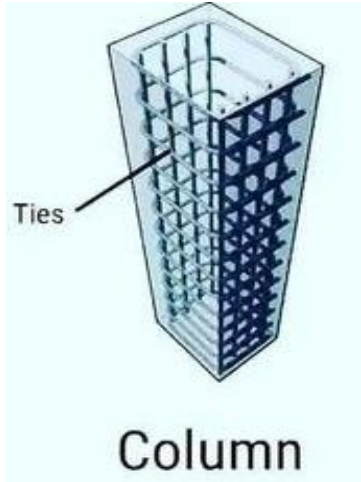


هدف المقرر:

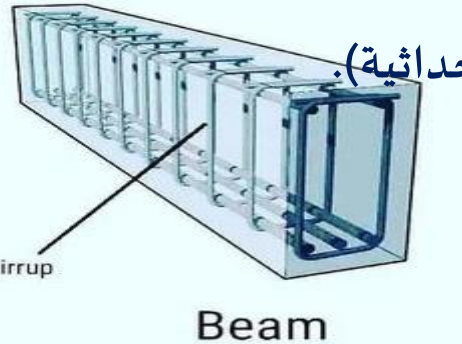
دراسة سلوك العناصر الإنشائية الطولية تحت تأثير أنواع مختلفة من الحمولات، وإيجاد الإجهادات والانفعالات والانتقالات (تصميم/تحقيق)

المواضيع الأساسية في المقرر:

- إيجاد القوى الداخلية في الجوائز المقررة والشبكيات نتيجة حمولات مركزة وموزعة (Internal Forces)
- الخصائص الهندسة للمقاطع (Geometric properties of sections).
- قوانين سلوك المادة (Material Constitutive Laws).
- الإجهادات النازمية/المماسية المتولدة في عنصر طولي نتيجة حمولات مختلفة (Normal/Shear Stress).
- الانفعالات النازمية / المماسية المتولدة في عنصر طولي نتيجة حمولات مختلفة (Normal/Shear Strain).
- إيجاد مركبات الإجهاد في نقطة محددة عند أخذ مقاطع مختلفة فيها (دوران جملة المحاور الإحداثية).
- إيجاد الإجهادات النازمية الرئيسية (Principal Normal Stresses).
- إيجاد الإجهادات المماسية الأعظمية (Maximum Shear Stresses).



Column



Beam

الجملة الإنشائية – مسار الأحمال

مسار الأحمال: هو الطريق الذي تسلكه الحمولات عبر عناصر الجملة الإنشائية حتى تصل إلى الأرض. ووظيفة المهندس الإنشائي أن يصمم كل عنصر من عناصر هذه الجملة بحيث يكون قادر على مقاومة الحمولات المطبقة عليه بأمان واقتصادية.

الطبيعة – المادة
(Material-Nature)



قوى خارجية
(External Forces)



قوى داخلية
(Internal Forces)



تصميم / تحقيق
(Check/Design)

تحاول الحمولات المطبقة على العنصر تحريكه، ولكي يستقر هذا العنصر في مكانه ويؤدي وظيفته يجب أن نؤمن له مساند كافية تقيد الحركة وتولد قوى معاكسة للحمولات نسميها ردود الأفعال. نسي الحمولات وردود الأفعال بالحمولات الخارجية. يجب أن يكون العنصر متوازن تحت تأثير هذه الحمولات.

الهدف من تصميم عناصر الجملة الإنشائية:

أن تكون قادرة على نقل الحمولات التي تتعرض لها من نقاط التطبيق إلى المساند بأمان واقتصادية. عندما يتعرض العنصر الإنشائي للحمولات تجهد مادته بقوى داخلية يمكن تقدير شدتها باستخدام معادلات التوازن. تتضمن عملية التصميم الهندسي مرحلتين:

١. التحليل الإنشائي: (تحديد القوى الداخلية المتولدة في كل عنصر إنشائي، وإيجاد الإجهادات التي تتعرض لها المادة).
٢. تحديد استجابة المادة الإنشائية لهذه القوى الداخلية، مما يتطلب معرفة بالخصائص الميكانيكية للمادة، والتي تعبر عن رد فعلها على القوى المطبقة.

شروط التصميم (Design Conditions)

يجب أن يحقق التصميم شرطين أساسيين:

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]$$

□ شرط المقاومة (strength Condition): تقاس المقاومة كمياً من خلال الإجهادات.

$$\tau_{max} \leq [\tau]$$

يجب أن تكون الإجهادات المطبقة أقل من قدرة تحمل المادة المستخدمة (بيتون، خشب، فولاذ،...).

$$\delta_{max} \leq [\delta]$$

□ شرط الصلابة (stiffness Condition): تقاس الصلابة كمياً من خلال التشوهات (أو الانفعالات).

