عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

المسألة الأولى: (**05.00**)

1-حساب ردود الأفعال:

$$\sum F_X = 0 \Rightarrow H_A = 0KN.$$ **0.25**

$$\sum F_Y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - 10.10 + 20 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 80KN.....(1)$$ **0.25**

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -10V_B - 20.5 + 10.10.5 = 0 \Rightarrow V_B = 40KN$$ **0.75**

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow 10V_A + 20.5 - 10.10.5 = 0 \Rightarrow V_A = 40KN$$ **0.25**

$$V_A + V_B = 40 + 40 = 80KN.....(1)$$

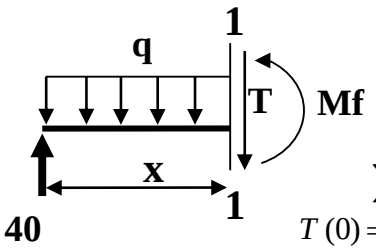
العلاقة محققة

ملاحظة

بالاعتماد على طريقة التناظر :

$$\mathbf{VA = VB = \frac{\sum F_Y}{2} = 80/2 = 40kN}$$

2-كتابة معادلات T و M



المقطع1-1 $0 \le x \le 5.$

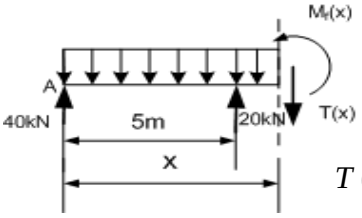
$$\sum F_Y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 40$$

$$T(0) = +40KN \qquad T(5) = -10KN \qquad T(x) = 0 \Rightarrow x = 4m$$ **0.50**

$$\sum M /_0 = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10\frac{x^2}{2} + 40x = 0$$

$$M_f(x) = -5x^2 + 40x$$ **1.00**

$$M_f(0) = 0 \qquad M_f(4) = 80KN.m \qquad M_f(5) = 75KN.m$$ **0. 50**



المقطع2-2: $5 \le x \le 10.$

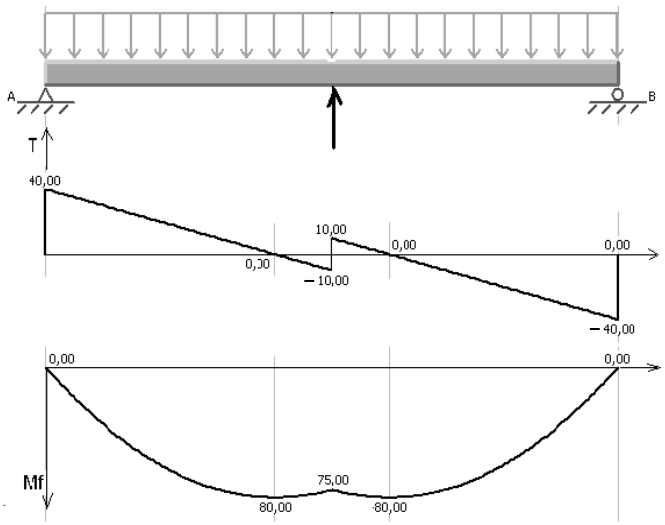
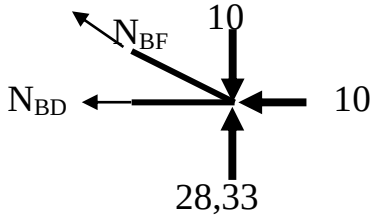
$$\sum F_Y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 + 20 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 60$$

$$T(5) = +10KN \qquad T(10) = -40KN \qquad T(x) = 0 \Rightarrow x = 6m$$ **0.50**

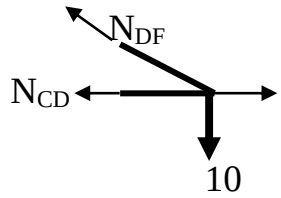
$$\sum M /_0 = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10\frac{x^2}{2} + 40x + 20(x - 5) = 0$$

