



دورة: 2022

المدة: 04 س و 30 د

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية)

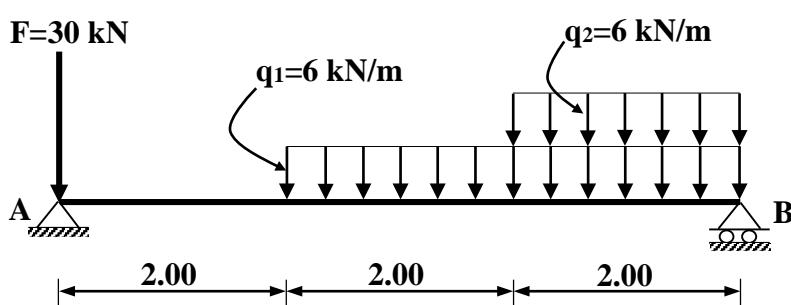
على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

### الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 7 إلى الصفحة 3 من 7)  
الميكانيك المطبق: (12 نقطة)

النشاط الأول: الانحناء المستوي البسيط (07 نقاط)

رافدة معدنية من نوع مجنب IPE مُركزة على مسندين A و B، محملة كما هو مبين في الشكل (1).



الشكل (1)

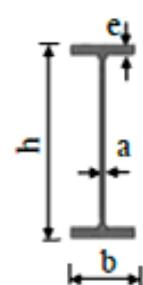
المسند A: مزدوج  
المسند B: بسيط

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 المنحنيات البيانية للجهد القاطع  $T(x)$  وعزم الانحناء  $M_f(x)$  على طول الرافدة.
- (4) حدد من الجدول المرفق (1) المجنب IPE اللازم والكافي الذي يحقق شرط المقاومة علماً أن:
  - عزم الانحناء الأقصى:  $M_{f\max} = 28.33 \text{ kN.m}$
  - $\sigma = 1600 \text{ daN/cm}^2$

التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ 'XX'	
	IPE	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	$\Omega$ (cm <sup>2</sup> )	$I_{XX}$ (cm <sup>4</sup> )
140	140	73	4,7	6,9	16,4	541	77,3
160	160	82	5	7,4	20,1	859	109
180	180	91	5,3	8	23,9	1317	146
200	200	100	5,6	8,5	28,5	1843	184
220	220	110	5,9	9,2	33,4	2772	252
240	240	120	6,2	9,8	39,1	3892	324

- الجدول المرفق (1):



المقطع العرضي لمجنب IPE

**النشاط الثاني: التحريضات البسيطة (50 نقطة)**

من أجل تركيب قضيب من مادتين مختلفتين (a) و(b)، تم تقسيم الدراسة إلى جزأين:

**الجزء الأول:**

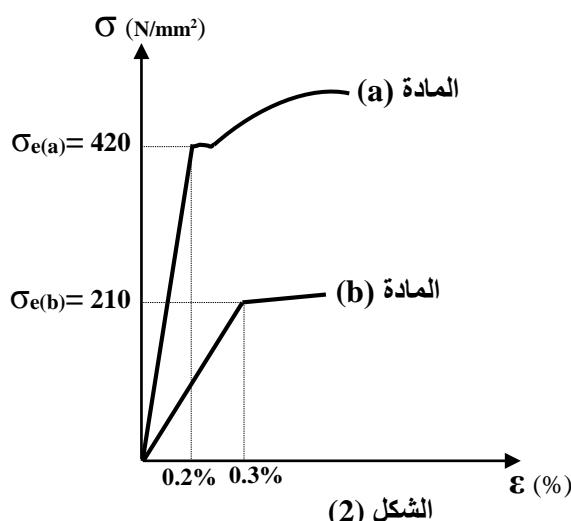
تم إجراء تجربتين للشد البسيط على عينتين من المادتين المختلفتين (a) و(b)، فتحصلنا على المنحنيين البيانيين الممثلين في الشكل (2).

**العمل المطلوب:**

(1) احسب معامل المرونة الطولي  $E$  لكل من المادتين (a) و (b) اعتماداً على الشكل (2).

(2) استنتاج نوع المادتين (a) و (b) من الجدول المرفق (2).

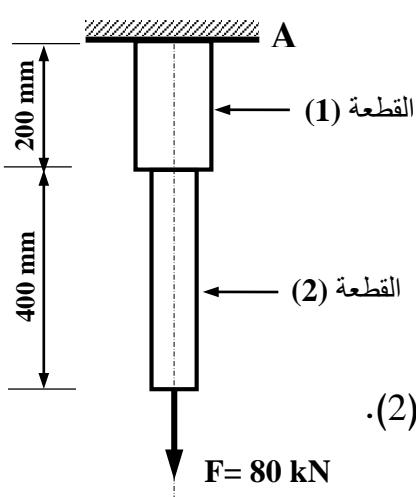
**- الجدول المرفق (2):**



معامل المرونة الطولي (N/mm <sup>2</sup> )	المادة
$2.1 \times 10^5$	الفولاذ
$0.9 \times 10^5$	النحاس
$7 \times 10^4$	الألمانيوم

**الجزء الثاني:**

القضيب مركب من قطعتين (1) و(2)، موثوق في النقطة A وخاضع لقوة شد محورية  $F$  حسب الشكل (3)، حيث أنّ:



- القطعة (1): مصنوعة من المادة (a)، مساحة مقطعها:  $S_1 = 500 \text{ mm}^2$ .

- القطعة (2): مصنوعة من المادة (b)، مساحة مقطعها:  $S_2 = 400 \text{ mm}^2$ .

**العمل المطلوب:**

(1) احسب رد فعل الوثاقة  $V_A$ .

