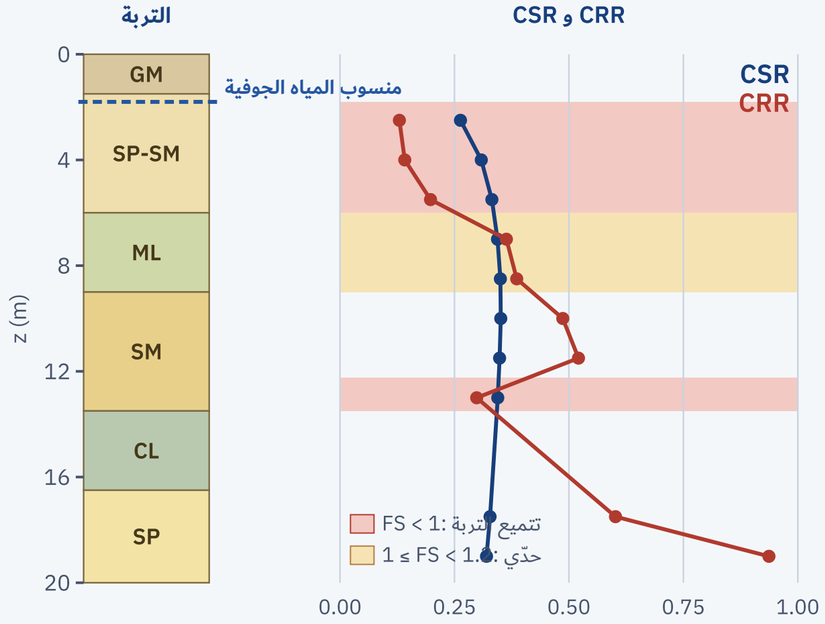
الحل (2/2)

الحل

1 يمثل كل اختبار نطاقه الخاص؛ وتُدمج النطاقات المتجاورة ذات النتيجة نفسها

المنطقة	المدى (m)	السماكة (m)	الاختبارات	مدى FS
قابل للتميّع 1	6.00 – 1.80	4.20	2.5; 4.0; 5.5 m	0.596 – 0.458
عند الحد	9.00 – 6.00	3.00	7.0; 8.5 m	1,102 – 1,056
قابل للتميّع 2	13.50 – 12.25	1.25	13.0 m	0.867
إجمالي المتسيّل		**5.45**		

مثال: يمثل اختبار العمق 4.0 m المجال 3.25 – 4.75 m؛ ويغطي اختبار العمق 2.5 m المجال 1.80 – 3.25 m (ويتوقف عند منسوب المياه الجوفية)، ويغطي اختبار العمق 5.5 m المجال 4.75 – 6.00 m (ويتوقف عند حد الطبقة): المجموع **4.20 m**. وسماكة الطبقات المتميّعة في الجسة 5.45 m.



تحقق من الحل في GeoTerva ↗

المسألة

مثال

المعطيات

الحالة الأساسية	**BH-1: $a_{max} = 0.35g$، $M = 7.5$، منسوب المياه الجوفية 1.80 m، ER = 60%**
المتغيرات	**واحد فقط في كل مرة: $a_{max} = 0.25g$ / $0.45g$؛ $M = 6.5$ / 8.0؛ منسوب المياه الجوفية 3.0 m / 1.0 m؛ ER 45% / 80%**

المطلوب

أصغر FS و**سماكة الطبقة المتميّعة** في الجسة BH-1؛ تحقق يدوي من MSF في اختبار 4.0 m.

الحل (1/2)

الحل

الحالة	التغيير	أدنى FS	z (m)	سماكة التربة المتميّعة (m)	عند الحد (m)
القاع	a_{max} 0.35g؛ M 7.5؛ منسوب المياه الجوفية 1.8؛ ER 60	**0.458**	4.0	5.45	3.00
a_{max} تقل	0.25g	**0.641**	4.0	4.20	0.00
a_{max} تزداد	0.45g	**0.356**	4.0	8.45	3.25
تقل قدر الزلزال	M 6.5	**0.510**	4.0	4.20	0.00
يزداد القدر	M 8.0	**0.436**	4.0	8.45	3.25
يتعمق منسوب المياه الجوفية	3.0 m	**0.517**	4.0	4.00	3.00
يرتفع منسوب المياه الجوفية	1.0 m	**0.412**	2.5	5.75	3.00
تنخفض الطاقة	ER %45 (C_E 0.75)	**0.388**	4.0	15.20	0.00
تزداد الطاقة	ER %80 (C_E 1.33)	**0.560**	4.0	4.20	0.00

a_{max} هو المدخل الأكثر تأثيرا: فعند 0.25g تبلغ سماكة الطبقة المتميعة 4.20 m، وعند 0.45g تبلغ 8.45 m.
وتأثير **طاقة المطرقة** كبير على نحو غير متوقع: فمع ER 45% تصغر N_{60} وترتفع سماكة الطبقة المتميعة إلى 15.20 m. ولذلك فإن **معرفة** نسبة الطاقة المقيسة أمر مهم.