$$M_f(x) = -5x^2 + 60x - 100$$ **1.00**

$$M_f(5) = 75kN.m \qquad M_f(6) = 80kN.m \qquad M_f(10) = 0$$ **0.50**

		3-رسم مخططات T و M_f
		
		المجال الأول:
		$M_f(0)=0$
		$M_f(5)=75KN.m$
		$M_f(4)=80KN.m$
	0.75	المجال الثاني:
1.50		$M_f(5)=75kN.m$
		$M_f(10)=0$
	0.75	$M_f(6)=80kN.m$
0.25	**0.25**	**4-**عزم الانحناء الأعظمي Mf
		$M_f max=80KN.m$
		5-تحديد المجنب المناسب
	0.25	$\sigma=\frac{Mf\ \max}{Wx}\le\overline{\sigma}\Rightarrow Wx\ge\frac{Mf\ \max}{\overline{\sigma}}=\frac{80.100.100}{160.10}=500cm^3$
0.50		
	0.25	نختار من الجدول $Wx=557cm^3$ الذي يوافق المجنب IPE300
		ملاحظة
		يمكن للتلميذ اقتراح الحل المختصر (طريقة التناظر) .
5/5		**المسألة الثانية:** (**07.00**)
	0.50	**1-التحقق من أن النظام محدد سكونيا** : $n=6$ $b=9$ $2.n-3=2.6-3=9$
0.50		و منه النظام محدد سكونيا
		2-حساب ردود الأفعال:
	0.25	$\sum F_X=0\Rightarrow H_B=10KN.$
		$\sum F_Y=0\Rightarrow V_A+V_B=50KN.....(1)$
	0.25	$\sum M_A=0\Rightarrow -6V_B+6.10+4.10+2.20+10.3=0\Rightarrow V_B=28,33KN$
0.75	**0.25**	$\sum M_B=0\Rightarrow 6V_A-6.10-2.10-4.20+3.10=0\Rightarrow V_A=21,67KN$
		$V_A+V_B=28,33+21,67=50KN$ العلاقة (1) محققة.
		3-تحديد الجهود الداخلية:
		
		العقدة:B
		$\tan(\alpha)=\frac{2}{4}=0,5\Rightarrow\alpha=26,56°.$
		$\sin(\alpha)=0,4472;\cos(\alpha)=0,8944$
	0.50	$\sum F_Y=0\Rightarrow N_{BF}\sin\alpha-10+28,33=0\Rightarrow N_{BF}=-41KN\ (C)$
	0.50	$\sum F_X=0\Rightarrow -N_{BF}\cos\alpha-10-N_{BD}=0\Rightarrow N_{BD}=26,66KN\ (T)$

لعقدة: D

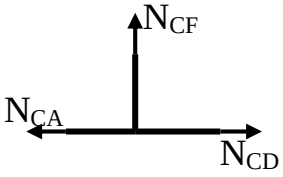


$\tan(\beta)=\frac{2}{2}=1\Rightarrow\beta=45°.\Rightarrow\sin(\beta)=\cos(\beta)=0,707$

0.50 $\sum F_Y=0\Rightarrow 0,707N_{DF}-10=0\Rightarrow N_{DF}=14,14KN\ (T)$

0.50 $\sum F_X=0\Rightarrow N_{DB}-N_{DC}-N_{DF}.\sin(\beta)=0\Rightarrow N_{DC}=16,66KN\ (T)$

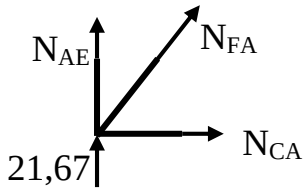
العقدة: C



0.50 $\sum F_Y=0\Rightarrow N_{CF}=0$

5.00 **0.50** $\sum F_X=0\Rightarrow N_{CA}-N_{CD}=0\Rightarrow N_{CA}=16.66KN\ (T)$

العقدة: A



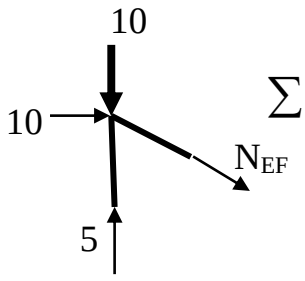
$\tan(\beta)=\frac{2}{2}=1\Rightarrow\beta=45°.\Rightarrow\sin(\beta)=\cos(\beta)=0,707$

0.50 $\sum F_X=0\Rightarrow N_{AC}+N_{AF}.\sin(\beta)=0\Rightarrow N_{AF}=-23,58KN\ (C)$

