

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

الدورة: 2026

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي

الشعبة: تقني رياضي

المدة: 04 سا و 30 د

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية)

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 7 إلى الصفحة 3 من 7)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: التحريضات البسيطة (05 نقاط)

قضيب خاضع لمجموعة من القوى، يتكون من ثلاث أجزاء أسطوانية حسب الشكل (1):

- الجزء (1): من الفولاذ قطر مقطعه العرضي $D_1 = 40 \text{ mm}$.

- الجزء (2): من الفولاذ قطر مقطعه العرضي $D_2 = 16 \text{ mm}$.

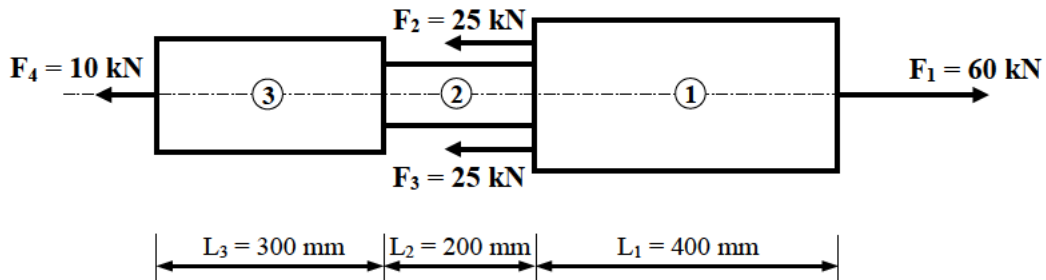
- الجزء (3): من النحاس قطر مقطعه العرضي $D_3 = 30 \text{ mm}$.

يُعطى معامل المرونة الطولي:

- الفولاذ: $E_a = 2.1 \times 10^6 \text{ daN/cm}^2$.

- النحاس: $E_{cu} = 1.26 \times 10^6 \text{ daN/cm}^2$.

ملاحظة: محصلة القوتين F_2 و F_3 تنطبق على المحور المركزي للقضيب.



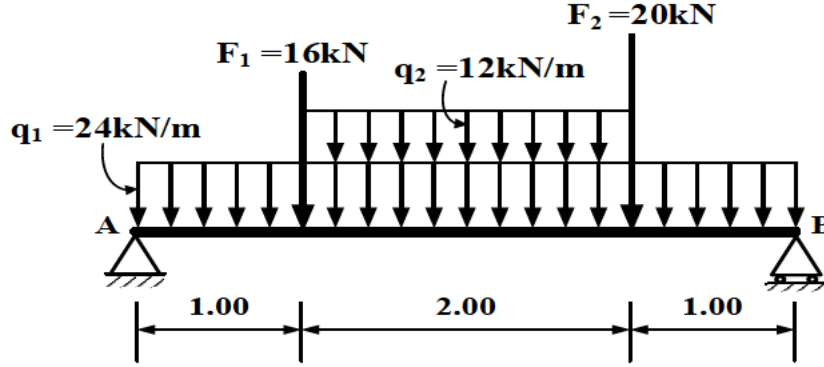
الشكل (1)

العمل المطلوب:

- 1) احسب الجهد النّاطمي (N) في كل جزء من القضيب.
- 2) احسب الإجهاد النّاطمي (σ) في كل جزء من القضيب.
- 3) احسب التّشوه المطلق الكلي (ΔL) للقضيب.
- 4) ارسم مخطط تغيّرات الإجهاد النّاطمي على طول القضيب.

النشاط الثاني: الانحناء المستوي البسيط (07 نقاط)

رافدة معدنية من نوع IPE مُحمّلة حسب الشكل (2)، ترتكز على مسندين: (A) مسند مزدوج و (B) مسند بسيط.



الشكل (2)

العمل المطلوب:

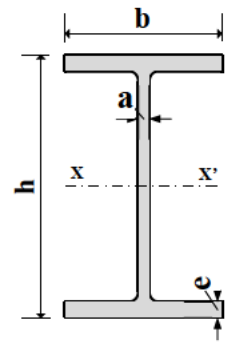
- 1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.
- 2) اكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- 3) ارسم المنحنيين البيانيين للجهد القاطع $T(x)$ ولعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- 4) استنتج قيمة عزم الانحناء الأعظمي M_{fmax} .
- 5) حدّد من الجدول المرفق المجنب IPE الآمن والاقتصادي علماً أنّ:

- عزم الانحناء الأعظمي: $M_{fmax} = 84.01 \text{ kN.m}$

- الإجهاد الناظمي المسموح به: $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN/cm}^2$

الجدول المرفق:

التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ (xx')	
	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)		$I_{xx'}$ (cm ⁴)	$W_{xx'}$ (cm ³)
IPE 220	220	110	5,9	9,2	33,4	2772	252
IPE 240	240	120	6,2	9,8	39,12	3892	324,3
IPE 270	270	135	6,6	10,2	45,94	5790	428,9
IPE 300	300	150	7,1	10,7	53,81	8356	557,1
IPE 330	330	160	7,5	11,5	62,61	11770	713,1
IPE 360	360	170	8	12,7	72,73	16270	903,6
IPE 400	400	180	8,6	13,5	84,46	23130	1156

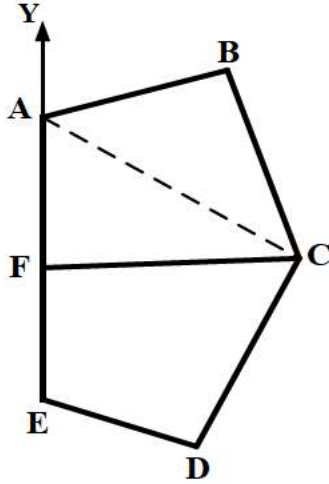


المقطع العرضي لمجنب IPE

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)

قطعة أرض صناعية (ABCDE) موضحة في الشكل (3)، أقترح تقسيمها إلى قطعتين (ABCF) و (FCDE) من أجل إنجاز مصنعين. فقام الطبوغرافي بمجموعة من القياسات وتحصل على النتائج المدونة في الجداول المرفقة:



النقاط	X (m)	Y (m)	المسافات الأفقية
A	300	450	$L_{AB} = 186.815 \text{ m}$
B	480	500	$L_{AC} = 291.55 \text{ m}$
C	550	300	السموت الإحداثية
D	450	100	$G_{AB} = 82.75 \text{ gr}$
E	300	150	$G_{AC} = 134.40 \text{ gr}$

الشكل (3)

العمل المطلوب:

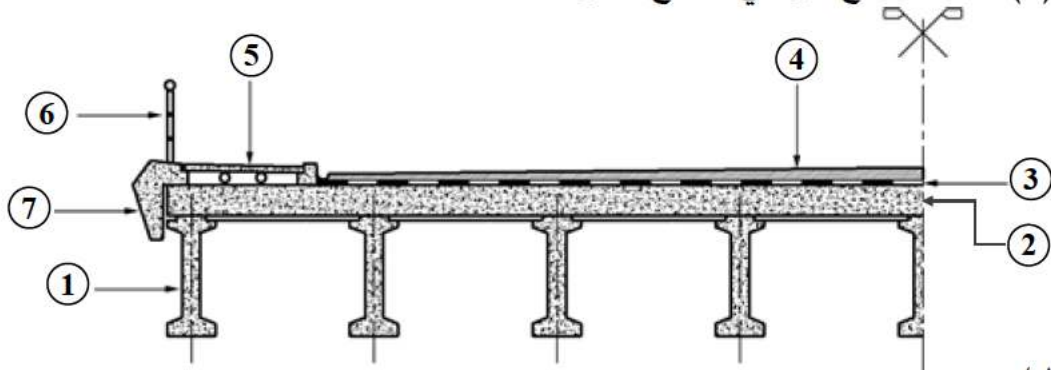
- احسب (Y_F) ترتيب النقطة F حتى تكون المساحة $S_{FCDE} = 35000 \text{ m}^2$ علماً أن: $X_F = X_A$.
- احسب الطول L_{AF} واستنتج السموت الإحداثي G_{AF} ، إذا علمت أن:

- ترتيب النقطة F: $Y_F = 290 \text{ m}$

- احسب المساحة S_{ABCF} باستعمال الإحداثيات القطبية.
- احسب المساحة S_{ABCDE} باستعمال الإحداثيات القائمة.

النشاط الثاني: الجسور (03 نقاط)

يُمثل الشكل (4) نصف مقطع عرضي لسطح جسر.



العمل المطلوب

الشكل (4)

- صنّف الجسر من حيث الشكل.
- سمّ العناصر المرقمة من 1 إلى 7.
- حدّد دور كل من العنصرين: 3 و 7.

الموضوع الثاني

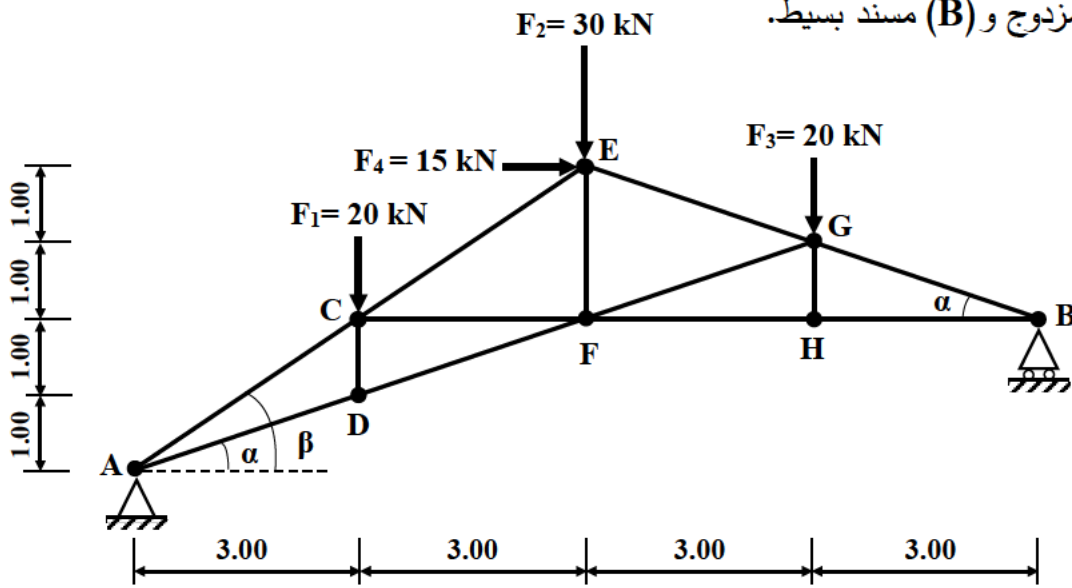
يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 4 من 7 إلى الصفحة 7 من 7)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: الأنظمة المثلثية (07 نقاط)

نظام مثلثي مُحدّد سكونيًا يتكون من مُجنّبات زاوية مزدوجة (L)، مُحمّل حسب الشّكل (1) ويرتكز على مسندين: (A) مسند مزدوج و (B) مسند بسيط.

يعطى:



$$\begin{cases} \cos \alpha = 0.9487 \\ \sin \alpha = 0.3162 \\ \cos \beta = 0.8321 \\ \sin \beta = 0.5547 \end{cases}$$

الشكل (1)

العمل المطلوب:

- احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.
- احسب الجهود الداخلية في القضبان AC، AD، HG، HF، BG، BH بطريقة عزل العقد مُبيّنًا طبيعتها مع تدوين النتائج في جدول.