الحل (2/2)

الحل

1 معامل تصحيح قدر الزلزال من أجل M = 6.5 و $(N_1)_{60cs}$ = 12.08) M = 8.0)

$$MSF_{6.5} = 1 + (1.2372 - 1)(8.64\,e^{-6.5/4} - 1.325) = \mathbf{1.0892}$$

$$MSF_{8.0} = 1 + (1.2372 - 1)(8.64\,e^{-8.0/4} - 1.325) = \mathbf{0.9631}$$

2 في الاختبار نفسه FS (4.0 m)

FS	CRR	MSF	CSR	r_d	M
0.510	0.1539	1.0892	0.3018	0.9502	6.5
0.458	0.1413	1.0000	0.3087	0.9718	7.5
0.436	0.1361	0.9631	0.3122	0.9828	8.0

قدر الزلزال الأصغر يعني عدداً أقل من الدورات: فيكبر MSF ويصبح FS من 0.458 إلى **0.510**؛ وعند M = 8.0 يكون FS مساوياً 0.436. ويعتمد كل من r_d و MSF على القدر؛ ويؤثران في الاتجاه نفسه.

تحقق من الحل في GeoTerva ↗

المسألة

مثال

المعطيات

الجسات	**BH-1 (منسوب المياه الجوفية 1.80 m)، BH-2 (2.40 m)، BH-3 (3.10 m)؛ المعاملات نفسها**
المقطع	**BH-1 $x = 0$، BH-2 $x = 32$، BH-3 $x = 70$ m**

المطلوب

أصغر FS لكل جسة، والسماكات **المُتَميّعة** و**الحدّية**؛ خلاصة المشروع.

الحل

الحل

الجسة	منسوب المياه الجوفية (m)	الاختبار	المستبعد	أدنى FS	z (m)	المناطق المتميّعة (m)	السماكة (m)	عند الحد (m)
BH-1	1.80	13	3	**0.458**	4.0	13.50–12.25 ;6.00–1.80	5.45	3.00
BH-2	2.40	13	3	**0.697**	3.0	5.25–2.40	2.85	3.50
BH-3	3.10	13	6	**0.841**	6.0	8.25–5.00	3.25	1.75

يستثار تميّع التربة **في الجسات الثلاث جميعها**. أصغر قيمة FS = 0.458 (BH-1 عند 4.0 m)؛ وأكبر سماكة للتربة المتميّعة في (5.45 m) BH-1. من أصل 39 اختباراً تم تقييم 27 واستبعاد 12 (فوق منسوب المياه الجوفية أو ذات طبيعة طينية).

إذا وُجد خط مقطع، يُستكمل شريط اللون بالاستيفاء الخطي بين الجسات؛ والمنطقة الرمادية هي تربة غير مُقيَّمة.

تحقق من الحل في GeoTerva ↗

النقاط الرئيسية

FS = CRR / CSR; $CSR = 0.65\ (\sigma_v/\sigma'_v)\ a_{max}\ r_d$; $CRR = CRR_{7.5;1} \cdot MSF \cdot K_\sigma$

$N_{60} = N_{30}\ C_E\ C_B\ C_S\ C_R$؛ $(N_1)_{60cs} = C_N\ N_{60} + \Delta(FC)$، وتوجد C_N بالتكرار

مثال (BH-1 عند 4.0 m): σ'_v 54.47 kPa؛ N_{60} 8.50؛ C_N 1.378؛ $(N_1)_{60cs}$ 12.08؛ CSR 0.3087؛ CRR 0.1413 (MSF 1.000، K_σ 1.062) → **FS** 0.458

الاستبعاد: لا تدخل في الحساب الاختبارات الواقعة فوق منسوب المياه الجوفية أو تحت z_{max} أو المشابهة للطين (PI ≥ 7)؛ **المنطقة:** تمتد الاختبارات حتى منتصف المسافة إلى الاختبارات المجاورة

الحساسية: a_{max} وطاقة المطرقة المقاسة هما المدخلان الأكثر تأثيراً في النتيجة؛ وتبعات تميّع التربة حساب منفصل

المراجع

Boulanger, R.W., Idriss, I.M. (2014). CPT and SPT based liquefaction triggering procedures. Report UCD/CGM-14/01, University of California, Davis.

Idriss, I.M., Boulanger, R.W. (2008). Soil liquefaction during earthquakes. EERI, MNO-12.

Boulanger, R.W., Idriss, I.M. (2006). Liquefaction susceptibility criteria for silts and clays. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 132(11).

Youd, T.L. et al. (2001). Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 127(10).

Seed, H.B., Idriss, I.M. (1971). Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. J. Soil Mech. Found. Div., 97(SM9).

ملاحظة

جميع الأمثلة العددية مستخرجة بمحرك الحساب الخاص بالوحدة؛ وتعطي الوحدة القيم نفسها. والمشروع الابتدائي للوحدة هو هذه الجسات الثلاث (a_{max} = 0.35g، M = 7.5).

حسابات الجيوتكنيك عبر الإنترنت

من النظرية إلى التطبيق

أدخل في GeoTerva الجسات الخاصة بك ونتائج SPT ومنسوب المياه الجوفية ومعاملات الزلزال؛ وتعطي الوحدة معاً التصحيحات لكل اختبار و CSR و CRR و FS والمناطق وسماكة الطبقة المتميعة والمقطع الملون بالأشرطة والحل خطوة بخطوة والتقرير.

افتح الوحدة ←

صفحة النظرية ←

افتح على الهاتف

لا تتطلب الوحدات التجريبية تسجيلاً.