0.50 $\sum F_Y=0\Rightarrow 0,707N_{AF}+N_{AE}+21,67=0$

$\Rightarrow 0,707N_{AF}+N_{AE}=-21,67KN\Rightarrow N_{AE}=-5KN\ (C)$

العقدة: E



0.50 $\sum F_X=0\Rightarrow 10+N_{EF}.\cos(\alpha)=0\Rightarrow N_{EF}=-11,18KN\ (C)$

الطبيعة	قيمة الجهد(KN)	القضيب
انضغاط	5	AE
انضغاط	23 ,58	AF
شد	16,67	AC
انضغاط	11,19	FE
تركيب	0	CF
شد	16,67	DC
شد	14,14	FD
انضغاط	41,00	FB
شد	26,67	DB

0.50

4-حساب الجهد الأعظمي N:

0.75

0.50 $\frac{N}{S}\le\overline{\sigma}\Rightarrow N\le\overline{\sigma}.S\Rightarrow N\le 1600.2,8=4544daN\Rightarrow N\max=45,44KN$

0.25 -استنتاج: من خلال الجدول نلاحظ أن أكبر قيمة هي : $N=41kN$

و الجهد المسموح به هو : $N_{\max}=45.44kN$

7/7

		ومنه مقاومة القضبان محققة.
		المسألة الثالثة: (**03.00**)
		1 - تصنيف الأعمدة و الروافد حسب الوضعية:
		– تصنيف الأعمدة:
	0.125x4	* أعمدة زاوية : A-1 , A-3 , C-1 , C-3 .
	0.125x4	* أعمدة الواجهة :A-2 , B-1 , B-3 , C-2 .
2.00	**0.25**	* أعمدة داخلية :B-2.
		– تصنيف الروافد:
	0.125x3	* روافد رئيسية : A , B , C
	0.125x3	* روافد ثانوية : 1 , 2 , 3
		2- دور الروافد و الأعمدة:
		- الأعمدة :
	0.50	○ استقبال الحمولات ونقلها الى الأساسات
		○ أو عنصر حامل يشكل الهيكل المقاوم لجميع التأثيرات مع الروافد
1.00		- الروافد :
	0.50	○ استقبال الحمولات ونقلها الى الأعمدة
		○ أو عنصر حامل يشكل الهيكل المقاوم لجميع التأثيرات مع الأعمدة
		ملاحظة : تقبل جميع الإجابات المقترحة في نفس الإتجاه.
3/3		

المسألة الرابعة: (**05.00**)

1-حساب مساحة المضلع ABC

1.50 | **1.00**

$$S=\frac{1}{2}\sum X_n(y_{n-1}-y_{n+1})=\frac{1}{2}\left[X_A(Y_C-Y_B)+X_B(Y_A-Y_C)+X_C(Y_B-Y_A)\right]$$

0.50

$$S=9600,05m^2$$

2 -حساب السموت

0.50

الاتجاه	Δx	Δy	الربع	Tan (g)	g(gr)	السمت الاحداثي G(gr)
AB	162,30	-75,40	II	2,15	72,31	$G_{AB}=200-g=127,69$
AC	-12,70	-112,40	III	0,11	7,16	$G_{AC}=200+g=207,16$

1.25

0.50

قيمة الزاوية α

0.25

$$\alpha=G_{AC}-G_{AB}=207,16-127,69=79,47gr$$

3-أ-حساب طول القطعة AD

0.25

$$L_{AC}=\sqrt{\Delta X^2{}_{AC}+\Delta Y^{\ 2}{}_{AC}}=113,11m$$

0.75

$$S=\frac{1}{2}L_{AD}.L_{AC}.\sin\alpha=5575.50m^2$$

$$L_{AD}=\frac{2.S}{L_{AC}.\sin\alpha}=103,94m$$

0.50

3-ب-حساب إحداثيات النقطة D

$$G_{AD}=G_{AB}=127,69gr$$

1.50 | **0.50**

0.50

$$\Delta X_{AD}=L_{AD}.\sin(G_{AD})=103,94.\sin(127,69)=94,26m\Rightarrow X_D=X_A+94.26=206,96m$$