(3) حدّد من الجدول المُرفق مُجنّب الزاوية الآمن والاقتصادي إذا علمت أن:

- القضيب AD خاضع لجهود ناظمي أعظمي: $N_{\max} = 126.50 \text{ kN}$

- الإجهاد النّاطمي المسموح به: $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN/cm}^2$

(4) احسب التشوه المطلق (ΔL) للقضيب AD علمًا أن معامل المرونة الطولي: $E = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$

الجدول المرفق:

التعيين	الأبعاد		المقطع	بالنسبة لـ (xx')	
L	a (mm)	e (mm)	S (cm ²)	I _{xx} ' (cm ⁴)	W _{xx} ' (cm ³)
35×35×3.5	35	3.5	2,39	2,66	1,06
40×40×4	40	4	3,08	4,47	1,55
45×45×4,5	45	4,5	3,9	7,15	2,2
50×50×5	50	5	4,8	10,96	3,05
60×60×6	60	6	6,91	22,79	5,29



النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة (05 نقاط)

شَدَاد من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مستطيل $(40 \times 30) \text{ cm}^2$ ، خاضع لقوة شد مركزية.
المعطيات:

- الحمولات المطبقة: $Q = 0.1 \text{ MN}$; $G = 0.2 \text{ MN}$
- الفولاذ من نوع HA: $f_e = 400 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1.15$; $\eta = 1.6$
- مقاومة الخرسانة للانضغاط: $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$
- حالة التشققات: ضارة جدًا.

العمل المطلوب:

- (1) حدّد مقطع التسليح الطولي للشَدَاد.
- (2) تحقّق من شرط عدم الهشاشة.
- (3) اقترح رسمًا لتسليح مقطع الشَدَاد. (تُعطى مسافة التغليف: $c = 5 \text{ cm}$)

- العلاقات الضرورية للحساب:

$$N_{ser} = G + Q ; A_s \times f_e \geq B \times f_{t28} ; \bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; 110 \sqrt{\eta \times f_{t28}} \right\}$$

$$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_{st}} ; A = \max(A_u ; A_{ser}) ; N_u = 1.35G + 1.5Q ; f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{1}{2} f_e ; 90 \sqrt{\eta \times f_{t28}} \right\} ; f_{t28} = 0.6 + (0.06 \times f_{c28}) ; A_u = \frac{N_u}{f_{su}}$$

- جدول التسليح:

مقاطع التسليح بـ (cm^2) لعدد من القضبان									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	عدد القضبان القطر (mm)
7.85	7.07	6.28	5.50	4.71	3.93	3.14	2.36	1.57	10
11.31	10.18	9.05	7.92	6.79	5.65	4.52	3.39	2.26	12
15.39	13.85	12.32	10.78	9.24	7.70	6.16	4.62	3.08	14
20.11	18.10	16.08	14.07	12.06	10.05	8.04	6.03	4.02	16
31.42	28.27	25.13	21.99	18.85	15.71	12.57	9.42	6.28	20

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: المنشأ العلوي (03 نقاط)

تُعتبر الأرضيات عنصراً هاماً في منشآت البناء.

العمل المطلوب:

- (1) حدّد دور الأرضيات.
- (2) صنّف الأرضيات المصبوبة.

النشاط الثاني: الطرق (05 نقاط)

جزء من مشروع طريق مُمثّل بمظهره الطولي وبأحد مظاهره العرضية P_3 حسب الوثيقة المرفقة (صفحة 7 من 7).

العمل المطلوب: على الوثيقة المرفقة (صفحة 7 من 7) يُطلب ما يلي:

- (1) أتمم المظهر الطولي.
- (2) أتمم ملء جدول المظهر العرضي P_3 .

ملاحظة: الوثيقة المرفقة (صفحة 7 من 7) تُسلّم مع أوراق الإجابة.

المظهر الطولي

1/100
1/1000

+ 90.00

PF

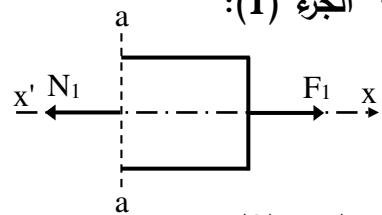
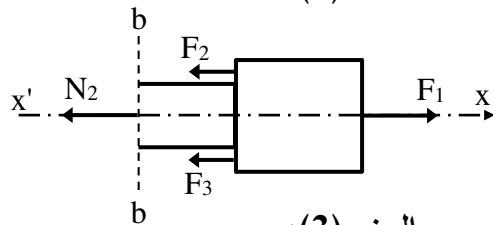
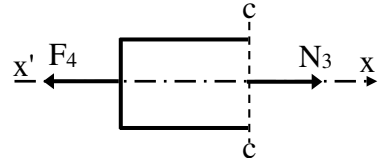
أرقام المظاهر	1	2	3	4	5
مناسيب خط التربة الطبيعية	93.50	93.00	92.25	91.00	92.50
مناسيب خط المشروع	93.00	.....	92.25	.....	91.50
المسافات الجزئية		30.00	30.00	.....	20.00
المسافات المتراكمة	0.00	30.00	60.00	.....	.....
ميل خط المشروع		 % L =			
التراصيف والمنعرجات		L = 60 m		$R = 81.89 \text{ m}$ $\alpha = 28^\circ$ $L = \dots$	
				L = 20 m	

المظهر العرضي P3

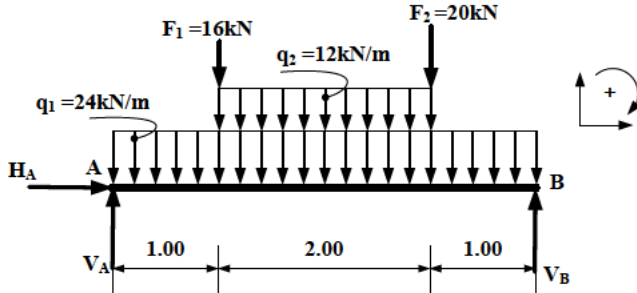
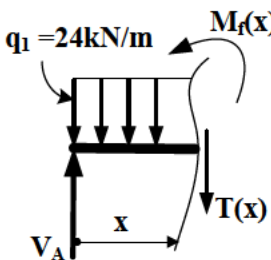
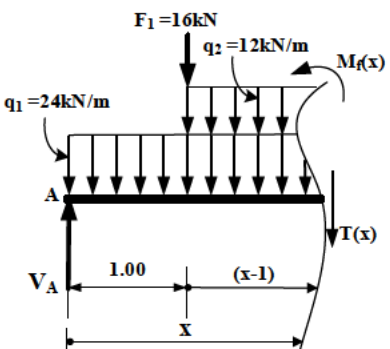
1/100
1/100