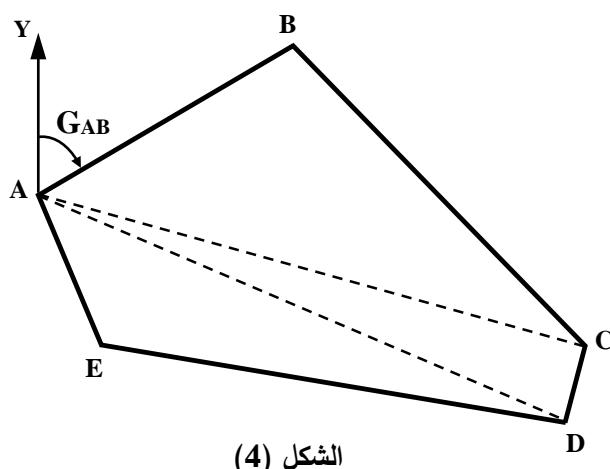
(2) احسب الجهد  $N$  والاجهاد  $\sigma$  الناظميين على مستوى القطعة (1) ثم القطعة (2).

(3) احسب الاستطالة المطلقة الكلية ( $\Delta L$ ) للقضيب.

**البناء : (08 نقاط)**

**النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)**

قصد تقسيم قطعة أرضية (ABCDE) مساحتها:  $S_{ABCDE} = 2022 \text{ m}^2$  في الشكل (4)، قام طبوغرافي بمجموعة من القياسات فتحصل على النتائج التالية:



الاحداثيات القائمة		
النقطة	X (m)	Y (m)
A	30.4	30
B	64	50
C	103	10
D	?	?
E	39	10

الاحداثيات القطبية	
G (gr)	L (m)
$G_{AC} = 117.113$	$L_{AC} = 75.30$
$G_{AD} = 125.909$	$L_{AD} = 75.79$

**العمل المطلوب:**

(1) احسب السمت الاحداثي  $G_{AB}$  والمسافة  $L_{AB}$ .

(2) احسب الاحداثيات القائمة للنقطة D ( $X_D ; Y_D$ ).

(3) احسب مساحة الجزء (ABC) من القطعة الأرضية بطريقة الاحداثيات القائمة.

(4) احسب مساحة الجزء (ACD) من القطعة الأرضية بطريقة الاحداثيات القطبية.

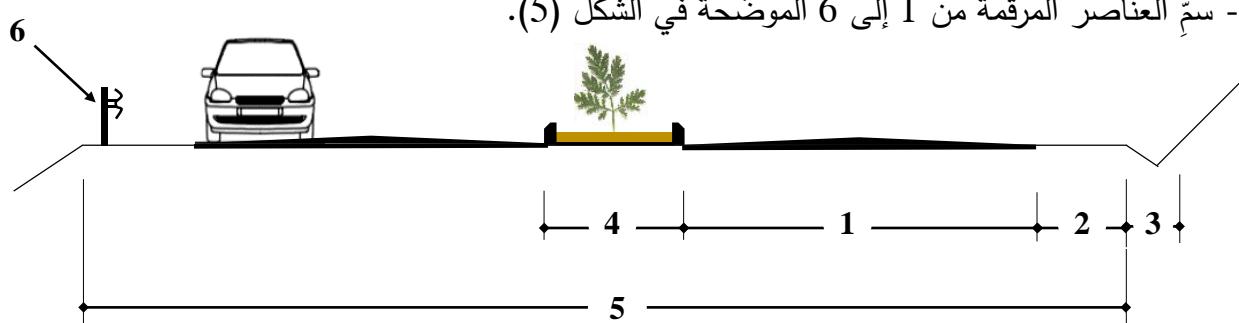
(5) استنتج مساحة الجزء (ADE) المتبقى من القطعة الأرضية.

**النشاط الثاني: الطرق (03 نقاط)**

يوضح الشكل (5) مجموعة من العناصر المكونة للطريق.

**العمل المطلوب:**

- سِّ العناصر المرقمة من 1 إلى 6 الموضحة في الشكل (5).



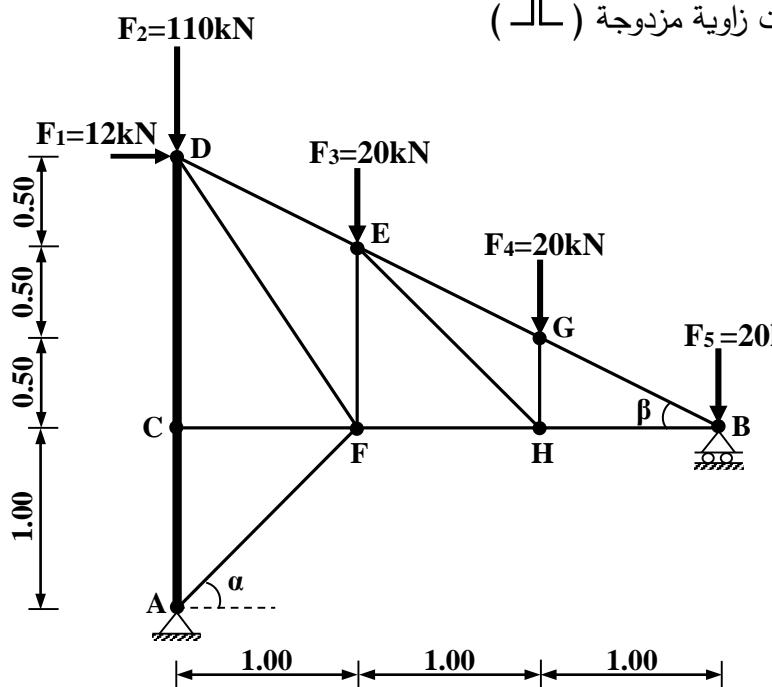
انتهى الموضوع الأول

## الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 4 من 7 إلى الصفحة 7 من 7)  
الميكانيك المطبق: (12 نقطة)

النشاط الأول: الأنظمة المثلثية (07 نقاط)

لإنجاز درجات ملعب، تم اقتراح هيكل مثلثي محدد سكونياً موضح في الشكل (1)، حيث أنَّ القضيبين AC و CD مجذباث من نوع IPE وبقى القصبان مجذبات زاوية مزدوجة (L-L)



الشكل (1)

العمل المطلوب:

(1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B .