0.50

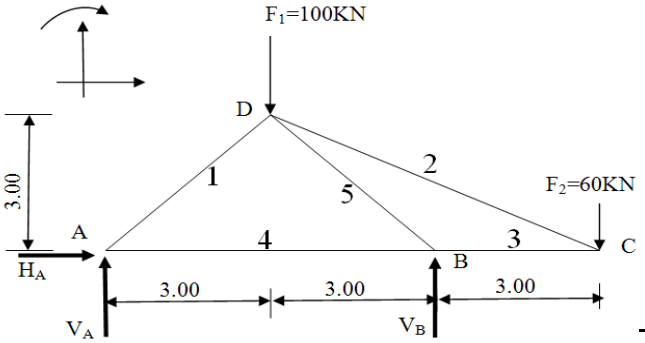
$$\Delta Y_{AD}=L_{AD}.\cos(G_{AD})=103.94.\cos(127,69)=-43,79m\Rightarrow Y_D=Y_A-43.79=168,61m$$

$$D(206,96m;168,61m)$$

5/5

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

المسألة الاولى: (07 نقاط)



1- تحديد طبيعة الهيكل المثلثي: — 0.50 — 0.50

بتطبيق المعادلة b = 2n-3

لدينا : n= 4 عدد العقد

و b = 5 عدد القضبان

ومنه

b = 5 = 2x 4 -3 = 2n -3

ومنه النظام المثلثي محدد سكونيا

2- حساب ردود الافعال عند المسندين

بتطبيق معادلات التوازن

$\sum F_X = 0 \Rightarrow H_A = 0KN$ — 0.50

$\sum F_Y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = F_1 + F_2$

$\Rightarrow V_A + V_B = 160 \ldots\ldots (1)$ — 1.50 — 0.50

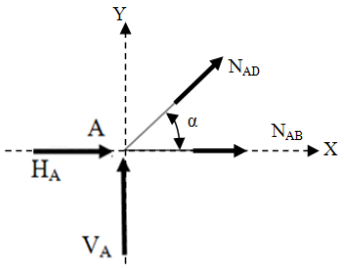
$\sum M_{F/A} = 0 \Rightarrow -V_B \times 6 + F_1 \times 3 + F_2 \times 9 = 0$

$\Rightarrow V_B = \frac{100\times3+60\times9}{6} = 140KN$ — 0.50

بالتعويض في (1) نجد $V_A = 20KN$

3- حساب قيم الجهود الداخلية في قضبان الهيكل المثلثي بطريقة عزل العقد :

دراسة العقدة A : حساب الزاوية α :



$tan\alpha = \frac{3}{3} = 1 \Rightarrow \alpha = 45°$ — 0.50

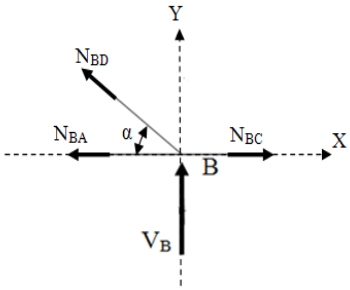
$\sum F_Y = 0 \Rightarrow N_{AD} sin\alpha + V_A = 0$

$\Rightarrow N_{AD} = -\frac{V_A}{sin\alpha} = \frac{-20}{0.707} = -28.28\ KN$ (انضغاط) — 0.50

$\sum F_X = 0 \Rightarrow N_{AB} + N_{AD}\cos\alpha + H_A = 0$

$\Rightarrow N_{AB} = 28.28 \times 0.707 = 20KN$ (شد) — 0.50

دراسة العقدة B :



$\sum F_Y = 0 \Rightarrow N_{BD}\ sin\alpha + V_B = 0$

$\Rightarrow N_{BD} = \frac{-V_B}{sin\alpha} = \frac{-140}{0.707} = -198KN$ (انضغاط) — 0.50 — 3.50

$\sum F_X = 0 \Rightarrow N_{BC} - N_{BA} - N_{BD}\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow N_{BC} = N_{BA} + N_{BD}\cos\alpha$

$\Rightarrow N_{BC} = 20 + (-198 \times 0.707) = -120KN$ (انضغاط) — 0.50

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

دراسة العقدة C :