+ 90.00

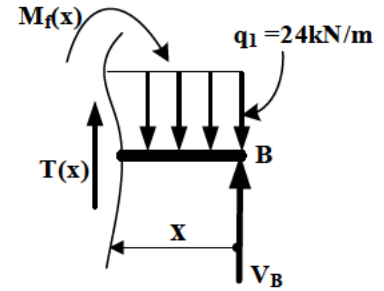
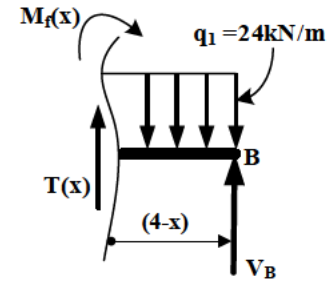
		2/3	10 %	15 %	1/1
مناسيب خط التربة الطبيعية	.....	.....	.....	.....	.....
مناسيب خط المشروع	92.25	92.25	92.25	92.25	.....
المسافات الجزئية	.....	5.00	5.00	1.50	.....
المسافات المتراكمة	5.00	0.00	5.00	6.50	.....

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	
مجموع	مجزأة		
01.50		الميكانيك المطبقة: النشاط الأول: التحريصات البسيطة (1) حساب الجهد الناظمي في كل جزء من القضيب: - الجزء (1): 	
	0.25	$\sum F_{xx'} = 0 \Leftrightarrow F_1 - N_1 = 0$	
	0.25	$\Rightarrow N_1 = F_1 \Rightarrow \boxed{N_1 = 60 \text{ kN}}$	
		- الجزء (2): 	
	0.25	$\sum F_{xx'} = 0 \Leftrightarrow F_1 - N_2 - F_2 - F_3 = 0$	
	0.25	$\Rightarrow N_2 = F_1 - F_2 - F_3 \Rightarrow \boxed{N_2 = 10 \text{ kN}}$	
		- الجزء (3): 	
	0.25	$\sum F_{xx'} = 0 \Leftrightarrow N_3 - F_4 = 0$	
	0.25	$\Rightarrow N_3 = F_4 \Rightarrow \boxed{N_3 = 10 \text{ kN}}$	
		(2) حساب الاجهاد الناظمي في كل جزء من القضيب: - الجزء (1):	
	0.25	$\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} \Rightarrow \sigma_1 = \frac{N_1}{\frac{\pi \cdot D_1^2}{4}} \Rightarrow \sigma_1 = \frac{4N_1}{\pi \cdot D_1^2}$	
		$\Rightarrow \sigma_1 = \frac{4 \times 60 \times 10^2}{3.14 \times (4)^2}$	
	0.25	$\Rightarrow \boxed{\sigma_1 = 477.71 \text{ daN / cm}^2}$	
		- الجزء (2):	
	0.25	$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} \Rightarrow \sigma_2 = \frac{N_2}{\frac{\pi \cdot D_2^2}{4}} \Rightarrow \sigma_2 = \frac{4N_2}{\pi \cdot D_2^2}$	
		$\Rightarrow \sigma_2 = \frac{4 \times 10 \times 10^2}{3.14 \times (1.6)^2}$	
	0.25	$\Rightarrow \boxed{\sigma_2 = 497.61 \text{ daN / cm}^2}$	
		- الجزء (3):	
	0.25	$\sigma_3 = \frac{N_3}{S_3} \Rightarrow \sigma_3 = \frac{N_3}{\frac{\pi \cdot D_3^2}{4}} \Rightarrow \sigma_3 = \frac{4N_3}{\pi \cdot D_3^2}$	

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
01.50	0.25	$\Rightarrow \sigma_3 = \frac{4 \times 10 \times 10^2}{3.14 \times (3)^2}$ $\Rightarrow \boxed{\sigma_3 = 141.54 \text{ daN/cm}^2}$
	0.25	(3) حساب التشوه المطلق الكلي (ΔL) للقضيب:
	0.125×2	$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3$ $\Delta L_1 = \frac{N_1 \times L_1}{S_1 \times E_a} \Rightarrow \Delta L_1 = \frac{60 \times 10^2 \times 40}{\frac{\pi \cdot 4^2}{4} \times 2.1 \times 10^6} \Rightarrow \boxed{\Delta L_1 = 9.1 \times 10^{-2} \text{ mm}}$
	0.125×2	$\Delta L_2 = \frac{N_2 \times L_2}{S_2 \times E_a} \Rightarrow \Delta L_2 = \frac{10 \times 10^2 \times 20}{\frac{\pi \cdot (1.6)^2}{4} \times 2.1 \times 10^6} \Rightarrow \boxed{\Delta L_2 = 4.74 \times 10^{-2} \text{ mm}}$
	0.125×2	$\Delta L_3 = \frac{N_3 \times L_3}{S_3 \times E_{cu}} \Rightarrow \Delta L_3 = \frac{10 \times 10^2 \times 30}{\frac{\pi \cdot (3)^2}{4} \times 1.26 \times 10^6} \Rightarrow \boxed{\Delta L_3 = 3.37 \times 10^{-2} \text{ mm}}$
01.25	0.25	$\Delta L = 9.1 \times 10^{-2} + 4.74 \times 10^{-2} + 3.37 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{\Delta L = 17.21 \times 10^{-2} \text{ mm}}$
0.75	0.25×3	(4) رسم مخطط تغيرات الاجهاد النازمي على طول القضيب:
		سلم الرسم: 1 cm $\longrightarrow$ 100 mm 1 cm $\longrightarrow$ 100 daN/cm²
05.00		