(2) احسب الجهد الداخلية للقصبان التالية: GH , GE , BH , BG , AC , AF باستعمال طريقة عزل العقد (مع تدوين النتائج في جدول)

(3) حدد المجبَب IPE اللازم والكافِي للمقاومة بالنسبة للقضيب CD اعتماداً على الجدول المرفق(1) علماً أنَّ:

- الجهد الناظمي في القضيب:  $N_{CD} = 132 \text{ kN}$

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

(4) تحقق من شرط المقاومة لقصبان النظام المثلثي المنجزة من مجذبات زاوية مزدوجة (L-L) علماً أنَّ:

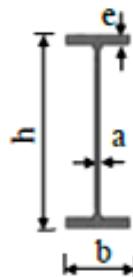
- مساحة مقطع المجبَب الزاوي المستعمل في هذه القصبان  $(35 \times 35 \times 3.5) \text{ L-L}$  :

- الجهد الناظمي الأقصى في هذه القصبان:  $N_{\max} = 67.11 \text{ kN}$

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

**الجدول المرفق (1)**

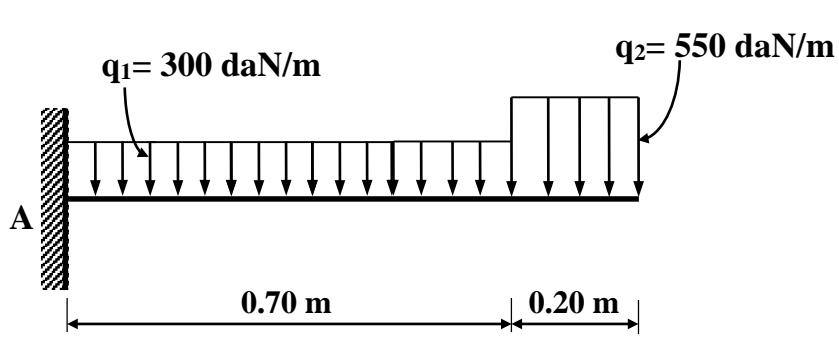
التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ (xx')	
IPE	<b>h</b> (mm)	<b>b</b> (mm)	<b>a</b> (mm)	<b>e</b> (mm)	<b>S</b> (cm <sup>2</sup> )	<b>I<sub>XX'</sub></b> (cm <sup>4</sup> )	<b>W<sub>XX'</sub></b> (cm <sup>3</sup> )
<b>80</b>	80	46	3,8	5,2	7,64	80,1	20
<b>100</b>	100	55	4,1	5,7	10,3	171	34,2
<b>120</b>	120	64	4,4	6,3	13,2	318	53
<b>140</b>	140	73	4,7	6,9	16,4	541	77,3



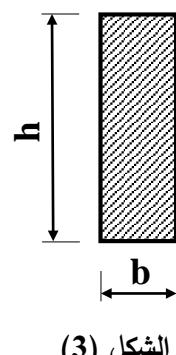
المقطع العرضي لمجنب IPE

**النشاط الثاني: الانحناء المستوي البسيط (05 نقاط)**

قصد ترميم منزل عتيق يقترح دراسة إحدى روافد الشرفات، موثقة في النقطة A ومحملة حسب الشكل (2)، مقطعها العرضي موضح في الشكل (3).



الشكل (2)



الشكل (3)

**العمل المطلوب:**

(1) احسب ردود الأفعال عند الوثاقة A.

(2) اكتب معادلات الجهد القاطع  $T(x)$  وعزم الانحناء  $M_f(x)$  على طول الرافدة.

(3) ارسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع  $T(x)$  وعزم الانحناء  $M_f(x)$  على طول الرافدة.

(4) حدد الارتفاع  $(h)$  لمقطع الرافدة اللازم والكافي لتحقيق شرط المقاومة علمًا أن:

- العلاقة بين ارتفاع وعرض المقطع:  $h = 3b$

- عزم الانحناء الأقصى:  $M_{f\max} = 161.50 \text{ daN.m}$

- الاجهاد المسموح به:  $\bar{\sigma} = 200 \text{ daN/cm}^2$

- تُقترح بعض القيم النظامية لارتفاع  $h$ :  $h = 30 \text{ cm} - 25 \text{ cm} - 20 \text{ cm} - 15 \text{ cm} - 10 \text{ cm}$

**البناء : (08 نقاط)**

**النشاط الأول : الطرق (05 نقاط)**

تمثل الوثيقة المرفقة في الصفحة (7 من 7) جدول المظهر الطولي لجزء من مشروع طريق.

**العمل المطلوب:**

- ارسم المظهر الطولي مع إتمام جميع البيانات على الوثيقة المرفقة في الصفحة (7 من 7).

**النشاط الثاني : المنشآط العلوي (03 نقاط)**

تعتبر الروايد عنصراً من عناصر المنشآط العلوي.

**العمل المطلوب:**

- صنف الروايد حسب ما يلي:

• مادة الصناع.

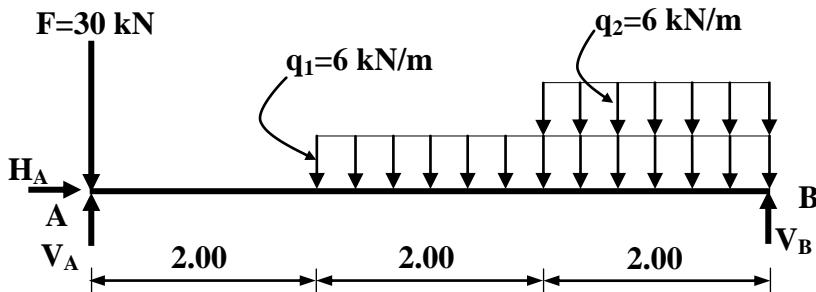
• شكل مقطعها العرضي.