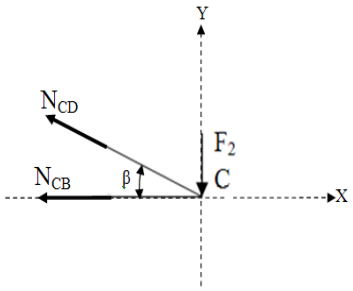
حساب الزاوية β

$tan\beta = \frac{3}{6} = 0.5$ — **0.50**

$\Rightarrow \beta = 26.565°$

$\sum F_X = 0 \Rightarrow -N_{CB} - N_{CD}\cos\beta = 0$

$\Rightarrow N_{CD} = \frac{-N_{CB}}{\cos\beta} = \frac{120}{0.894} = 134.16$ KN (شد) — **0.50**



4- تدوين النتائج في جدول :

القضيب	الجهد (KN)	طبيعته
1(AD)	28.28	انضغاط
2(DC)	134.16	شد
3(BC)	120.00	انضغاط
4(AB)	20.00	شد
5(BD)	197.99	انضغاط

0.50 — **0.50**

5- استخراج المجنب الزاوي المناسب :

بتطبيق شرط المقاومة :

$\sigma_{max} = \frac{N_5}{2S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_5}{2\bar{\sigma}} = \frac{198\times10^2}{2\times1400} \Rightarrow S \geq 7.07cm^2$ — **0.50**

من الجدول نأخذ المجنب الزاوي : L(50x50x8) الذي مساحته $S=7.41cm^2$ — **1.00** **0.50**

7/7

المسألة الثانية : (05 نقاط)

1- حساب ردود الافعال في المسند A:

$\sum F_X = 0 \Rightarrow H_A = 0$

$\sum F_Y = 0 \Rightarrow V_A - Q \times 1 - F = 0$

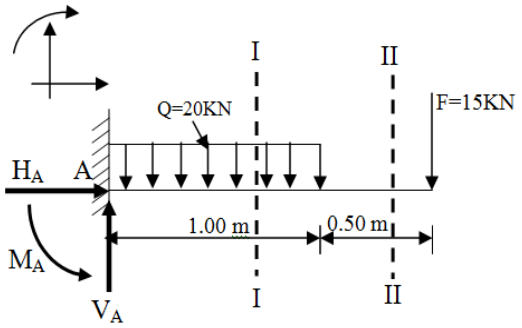
$\Rightarrow V_A = Q \times 1 + F = 20 \times 1 + 15$

$\Rightarrow V_A = 35\ KN$ — **0.25**

$\sum M_{F/A} = 0 \Rightarrow -M_A + Q\frac{1^2}{2} + F \times 1.50 = 0$

$\Rightarrow M_A = Q\frac{1^2}{2} + F \times 1.50 = 10 + 15 \times 1.50$

$\Rightarrow M_A = 32.50KN.m$ — **0.75** **0.25**

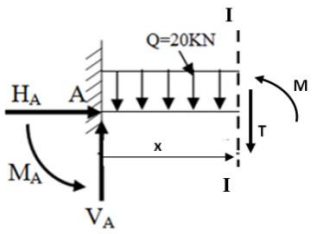


0.25

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

2- دراسة معادلات الجهد القاطع وعزم الانحناء :

المقطع (I-I):



$0 \le x \le 1.00m$

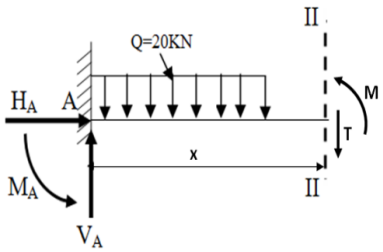
$\sum F_Y = 0 \Rightarrow T(x) = -Q \times x + V_A$ — **0.5**

$\Rightarrow T(x) = -20x + 35 \begin{cases} T(0) = 35\ KN \\ T(1) = 15\ KN \end{cases}$

$\sum M_{(I-I)} = 0 \Rightarrow M(x) = -Q\frac{x^2}{2} + 35x - M_A$ — **0.5**

$\Rightarrow M(x) = -10x^2 + 35x - 32.5 \begin{cases} M(0) = -32.5\ KN.m \\ M(1) = -7.5\ KN.m \end{cases}$

المقطع (II-II):