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
01.25		النشاط الثاني: الانحناء المستوي البسيط (1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B:  0.25 $\sum F_{XX'} = 0 \Rightarrow H_A = 0$ $\sum F_{YY'} = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 156 \text{ kN}$ $\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow (q_1 \times 4 \times 2) + (F_1 \times 1) + (q_2 \times 2 \times 2) + (F_2 \times 3) - (V_B \times 4) = 0$ 0.50 $\Rightarrow V_B = \frac{(24 \times 4 \times 2) + (16 \times 1) + (12 \times 2 \times 2) + (20 \times 3)}{4} \Rightarrow V_B = 79 \text{ kN}$ $\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 4) - (q_1 \times 4 \times 2) - (F_1 \times 3) - (q_2 \times 2 \times 2) - (F_2 \times 1) = 0$ 0.50 $\Rightarrow V_A = \frac{(24 \times 4 \times 2) + (16 \times 3) + (12 \times 2 \times 2) + (20 \times 1)}{4} \Rightarrow V_A = 77 \text{ kN}$ التحقق: $V_A + V_B = 156 \text{ kN} \Rightarrow 77 + 79 = 156 \text{ kN}$ (2) كتابة معادلات الجهد القاطع $T(x)$ و عزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الزائدة: القطع 1 - 1 : $0 \leq x \leq 1.00$ 0.25 $T(x) = -q_1 \cdot x + V_A \Rightarrow T(x) = -24x + 77$ 0.25 $\Rightarrow \begin{cases} T(0) = 77 \text{ kN} \\ T(1) = 53 \text{ kN} \end{cases}$ 0.25 $M_f(x) = -q_1 \cdot \frac{x^2}{2} + V_A \cdot x \Rightarrow M_f(x) = -12x^2 + 77x$ 0.25 $\Rightarrow \begin{cases} M_f(0) = 0 \\ M_f(1) = 65 \text{ kN.m} \end{cases}$  القطع 2 - 2 : $1 \leq x \leq 3.00$ 0.25 $T(x) = V_A - q_1 \cdot x - q_2 \cdot (x - 1) - F_1 \Rightarrow T(x) = -36x + 73$ 0.25 $\Rightarrow \begin{cases} T(1) = 37 \text{ kN} \\ T(3) = -35 \text{ kN} \end{cases}$ $M_f(x) = V_A \cdot x - q_1 \cdot \frac{x^2}{2} - q_2 \cdot \frac{(x - 1)^2}{2} - F_1 \cdot (x - 1)$ 0.25 $\Rightarrow M_f(x) = -18x^2 + 73x + 10$ 0.25 $\Rightarrow \begin{cases} M_f(1) = 65 \text{ kN.m} \\ M_f(3) = 67 \text{ kN.m} \end{cases}$ 

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
03.25		- حساب القيمة الحدية لعزم الانحناء:
	0.125	$\left. \begin{array}{l} T(1) > 0 \\ T(3) < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow T(x) = 0 \Rightarrow -36x + 73 = 0 \Rightarrow \boxed{x = 2.03 \text{ m}}$
	0.125	$\Rightarrow M_f(2.03) = \boxed{84.01 \text{ kN.m}}$
		القطع 3 - 3: القطع على اليمين الطريقة الأولى: $3 \leq x \leq 4.00$
	0.25	$T(x) = -V_B + q_1 \cdot (4 - x) \Rightarrow \boxed{T(x) = -24x + 17}$
	0.25	$\Rightarrow \begin{cases} T(3) = -55 \text{ kN} \\ T(4) = -79 \text{ kN} \end{cases}$
	0.25	$M_f(x) = V_B \cdot (4 - x) - q_1 \cdot \frac{(4 - x)^2}{2}$
	0.25	$\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -12x^2 + 17x + 124}$
	0.25	$\Rightarrow \begin{cases} M_f(3) = 67 \text{ kN.m} \\ M_f(4) = 0 \end{cases}$
		الطريقة الثانية: $0 \leq x \leq 1.00$
		$T(x) = -V_B + q_1 \cdot x \Rightarrow \boxed{T(x) = 24x - 79}$
		$\Rightarrow \begin{cases} T(0) = -79 \text{ kN} \\ T(1) = -55 \text{ kN} \end{cases}$
		$M_f(x) = V_B \cdot x - q_1 \cdot \frac{x^2}{2} \Rightarrow \boxed{M_f(x) = -12x^2 + 79x}$
		$\Rightarrow \begin{cases} M_f(0) = 0 \\ M_f(1) = 67 \text{ kN.m} \end{cases}$
		ملاحظة: بالنسبة للقطع 3-3 يمكن اعتماد إحدى الطريقتين الموضحتين سابقاً (على اليمين) أو اختيار القطع على اليسار مع الاحتفاظ على نفس سلم التنقيط.

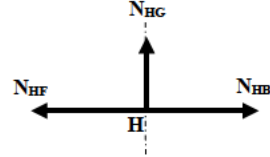
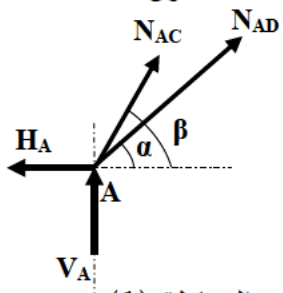


العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		(3) رسم المنحنيين البيانيين للجهد القاطع $T(x)$ و عزم الانحناء $M_f(x)$: Diagram showing the beam structure and the internal force diagrams (Shear Force $T(x)$ and Bending Moment $M_f(x)$). Beam parameters and loads: - Point A: Horizontal reaction H_A, Vertical reaction V_A - Point B: Vertical reaction V_B - Horizontal distributed load $q_1 = 24 \text{ kN/m}$ (from A to 1.00 m) - Vertical point load $F_1 = 16 \text{ kN}$ (at 1.00 m) - Vertical distributed load $q_2 = 12 \text{ kN/m}$ (from 1.00 m to 3.00 m) - Vertical point load $F_2 = 20 \text{ kN}$ (at 3.00 m) Internal Force Diagrams: - Shear Force $T(x)$ (kN): - At A: 77 - At 1.00 m: 53 - At 2.03 m: 37 - At 3.00 m: -35 - At 3.00 m (after F_2): -55 - At B: -79 - Bending Moment $M_f(x)$ (kN m): - At A: 0 - At 2.03 m: 84.01 - At B: 67
	0.25×3	
	0.25×3	
01.50		