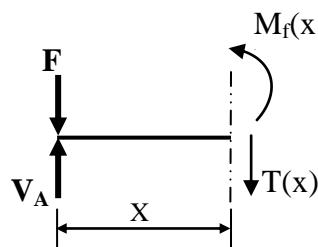
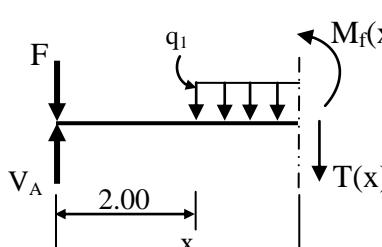
1/100

→ 1/1000

انتهى الموضوع الثاني

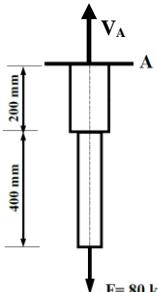
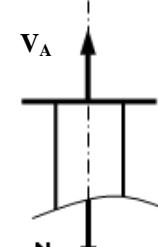
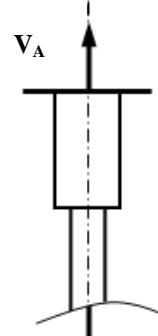
**ملاحظة:** تعاد هذه الوثيقة مع أوراق الإجابة

العلامة	عناصر الإجابة
مجموع	مجراة
	<b>الموضوع الأول</b>
1.25	<p><b>الميكانيك المطبق:</b>  <b>النشاط الأول:</b> الانحناء البسيط المستوي</p> <p>1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B</p>  $\sum F_{xx'} = 0 \rightarrow [H_A = 0]$ $\sum F_{yy'} = 0 \rightarrow [V_A + V_B = 66] \dots\dots\dots (1)$ $\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow -(V_B \times 6) + (q_1 \times 4 \times 4) + (q_2 \times 2 \times 5) = 0$ $\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow -(V_B \times 6) + (6 \times 4 \times 4) + (6 \times 2 \times 5) = 0$ $\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow [V_B = 26 \text{ kN}]$ $\sum M_{F/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 6) - (q_1 \times 4 \times 2) - (q_2 \times 2 \times 1) - (F \times 6) = 0$ $\sum M_{F/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 6) - (6 \times 4 \times 2) - (6 \times 2 \times 1) - (30 \times 6) = 0$ $\sum M_{F/B} = 0 \rightarrow [V_A = 40 \text{ kN}]$ <p>من خلال العلاقة (1) نتحقق من صحة النتائج:  (1) <math>\rightarrow V_A + V_B = 66 \rightarrow 40 + 26 = 66</math>  إذن النتائج صحيحة</p>
0.25	
0.5	
0.5	

العلامة	عناصر الإجابة
مجموع	مجراًء
03	<p><b>(2) كتابة معادلات <math>M_f(x)</math> و <math>T(x)</math> :</b></p> <p><b>الفتح 1-1 :</b></p>  $\sum F_y = 0 \rightarrow -T(x) + V_A - F = 0$ $\sum F_y = 0 \rightarrow T(x) = 40 - 30$ $\rightarrow [T(x) = 10]$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow T(0) = 10 \text{ KN} \\ x = 2 \rightarrow T(2) = 10 \text{ KN} \end{cases}$ $\sum M_{F_{1-i}} = 0 \rightarrow -M_f(x) + V_A \cdot x - F \cdot x = 0$ $\sum M_{F_{1-i}} = 0 \rightarrow M_f(x) = 40x - 30x$ $\rightarrow [M_f(x) = 10x]$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow M_f(0) = 0 \\ x = 2 \rightarrow M_f(2) = 20 \text{ KN.m} \end{cases}$ <p><b>الفتح 2-2 :</b></p>  $\sum F_y = 0 \rightarrow -T(x) - q_1(x-2) + V_A - F = 0$ $\sum F_y = 0 \rightarrow T(x) = 40 - 30 - 6(x-2)$ $\rightarrow [T(x) = -6x + 22]$ $\begin{cases} x = 2 \rightarrow T(2) = 10 \text{ KN} \\ x = 4 \rightarrow T(4) = -2 \text{ KN} \end{cases}$ $\sum M_{F_{2-2}} = 0 \rightarrow -M_f(x) + V_A \cdot x - F \cdot x - q_1 \frac{(x-2)^2}{2} = 0$ $\sum M_{F_{2-2}} = 0 \rightarrow M_f(x) = 40x - 30x - 3(x^2 - 4x + 4)$ $\rightarrow [M_f(x) = -3x^2 + 22x - 12]$ $\begin{cases} x = 2 \rightarrow M_f(2) = 20 \text{ kN.m} \\ x = 4 \rightarrow M_f(4) = 28 \text{ kN.m} \end{cases}$ <p><b>- تحديد القيمة الأعظمية لعزم الانحناء في المجال [2 ; 4] :</b></p> $T(2) = 10 \text{ kN} > 0$ $T(4) = -2 \text{ kN} < 0 \left\} \rightarrow T(x) = 0 \rightarrow -6x + 22 = 0 \rightarrow [x = 3.67 \text{ m}] \right.$ $\rightarrow [M_f(3.67) = 28.33 \text{ kN.m}]$
0.25 <b>0.125 ×2</b>	
0.25 <b>0.125 ×2</b>	
0.25 <b>0.125 ×2</b>	