$1 \le x \le 1.50m$

$\sum F_Y = 0 \Rightarrow T(x) = -Q \times 1 + V_A$

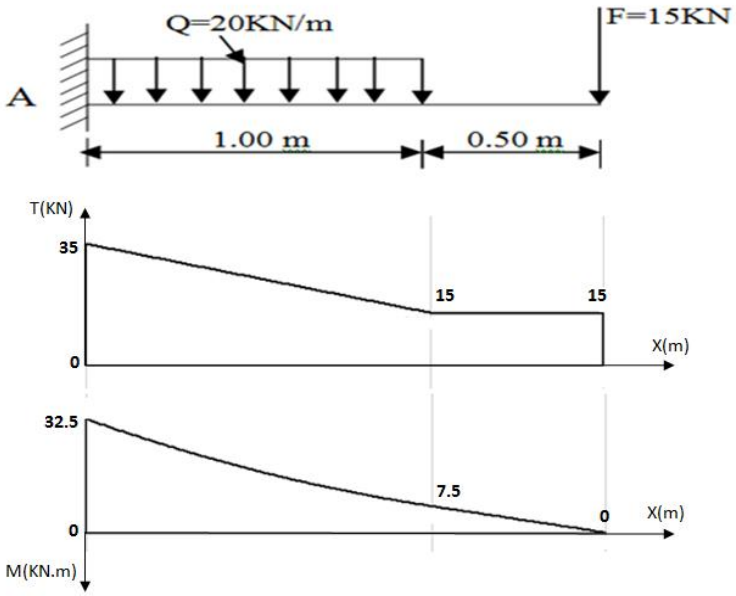
$\Rightarrow T(x) = -20 + 35 = 15\ KN$ (ثابت) — **0.5**

$\sum M_{(II-II)} = 0 \Rightarrow M(x) = -Q(x - 0.5) + V_A x - M_A$

$\Rightarrow M(x) = -20x + 10 + 35x - 32.5$ — **0.5**

$\Rightarrow M(x) = 15x - 22.5 \begin{cases} M(1) = -7.5\ KN.m \\ M(1.50) = 0\ KN.m \end{cases}$

3- تمثيل منحنيي الجهد القاطع وعزم الانحناء:



0.5

1.00

0.50

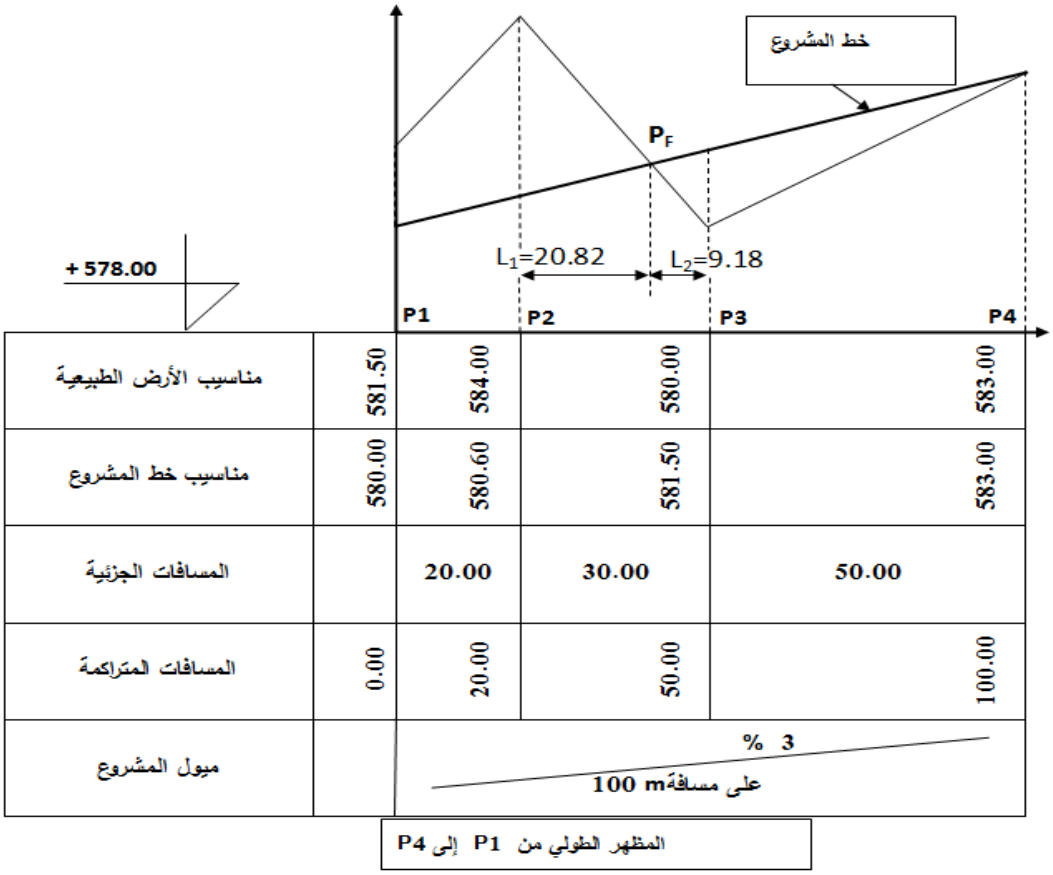
4- القيم القصوى للجهد القاطع وعزم الانحناء: $\mathbf{M_f\ max = 32.5kN.m; T max = 35kN}$ — **0.50** — **0.50**