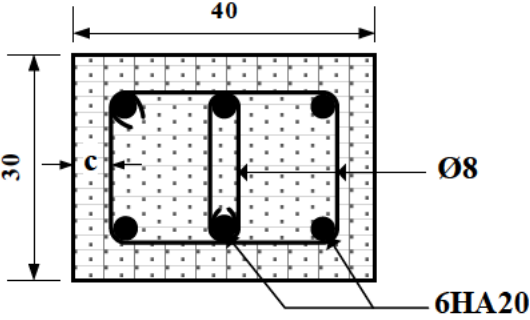
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
0.25	0.25	(4) استنتاج قيمة عزم الانحناء الأعظمي M_{fmax}: من المنحنى البياني لتغيرات عزم الانحناء على طول الرافدة نستنتج أن: $M_{fmax} = 84.01 \text{ kN.m}$ (5) تحديد المجنب IPE الآمن والاقتصادي:
	0.25	$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{M_{fmax}}{W_{xx'}} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow W_{xx'} \geq \frac{M_{fmax}}{\bar{\sigma}}$
	0.25	$\Rightarrow W_{xx'} \geq \frac{84.01 \times 10^4}{1600} \Rightarrow W_{xx'} \geq 525.06 \text{ cm}^3$
	0.25	من الجدول نختار $W_{xx'} = 557.1 \text{ cm}^3$ ومنه المجنب الآمن والاقتصادي IPE300
0.75		البناء: النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (1) حساب (Y_F) ترتيب النقطة F:
01.00	0.25	$S_{FCDE} = \frac{1}{2} \sum X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})$
	0.25	$S_{FCDE} = \frac{1}{2} [X_F (Y_E - Y_C) + X_C (Y_F - Y_D) + X_D (Y_C - Y_E) + X_E (Y_D - Y_F)]$
	0.25	$35000 \times 2 = 300(150 - 300) + 550(Y_F - 100) + 450(300 - 150) + 300(100 - Y_F)$ $70000 = -45000 + 550Y_F - 55000 + 67500 + 30000 - 300Y_F$
	0.25	$72500 = 250 \cdot Y_F \Rightarrow Y_F = \frac{72500}{250} \Rightarrow Y_F = 290 \text{ m}$
01.50	0.25	(2) حساب الطول L_{AF} واستنتاج السمات الاحداثي G_{AF}: • حساب الطول L_{AF}:
	0.25	$\Delta X_{AF} = X_F - X_A \Rightarrow \Delta X_{AF} = 300 - 300 \Rightarrow \Delta X_{AF} = 0$
	0.25	$\Delta Y_{AF} = Y_F - Y_A \Rightarrow \Delta Y_{AF} = 290 - 450 \Rightarrow \Delta Y_{AF} = -160 \text{ m}$
	0.25	$L_{AF} = \sqrt{(\Delta X_{AF})^2 + (\Delta Y_{AF})^2} \Rightarrow L_{AF} = \sqrt{(X_F - X_A)^2 + (Y_F - Y_A)^2}$ $\Rightarrow L_{AF} = \sqrt{(0)^2 + (-160)^2} \Rightarrow L_{AF} = 160 \text{ m}$
	0.50	• استنتاج السمات الاحداثي G_{AF}: حالة خاصة $\left. \begin{array}{l} \Delta X_{AF} = 0 \\ \Delta Y_{AF} < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow G_{AF} = 200 \text{ gr}$

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)														
مجزأة	مجموع															
01.00	0.25	(3) حساب المساحة S_{ABCF} باستعمال الاحداثيات القطبية:														
	0.25	$S_{ABCF} = \frac{1}{2} \sum L_n \times L_{n+1} \times \sin(G_{n+1} - G_n)$														
	0.25	$S_{ABCF} = \frac{1}{2} [L_{AB} \times L_{AC} \times \sin(G_{AC} - G_{AB}) + L_{AC} \times L_{AF} \times \sin(G_{AF} - G_{AC})]$														
	0.25	$S_{ABCF} = \frac{1}{2} [186.815 \times 291.55 \times \sin(134.4 - 82.75) + 291.55 \times 160 \times \sin(200 - 134.4)]$														
	0.25	$S_{ABCF} = 39750.13 \text{ m}^2$														
01.50		(4) حساب المساحة S_{ABCDE} باستعمال الاحداثيات القائمة:														
	0.25	$S_{ABCDE} = \frac{1}{2} \sum X_n \cdot (Y_{n-1} - Y_{n+1})$														
	0.50	$S_{ABCDE} = \frac{1}{2} [X_A (Y_E - Y_B) + X_B (Y_A - Y_C) + X_C (Y_B - Y_D) + X_D (Y_C - Y_E) + X_E (Y_D - Y_A)]$														
	0.25	$S_{ABCDE} = \frac{1}{2} [300(150 - 500) + 480(450 - 300) + 550(500 - 100) + 450(300 - 150) + 300(100 - 450)]$														
	0.50	$S_{ABCDE} = 74750 \text{ m}^2$														
05.00		النشاط الثاني: الجسور														
01.125	01.125	(1) تصنيف الجسر من حيث الشكل: جسر ذو روافد (متعدد الروافد).														
		(2) تسمية العناصر:														
0.875	0.125 × 7	<table><tr><td>العنصر 7</td><td>العنصر 6</td><td>العنصر 5</td><td>العنصر 4</td><td>العنصر 3</td><td>العنصر 2</td><td>العنصر 1</td></tr><tr><td>الطنف (الكرنيش أو الإفريز)</td><td>الحاجز</td><td>الرّصيف</td><td>طبقة السير (التّدرج)</td><td>الكتيمية (الكتامة)</td><td>بلاطة الجسر</td><td>الرافدة الرئيسية (الطولية)</td></tr></table>	العنصر 7	العنصر 6	العنصر 5	العنصر 4	العنصر 3	العنصر 2	العنصر 1	الطنف (الكرنيش أو الإفريز)	الحاجز	الرّصيف	طبقة السير (التّدرج)	الكتيمية (الكتامة)	بلاطة الجسر	الرافدة الرئيسية (الطولية)
	العنصر 7	العنصر 6	العنصر 5	العنصر 4	العنصر 3	العنصر 2	العنصر 1									
الطنف (الكرنيش أو الإفريز)	الحاجز	الرّصيف	طبقة السير (التّدرج)	الكتيمية (الكتامة)	بلاطة الجسر	الرافدة الرئيسية (الطولية)										
01.00	0.25 × 3	(3) دور كل من العنصرين 3 و 7:														
		- دور العنصر 3: منع نفوذ المياه لبلاطة الجسر.														
		- دور العنصر 7: يوضع في الجهة الخارجية للجسر ودوره:														
03.00		أ- حماية واجهة سطح الجسر من مياه الأمطار. ب- حمل الحواجز الأمنية. ج- إعطاء طابع جمالي للجسر.														