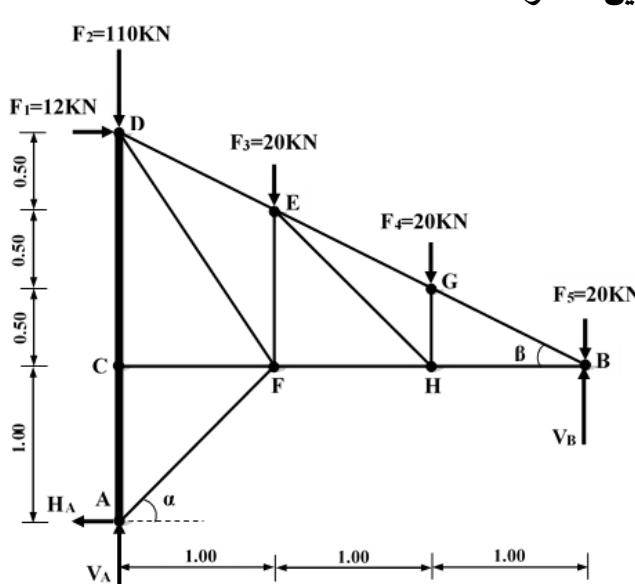
العلامة	عناصر الإجابة
مجموع	مجراة
0.25	<p>❖ القطع 3-3 : <math>4 \leq x \leq 6</math> (الجزء المقطوع على اليمين)</p> $\sum F_y = 0 \rightarrow T(x) + V_B - q_1(6-x) - q_2(6-x) = 0$ $\sum F_y = 0 \rightarrow T(x) = -26 + 6(6-x) + 6(6-x)$ $\rightarrow T(x) = -12x + 46$ $\left\{ \begin{array}{l} x = 4 \rightarrow T(4) = -2 \text{ KN} \\ x = 6 \rightarrow T(6) = -26 \text{ KN} \end{array} \right.$ $\sum M_{F_{3-3}} = 0 \rightarrow M_f(x) - V_B(6-x) + q_1 \frac{(6-x)^2}{2} + q_2 \frac{(6-x)^2}{2} = 0$ $\sum M_{F_{3-3}} = 0 \rightarrow M_f(x) = 26(6-x) - 3(x^2 - 12x + 36) - 3(x^2 - 12x + 36)$ $\rightarrow M_f(x) = -6x^2 + 46x - 60$ $\left\{ \begin{array}{l} x = 4 \rightarrow M_f(4) = 28 \text{ kN.m} \\ x = 6 \rightarrow M_f(6) = 0 \end{array} \right.$
0.25	
0.125 ×2	
01.75	<p>(3) رسم المنحني البياني لكل من الجهد القاطع <math>T(x)</math> وعزم الانحناء <math>M_f(x)</math> :</p>
0.25 ×3	
0.25 (M_fmax)	

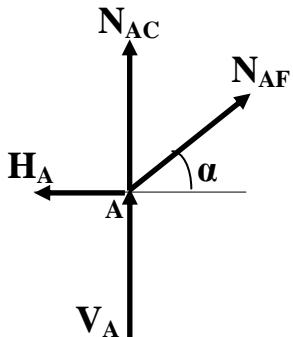
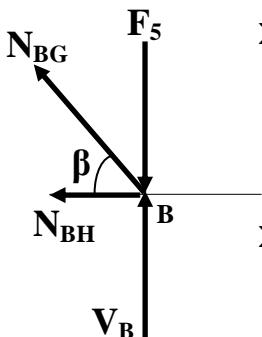
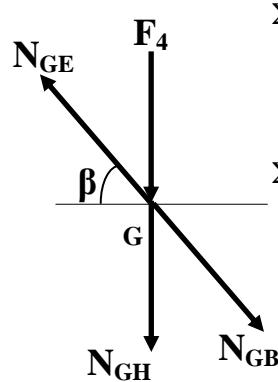
العلامة	عناصر الإجابة	
مجموع	جزء	
1.00		<p>(4) تحديد المجنب IPE اللازم والكافي للمقاومة:</p> $\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f\max}}{W_{xx'}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow W_{xx'} \geq \frac{M_{f\max}}{\bar{\sigma}}$ $\rightarrow W_{xx'} \geq \frac{28.33 \times 10^4}{1600} \rightarrow W_{xx'} \geq 177.06 \text{cm}^3$ <p>من الجدول نختار: <math>W_{xx'} = 184 \text{ cm}^3</math> ← إذن المجنب اللازم والكافي هو: IPE 200</p>
07		<p>النشاط الثاني: التحريضات البسيطة الجزء الأول :</p>
01.50		<p>(1) حساب معامل المرونة E لكل من المادتين:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>المادة (a):</li> </ul> $\sigma_{e(a)} = 420 \text{N / mm}^2 \rightarrow \varepsilon_{e(a)} = 0.2\%$ $E_a = \frac{\sigma_{e(a)}}{\varepsilon_{e(a)}} = \frac{420}{0.2 \times 10^{-2}}$ $E_a = 2.1 \times 10^5 \text{ N / mm}^2$ <ul style="list-style-type: none"> <li>المادة (b):</li> </ul> $\sigma_{e(b)} = 210 \text{N / mm}^2 \rightarrow \varepsilon_{e(b)} = 0.3\%$ $E_b = \frac{\sigma_{e(b)}}{\varepsilon_{e(b)}} = \frac{210}{0.3 \times 10^{-2}}$ $E_b = 7 \times 10^4 \text{ N / mm}^2$
0.50		<p>(2) استنتاج نوع المادتين (a) و (b): من خلال الجدول المرفق (2) نستنتج:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ـ <math>E_a = 2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2</math> ← المادة (a) من الفولاذ.</li> <li>ـ <math>E_b = 7 \times 10^4 \text{ N/mm}^2</math> ← المادة (b) من الألミニوم.</li> </ul>