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
5- التحقق من مقاومة مقطع الرافدة :		
يجب تحقيق شرط المقاومة: $\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$	0.50	
$\sigma_{max} = \frac{max}{W_x} = \frac{32.5\times10^4}{194.3} = 1672.67\ daN/cm^2 > \bar{\sigma} = 1440\ daN/cm^2$	0.25	0.75
اذن مقطع الرافدة لا يقاوم .		5/5
المسألة الثالثة: (04 نقاط)		
1- حساب مساحة قطعة الارض ABCD بطريقة الاحداثيات القائمة:		
$S_{ABCD} = \frac{1}{2}\sum[X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1})]$	0.50	1.00
$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2}[X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)]$	0.50	
$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2}[100(72-140) + 120(100-145) + 179(140-72) + 161(145-100)]$		
$\Rightarrow S_{ABCD} = 3608.50\ m^2$		
2- حساب السمت الاحداثي G_{AB}:		
حساب فروق الفواصل وفروق التراتيب		
$\Delta x_{AB} = X_B - X_A = 120 - 100 = 20m > 0$	0.25	1.50
$\Delta y_{AB} = Y_B - Y_A = 140 - 100 = 40m > 0$	0.25	
الاتجاه AB يقع في الربع الاول ومنه $G_{AB} = g$	0.25	
حساب g بالعلاقة $\text{Tan}\, g = \left\|\frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}}\right\| = \left\|\frac{20}{40}\right\| = 0.5 \Rightarrow g = 29.517gr$	0.50	
$\Rightarrow G_{AB} = 29.517gr$	0.25	
3- حساب المسافة الافقية L_{AB}: $L_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}{}^2 + \Delta y_{AB}{}^2} = \sqrt{20^2 + 40^2} = 44.72m$	0.50	0.50
4- حساب المسافة الافقية L_{AE} :		
- حساب احداثيات النقطة E :		
$\mathbf{x_E = \frac{x_C + x_D}{2} = \frac{179 + 161}{2} = 170.00m}$	0.25	1.00
$\mathbf{y_E = \frac{y_C + y_D}{2} = \frac{145 + 72}{2} = 108.50m}$	0.25	
$\mathbf{L_{AE} = \sqrt{(x_E - x_A)^2 + (y_E - y_A)^2} = \sqrt{70^2 + 8.5^2} = 70.51m}$	0.50	4/4

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

المسألة الخامسة: (04 نقاط)

1- إتمام ملأ جدول بيانات المظهر الطولي:



مناسيب الأرض الطبيعية	581.50	584.00	580.00	583.00
مناسيب خط المشروع	580.00	580.60	581.50	583.00
المسافات الجزئية		20.00	30.00	50.00
المسافات المتراكمة	0.00	20.00	50.00	100.00
ميول المشروع		% 3 على مسافة 100 m		

المظهر الطولي من P1 إلى P4

2- حساب المسافات الأفقية التي تحدد وضعية المظهر الوهمي P_f

$$L_1 = \frac{L \times \Delta H_{p2}}{\Delta Hp1 + \Delta Hp2} = \frac{30 \times (584 - 580.60)}{(584 - 580.60) + (581.50 - 580)} = \frac{102}{4.9} = 20.82m$$

$$L_2 = 30 - 20.82 = 9.18m$$

العلامة	
0.25x2	
0.5x3	3.25
0.25	
0.25x3	
0.25	
0.25x3	0.75
	4/4
	20
	20