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		الميكانيك المطبقة: النشاط الأول: الأنظمة المثلية (1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B: 0.50 $\sum F_{xx'}=0 \Rightarrow -H_A+15=0 \Rightarrow \boxed{H_A=15\text{kN}}$ $\sum F_{yy'}=0 \Rightarrow V_A+V_B-20-20-30=0 \Rightarrow \boxed{V_A+V_B=70\text{kN}}$ $\sum M_{/A}=0 \Rightarrow -(V_B \times 12)+(F_3 \times 9)+(F_2 \times 6)+(F_4 \times 4)+(F_1 \times 3)=0$ $\Rightarrow V_B = \frac{(20 \times 9)+(30 \times 6)+(15 \times 4)+(20 \times 3)}{12}$ 0.50 $\Rightarrow \boxed{V_B=40\text{kN}}$ $\sum M_{/B}=0 \Rightarrow (V_A \times 12)-(F_1 \times 9)+(F_4 \times 4)-(F_2 \times 6)-(F_3 \times 3)=0$ $\Rightarrow V_A = \frac{(20 \times 9)-(15 \times 4)+(30 \times 6)+(20 \times 3)}{12}$ 0.50 $\Rightarrow \boxed{V_A=30\text{kN}}$ للتحقق: $\sum F_{yy'}=0 \Rightarrow V_A+V_B=70 \Rightarrow \boxed{30+40=70\text{kN}}$ (2) حساب الجهود الداخلية للقضبان: - عزل العقدة B: $\sum F_{xx'}=0 \Rightarrow -N_{BH}-N_{BG} \cdot \cos\alpha=0 \Rightarrow \boxed{N_{BH}=-N_{BG} \cdot \cos\alpha} \dots (1)$ $\sum F_{yy'}=0 \Rightarrow V_B+N_{BG} \cdot \sin\alpha=0 \Rightarrow N_{BG}=\frac{-V_B}{\sin\alpha} \Rightarrow N_{BG}=\frac{-40}{0.3162}$ 0.50 $\Rightarrow \boxed{N_{BG}=126.50\text{kN}}$ (انضغاط) 0.50 $N_{BH}=-(-126.50) \times 0.9487 \Rightarrow \boxed{N_{BH}=120.01\text{kN}}$ (شد) بالتعويض في المعادلة (1):
01.50		

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)																						
مجموع	مجزأة																							
	0.50	$\sum F_{/xx'}=0 \Rightarrow N_{HB} - N_{HF}=0 \Rightarrow N_{HF}=N_{HB} \Rightarrow \boxed{N_{HF}=120.01\text{kN}}$ (شد)	- عزل العقدة H:																					
	0.50	$\sum F_{/yy'}=0 \Rightarrow \boxed{N_{HG}=0}$ (تركبي)																						
		$\sum F_{/xx'}=0 \Rightarrow N_{AD} \cdot \cos\alpha + N_{AC} \cdot \cos\beta - H_A = 0$ $\Rightarrow \boxed{0.9487N_{AD} + 0.8321N_{AC} = 15} \dots\dots(1)$	- عزل العقدة A:																					
		$\sum F_{/yy'}=0 \Rightarrow V_A + N_{AD} \cdot \sin\alpha + N_{AC} \cdot \sin\beta = 0$ $\Rightarrow \boxed{0.3162N_{AD} + 0.5547N_{AC} = -30} \dots\dots(2)$																						
		$\boxed{N_{AC} = \frac{15 - 0.9487N_{AD}}{0.8321}} \dots\dots(3)$	من المعادلة (1) نستخرج N_{AC} :																					
		$0.3162N_{AD} + 0.5547 \left[\frac{15 - 0.9487N_{AD}}{0.8321} \right] = -30$ $0.3162N_{AD} + 10 - 0.6324N_{AD} = -30$ $-0.3162N_{AD} = -40 \Rightarrow \boxed{N_{AD}=126.50\text{kN}}$ (شد)	نعوض في العلاقة (2):																					
	0.50	$N_{AC} = \frac{15 - 0.9487N_{AD}}{0.8321} \Rightarrow N_{AC} = \frac{15 - (0.9487 \times 126.5)}{0.8321}$	بالتعويض في العلاقة (3) نجد:																					
	0.50	$\Rightarrow \boxed{N_{AC} = -126.20\text{kN}}$ (انضغاط)																						
		ملاحظة: تقبل باقي الطرق المعتمدة لحل جملة معادلتين ذات مجهولين.																						
	0.50	<table><tr><th>N_{AC}</th><th>N_{AD}</th><th>N_{HG}</th><th>N_{HF}</th><th>N_{BG}</th><th>N_{BH}</th><th>الجهد</th></tr><tr><td>126.20</td><td>126.50</td><td>0</td><td>120.01</td><td>126.50</td><td>120.01</td><td>الشدة (kN)</td></tr><tr><td>انضغاط</td><td>شد</td><td>تركبي</td><td>شد</td><td>انضغاط</td><td>شد</td><td>الطبيعة</td></tr></table>	N_{AC}	N_{AD}	N_{HG}	N_{HF}	N_{BG}	N_{BH}	الجهد	126.20	126.50	0	120.01	126.50	120.01	الشدة (kN)	انضغاط	شد	تركبي	شد	انضغاط	شد	الطبيعة	- جدول النتائج:
N_{AC}	N_{AD}	N_{HG}	N_{HF}	N_{BG}	N_{BH}	الجهد																		
126.20	126.50	0	120.01	126.50	120.01	الشدة (kN)																		
انضغاط	شد	تركبي	شد	انضغاط	شد	الطبيعة																		
	0.25	(3) تحديد مجنب الزاوية الآمن والاقتصادي:																						
	0.50	$\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{N_{\max}}{2S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_{\max}}{2 \cdot \bar{\sigma}}$ $\Rightarrow S \geq \frac{126.50 \times 10^2}{2 \times 1600} \Rightarrow \boxed{S \geq 3.95\text{ cm}^2}$																						
	0.25	من الجدول نختار $S = 4.8\text{ cm}^2$ ومنه المجنب المناسب: $L(50 \times 50 \times 5)$																						
	0.25	(4) حساب التشوه المطلق للقضيب AD:																						
	0.25	$L_{AD} = \sqrt{(3)^2 + (1)^2} \Rightarrow \boxed{L_{AD} = 3.16\text{ m}}$																						
	0.25	$\Delta L = \frac{N_{AD} \times L_{AD}}{S \times E} \Rightarrow \Delta L = \frac{126.5 \times 10^2 \times 3.16 \times 10^2}{(2 \times 4.8) \times 2.1 \times 10^6} \Rightarrow \boxed{\Delta L = 0.198\text{ cm} = 1.98\text{ mm}}$																						
	0.25																							
03.50																								
01.00																								
01.00																								
07.00																								