العلامة	عناصر الإجابة
مجموع	مجراً
0.75	<p><b>الجزء الثاني:</b></p> <p>1) حساب رد فعل الوثاقة : <math>V_A</math></p>  $\sum F_{yy'} = 0 \rightarrow V_A - F = 0 \rightarrow V_A = 80\text{kN}$
01.50	<p>2) حساب الجهد <math>N</math> والاجهاد <math>\sigma</math> الناظميين على طول الجسم:</p> <p>❖ على مستوى القطعة (1):</p>  $\sum F_{yy'} = 0 \rightarrow N_1 = V_A = 80\text{kN}$ $\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} = \frac{80 \times 10^3}{500}$ $\sigma_1 = 160\text{N / mm}^2$ <p>❖ على مستوى القطعة (2):</p>  $\sum F_{yy'} = 0 \rightarrow N_2 = V_A = 80\text{kN}$ $\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{80 \times 10^3}{400}$ $\sigma_2 = 200\text{N / mm}^2$
0.75	<p>3) حساب الاستطالة المطلقة الكلية (<math>\Delta L</math>) للجسم:</p> <p>❖ القطعة (01):</p> $\Delta L_1 = \sigma_1 \times \frac{L_1}{E_1} = \frac{N_1 \times L_1}{E_1 \times S_1} = \frac{80 \cdot 10^3 \times 200}{2.1 \times 10^5 \times 500} \rightarrow \Delta L_1 = 0,152\text{mm}$ <p>❖ القطعة (02):</p> $\Delta L_2 = \sigma_2 \times \frac{L_2}{E_2} = \frac{N_2 \times L_2}{E_2 \times S_2} = \frac{80 \cdot 10^3 \times 400}{7 \times 10^4 \times 400} \rightarrow \Delta L_2 = 1.143\text{mm}$ <p>ومنه الاستطالة المطلقة الكلية:</p> $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = 0,152 + 1.143 \rightarrow \Delta L = 1,295\text{mm}$
05	

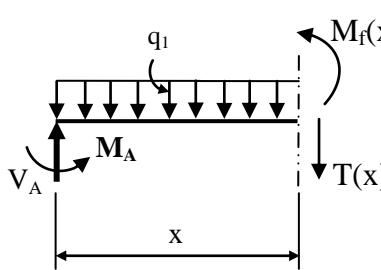
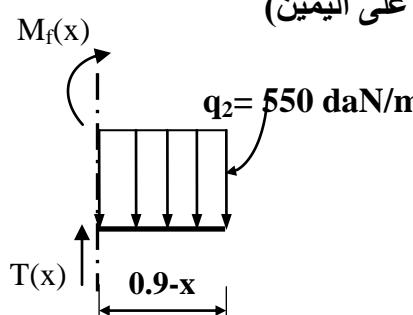
العلامة	عنصر الإجابة
مجموع	جزء
01.25	<p>البناء :</p> <p>النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا</p> <p>(1) حساب السمت الاحداثي <math>G_{AB}</math> والطول <math>L_{AB}</math> - حساب السمت الاحداثي <math>G_{AB}</math>:</p> <p><math>\Delta X_{AB} = X_B - X_A = 64 - 30.4 = 33.6m</math></p> <p><math>\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = 50 - 30 = 20m</math></p> <p><math>\text{tg}(g) = \frac{ \Delta X_{AB} }{ \Delta Y_{AB} } = \frac{33.6}{20} = 1.68 \rightarrow [g = 65.82\text{gr}]</math></p> <p><math>\left. \begin{array}{l} \Delta X_{AB} = 33.6 &gt; 0 \\ \Delta Y_{AB} = 20 &gt; 0 \end{array} \right\} \rightarrow [G_{AB} = g = 65.82\text{gr}]</math></p> <p>- حساب الطول <math>L_{AB}</math></p> <p><math>L_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} = \sqrt{33.6^2 + 20^2}</math></p> <p><math>\rightarrow [L_{AB} = 39.10m]</math></p> <p>(2) حساب الاحداثيات القائمة للنقطة D</p> <p><math>X_D = X_A + L_{AD} \cdot \sin G_{AD}</math></p> <p><math>\rightarrow X_D = 30.4 + 75.79 \sin 125.909</math></p> <p><math>\rightarrow [X_D = 100m]</math></p> <p><math>Y_D = Y_A + L_{AD} \cdot \cos G_{AD}</math></p> <p><math>\rightarrow Y_D = 30 + 75.79 \cos 125.909</math></p> <p><math>\rightarrow [Y_D = 0]</math></p> <p>D(100; 0) m ومنه إحداثيات النقطة D</p> <p>(3) حساب مساحة الجزء (ABC) بطريقة الاحداثيات القائمة:</p> <p><math>S_{ABC} = \frac{1}{2} \sum [X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})]</math> أو:</p> <p><math>S_{ABC} = \frac{1}{2} [X_A (Y_C - Y_B) + X_B (Y_A - Y_C) + X_C (Y_B - Y_A)]</math></p> <p><math>S_{ABC} = \frac{1}{2} [30.4(10 - 50) + 64(30 - 10) + 103(50 - 30)]</math></p> <p><math>[S_{ABC} = 1062\text{m}^2]</math></p>
01	
01	

العلامة	عنصر الإجابة
مجموع	مجراة
01	<p>4) حساب مساحة الجزء (ACD) بطريقة الاحداثيات القطبية:</p> <p>0.50      <math>S_{ACD} = \frac{1}{2}[L_{AC} \cdot L_{AD} \cdot \sin(G_{AD} - G_{AC})]</math></p> <p>0.25      <math>S_{ACD} = \frac{1}{2}[75.30 \times 75.79 \times \sin(125.909 - 117.113)]</math></p> <p>0.25      <math>S_{ACD} = 393m^2</math></p>
0.75	<p>5) استنتاج مساحة الجزء (ADE)</p> <p>0.25      <math>S_{ADE} = S_{ABCDE} - (S_{ABC} + S_{ACD})</math></p> <p>0.25      <math>S_{ADE} = 2022 - (1062 + 393)</math></p> <p>0.25      <math>S_{ADE} = 567m^2</math></p>
05	<p>النشاط الثاني: الطرق</p> <p>- تسمية العناصر المكونة للطريق:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-1- القارعة (مجموعة مسالك)</li> <li>-2- الجانب (الحاشية-الحافة)</li> <li>-3- الخندق (الصارف)</li> <li>-4- الفاصل الترابي</li> <li>-5- الأرضية المسطحة</li> <li>-6- مزلاقة الأمان</li> </ul>
03	
20	

العلامة	عناصر الإجابة
مجموع	جزأة
	الموضوع الثاني
01.50	<p><b>الميكانيك المطبق:</b>  <b>النشاط الأول: الأنظمة المثلثية</b></p> <p>1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B :</p>  <p>(الشكل 01)</p>
0.5	$\sum F_{XX} = 0 \rightarrow 12 - H_A = 0 \rightarrow H_A = 12\text{kN}$ $\sum F_{YY} = 0 \rightarrow V_A + V_B - F_2 - F_3 - F_4 - F_5 = 0$ $\sum F_{YY} = 0 \rightarrow V_A + V_B - 110 - 20 - 20 - 20 = 0$ $\sum F_{YY} = 0 \rightarrow [V_A + V_B = 170\text{kN}] \dots (01)$ $\sum M_{/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 3) + (H_A \times 1) + (F_1 \times 1.5) - (F_2 \times 3) - (F_3 \times 2) - (F_4 \times 1) = 0$ $\sum M_{/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 3) + (12 \times 1) + (12 \times 1.5) - (110 \times 3) - (20 \times 2) - (20 \times 1) = 0$ $\rightarrow [V_A = 120\text{kN}]$ $\sum M_{/A} = 0 \rightarrow (F_1 \times 2.5) + (F_3 \times 1) + (F_4 \times 2) + (F_5 \times 3) - (V_B \times 3) = 0$ $\sum M_{/A} = 0 \rightarrow (12 \times 2.5) + (20 \times 1) + (20 \times 2) + (20 \times 3) - (V_B \times 3) = 0$ $\rightarrow [V_B = 50\text{kN}]$
0.5	النتائج المحصل عليها تحقق العلاقة (01)

العلامة	عنصر الإجابة
مجموع	مجراً
03.50	<p>2) حساب الجهد الداخلي في القطبان باستعمال طريقة عزل العقد:</p> <p>:A العقدة -</p>  $\sum F_{XX} = 0 \rightarrow -12 + N_{AF} \cos \alpha = 0$ $\rightarrow [N_{AF} = 16.97 \text{ kN}] \text{ (شد)}$ $\sum F_{YY} = 0 \rightarrow V_A + N_{AC} + N_{AF} \sin \alpha = 0$ $\rightarrow N_{AC} = -V_A - N_{AF} \sin \alpha$ $\rightarrow N_{AC} = -120 - 16.97 \times 0.707$ $\rightarrow [N_{AC} = -132 \text{ kN}] \text{ (انضغاط)}$ <p>:B العقدة -</p>  $\sum F_{YY} = 0 \rightarrow V_B - F_5 + N_{BG} \sin \beta = 0$ $\rightarrow N_{BG} = \frac{-V_B + F_5}{\sin \beta} \rightarrow N_{BG} = \frac{-50 + 20}{0.447}$ $\rightarrow [N_{BG} = -67.11 \text{ kN}] \text{ (انضغاط)}$ $\sum F_{XX} = 0 \rightarrow -N_{BG} \cos \beta - N_{BH} = 0$ $\rightarrow N_{BH} = -N_{BG} \cos \beta \rightarrow N_{BH} = -(-67.11 \times 0.894)$ $\rightarrow [N_{BH} = 60 \text{ kN}] \text{ (شد)}$ <p>:G العقدة -</p>  $\sum F_{XX} = 0 \rightarrow -N_{GE} \cos \beta + N_{GB} \cos \beta = 0$ $\rightarrow N_{GE} = N_{GB}$ $\rightarrow [N_{GE} = -67.11 \text{ kN}] \text{ (انضغاط)}$ $\sum F_{YY} = 0 \rightarrow -F_4 - N_{GH} - N_{GB} \sin \beta + N_{GE} \sin \beta = 0$ $\rightarrow N_{GH} = -F_4 + N_{GB} \sin \beta - N_{GE} \sin \beta$ $\rightarrow N_{GH} = -20 + (-67.11 \times 0.447) - (-67.11 \times 0.447)$ $\rightarrow [N_{GH} = -20 \text{ kN}] \text{ (انضغاط)}$

العلامة	عنصر الإجابة																					
مجموع	جزء																					
	تدوين النتائج في جدول:																					
0.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>N_{GH}</math></th> <th><math>N_{GE}</math></th> <th><math>N_{BH}</math></th> <th><math>N_{BG}</math></th> <th><math>N_{AC}</math></th> <th><math>N_{AF}</math></th> <th>الجهد</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>67.11</td> <td>60</td> <td>67.11</td> <td>132</td> <td>16.97</td> <td>الشدة (kN)</td> </tr> <tr> <td>انضغاط</td> <td>انضغاط</td> <td>شد</td> <td>انضغاط</td> <td>انضغاط</td> <td>شد</td> <td>الطبيعة</td> </tr> </tbody> </table>	$N_{GH}$	$N_{GE}$	$N_{BH}$	$N_{BG}$	$N_{AC}$	$N_{AF}$	الجهد	20	67.11	60	67.11	132	16.97	الشدة (kN)	انضغاط	انضغاط	شد	انضغاط	انضغاط	شد	الطبيعة
$N_{GH}$	$N_{GE}$	$N_{BH}$	$N_{BG}$	$N_{AC}$	$N_{AF}$	الجهد																
20	67.11	60	67.11	132	16.97	الشدة (kN)																
انضغاط	انضغاط	شد	انضغاط	انضغاط	شد	الطبيعة																
01	<p>(3) تحديد نوع المجنب IPE اللازم والكافى للمقاومة في القضيب CD:</p> $\sigma_{CD} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{N_{CD}}{S_{CD}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow S_{CD} \geq \frac{N_{CD}}{\bar{\sigma}}$ $\rightarrow S_{CD} \geq \frac{132 \times 10^2}{1600} \rightarrow S_{CD} \geq 8.25 \text{ cm}^2$ <p>من الجدول نختار: IPE 100 و منه المجنب المناسب: <math>S=10.30 \text{ cm}^2</math></p>																					
01	<p>(4) التحقق من مقاومة قصبان النظام المثلثي المنجزة من مجنب زاوية:</p> $\sigma_{max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{N_{max}}{2S} \leq \bar{\sigma}$ $\rightarrow \frac{67.11 \times 10^2}{4.78} \leq 1600 \rightarrow 1403.97 < 1600$ <p>و منه المقاومة محققة</p>																					
07	<p>النشاط الثاني: الانحناء البسيط المستوى</p>																					
01	<p>(1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B :</p> $\sum F_{xx'} = 0 \rightarrow H_A = 0$ $\sum F_{yy'} = 0 \rightarrow V_A - (q_1 \times 0.7) - (q_2 \times 0.2) = 0 \rightarrow V_A = 320 \text{ daN}$ $\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow -M_A + (q_1 \times 0.7 \times 0.35) + (q_2 \times 0.2 \times 0.8) = 0$ $\rightarrow M_A = 161.5 \text{ daN} \times \text{m}$																					