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة 1) حساب مقطع التسليح الطولي للشد: أ. الحالة الحدية النهائية: ELU • الجهد الناظمي: 0.25 $N_u = 1.35G + 1.5Q \Rightarrow N_u = 1.35 \times 0.2 + 1.5 \times 0.1 \Rightarrow N_u = 0.42 \text{ MN}$ • الإجهاد المسموح به للفولاذ: 0.25 $f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} \Rightarrow f_{su} = \frac{400}{1.15} \Rightarrow f_{su} = 347.83 \text{ MPa}$ • مقطع التسليح: 0.50 $A_u = \frac{N_u}{f_{su}} \Rightarrow A_u = \frac{0.42 \times 10^4}{347.83} \Rightarrow A_u = 12.08 \text{ cm}^2$ ب. الحالة الحدية للمقاومة: ELS • الجهد الناظمي: 0.25 $N_{ser} = G + Q \Rightarrow N_{ser} = 0.2 + 0.1 \Rightarrow N_{ser} = 0.3 \text{ MN}$ • مقاومة الخرسانة للشد: 0.50 $f_{t28} = 0.6 + 0.06f_{c28} \Rightarrow f_{t28} = 0.6 + 0.06 \times 30 \Rightarrow f_{t28} = 2.4 \text{ MPa}$ • الإجهاد المسموح به للفولاذ: 0.50 $\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} f_e ; 90 \sqrt{\eta f_{t28}} \right\} \Rightarrow \bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} \times 400 ; 90 \sqrt{1.6 \times 2.4} \right\}$ $\Rightarrow \bar{\sigma}_s = \min \{ 200 ; 176.36 \} \Rightarrow \bar{\sigma}_s = 176.36 \text{ MPa}$ • مقطع التسليح: 0.50 $A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}} \Rightarrow A_{ser} = \frac{0.3 \times 10^4}{176.36} \Rightarrow A_{ser} = 17.01 \text{ cm}^2$ ج. مقطع التسليح النظري: 0.25 $A = \max \{ A_u ; A_{ser} \} \Rightarrow A = \max \{ 12.08 ; 17.01 \} \Rightarrow A = 17.01 \text{ cm}^2$ د. مقطع التسليح الحقيقي: 0.50 من الجدول نختار 6HA20 أي $A_s = 18.85 \text{ cm}^2$ ملاحظة: تقبل جميع الاقتراحات الصحيحة. 2) التحقق من شرط عدم الهشاشة: 0.50 $A_s \times f_e \geq B \times f_{t28} \Rightarrow \begin{cases} A_s \times f_e = 18.85 \times 400 = 7540 \\ B \times f_{t28} = (40 \times 30) \times 2.4 = 2880 \end{cases} \Rightarrow 7540 > 2880$ شرط عدم الهشاشة محقق.
03.50		
00.50		

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
	01.00	(3) رسم مقطع تسليح الشدائد: 
01.00		
05.00		
	0.75 ×2	
01.50		البناء: النشاط الأول: المنشأ العلوي (1) دور الأرضيات: - استقبال الحمولات وتوزيعها نحو الروافد. - الفصل بين مستويات المبنى. (2) تصنيف الأرضيات المصبوبة: تصنف إلى نوعين هما: - الأرضيات ذات الأجسام المجوفة. - الأرضيات ذات البلاطة المملوءة.
01.50		النشاط الثاني: الطرق
03.00		(1) إتمام المظهر الطولي:
	0.50	- طول المنعرج:
	0.50	- ميل خط المشروع:
	0.25×2	- مناسيب خط المشروع:
	0.125×2	- المسافات المتراكمة:
	0.25×2	- مسافات المظهر الوهمي:
	0.125×2	- تحديد مناطق الحفر والردم:
02.50		(2) إتمام جدول المظهر العرضي:
	0.25×6	- مناسيب خط التربة الطبيعية:
	0.25×2	- المسافات الجزئية:
	0.125×2	- مناسيب خط المشروع:
	0.125×2	- المسافات المتراكمة:
02.50		
05.00		