العلامة	عناصر الإجابة
مجموع	مجراة
02	<p>(2) كتابة معادلات الجهد القاطع (<math>M_f(x)</math>) وعزم الانحناء (<math>T(x)</math>) لقطع 1-1 :</p>  $\sum F_y = 0 \rightarrow -T(x) + V_A - q_1 \cdot x = 0$ $\sum F_y = 0 \rightarrow T(x) = 320 - 300x$ $\rightarrow [T(x) = -300x + 320]$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow T(0) = 320 \text{ daN} \\ x = 0.7 \rightarrow T(0.7) = 110 \text{ daN} \end{cases}$ $\sum M_{F_{l-1}} = 0 \rightarrow -M_f(x) + V_A \cdot x - q_1 \cdot \frac{x^2}{2} - M_A = 0$ $\sum M_{F_{l-1}} = 0 \rightarrow M_f(x) = 320x - 150x^2 - 161.5$ $\rightarrow [M_f(x) = -150x^2 + 320x - 161.5]$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow M_f(0) = -161.5 \text{ daN.m} \\ x = 0.7 \rightarrow M_f(0.7) = -11 \text{ daN.m} \end{cases}$ <p>❖ القطع 2-2: (الجزء المقطوع على اليمين) <math>0.7 \leq x \leq 0.9</math></p>  $\sum F_y = 0 \rightarrow T(x) - q_2(0.9 - x) = 0$ $\sum F_y = 0 \rightarrow T(x) = 495 - 550x$ $\rightarrow [T(x) = -550x + 495]$ $\begin{cases} x = 0.7 \rightarrow T(0.7) = 110 \text{ daN} \\ x = 0.9 \rightarrow T(0.9) = 0 \end{cases}$ $\sum M_{F_{l-2}} = 0 \rightarrow M_f(x) + q_2 \cdot \frac{(0.9 - x)^2}{2} = 0$ $\sum M_{F_{l-2}} = 0 \rightarrow M_f(x) = -275(x^2 - 1.8x + 0.81)$ $\rightarrow [M_f(x) = -275x^2 + 495x - 222.75]$ $\begin{cases} x = 0.7 \rightarrow M_f(0.7) = -11 \text{ daN.m} \\ x = 0.9 \rightarrow M_f(0.9) = 0 \end{cases}$

العلامة	عنصر الإجابة
مجموع	مجراة
01	<p>(3) المنحنيات البيانية للجهد القاطع <math>T(x)</math> وعزم الانحناء <math>M_f(x)</math>:</p>
01	<p>(4) تحديد ارتفاع مقطع الرافدة <math>h</math>:</p> $\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f \max} \cdot Y_{\max}}{I_{xx}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f \max} \cdot \frac{h}{2}}{\frac{bh^3}{12}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow 6 \frac{M_{f \max}}{bh^2} \leq \bar{\sigma}$ $b = \frac{h}{3} \rightarrow 6 \frac{M_{f \max}}{\left(\frac{h}{3}\right) h^2} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{18 \cdot M_{f \max}}{h^3} \leq \bar{\sigma} \rightarrow h \geq \sqrt[3]{\frac{18 \cdot M_{f \max}}{\bar{\sigma}}}$ $\rightarrow h \geq \sqrt[3]{\frac{18 \times 161.5 \times 10^2}{200}} \rightarrow h \geq 11.32 \text{ cm}$ <p>حسب القيم النظامية المقترنة: نأخذ <b><math>h = 15 \text{ cm}</math></b></p>
05	

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	جزء	
05		<p>البناء : النشاط الأول: الطرق</p> <p style="background-color: yellow; padding: 5px;">التصحيح النموذجي للمظهر الطولي على الصفحة 14 من 14</p> <p><u>الجدول:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ مناسب خط المشروع</li> <li>■ المسافات الجزئية</li> <li>■ المسافات المترادفة</li> <li>■ الميل</li> <li>■ التراسفات والمنعرجات</li> </ul> <p><u>الرسم:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ تمثيل خط الأرض الطبيعية</li> <li>■ تمثيل خط المشروع</li> <li>■ مسافات المظاهر الوهمية</li> <li>■ تلوين أو تعين مناطق الحفر ومناطق الردم</li> </ul>
05		<p>النشاط الثاني: المنشأ العلوي</p> <p><u>تصنيف الروافد حسب مادة الصنع:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ روافد من الخرسانة المسلحة</li> <li>■ روافد من الفولاذ</li> <li>■ روافد من الخشب</li> </ul> <p><u>تصنيف الروافد حسب شكل مقطعها العرضي:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ روافد ذات مقطع مستطيل أو شكل (I)</li> <li>■ روافد ذات مقطع نظامي: مجنحات (IPE , IPN , HEA , UAP, UPN ...)</li> </ul>
03		
20		