يجب أن تكون التشوهات الناتجة أقل من القيم المسموحة التي تحافظ على أداء المنشأ لوظيفته.

عامل الأمان (Safety factor):

وهو يراعي:

- التغير في مواصفات المواد المستخدمة عند التنفيذ عما تم افتراضه خلال الدراسة الإنشائية (مكونات الخلطة البيتونية، ظروف صب البيتون، اليد العاملة المنفذة،.....).
- الاستثمار الفعلي للبناء.
- التوزيع الفعلي للقوى الداخلية والإجهادات ضمن المنشأ المنفذ والذي يكون معقد ومختلف عن التوزيع المفترض خلال الدراسة خصوصاً أنه يتم إهمال بعض الإجهادات الصغيرة خلال الدراسة لتسهيل العمل وتسريع الحصول على النتائج التصميمية، الأمر الذي يختصر من الزمن المستغرق مما ينعكس على كلفة المشروع، (....)

أنواع الإجهادات والانفعالات المتولدة في العناصر الطولية:



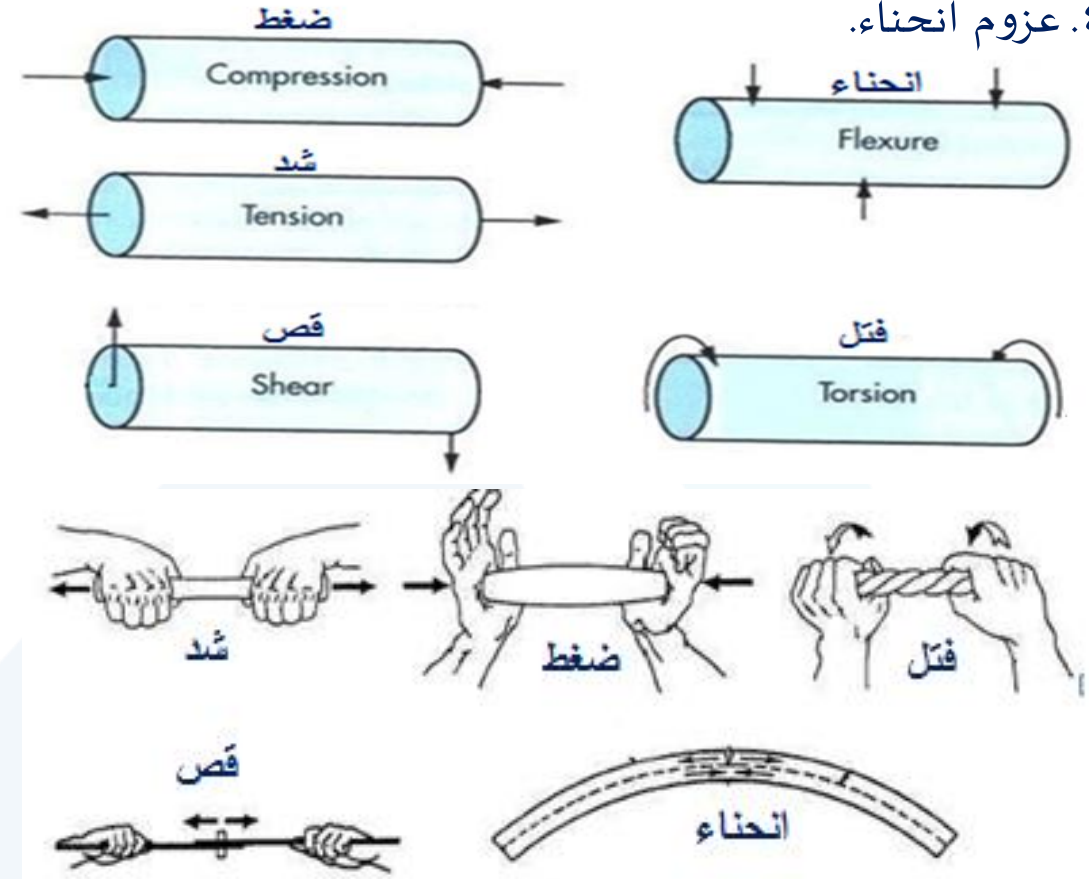
أنواع القوى الداخلية المتولدة في العناصر الطولية:

١. قوى ناظرية على مقطع العنصر (شد / ضغط).

٢. قوى مماسية لمقطع العنصر (قص).

٣. عزوم فتل.

٤. عزوم انحناء.



١. إجهادات ناظرية:

• تكون متعامدة مع المقطع العرضي للعنصر.

• لها نوعان:

• إجهاد شد (Tension Stress): إشارته موجبة.

• إجهاد ضغط (Compression Stress): إشارته سالبة.

• ينتج عنها تغير في طول العنصر دون حصول تغير في الزوايا.

٢. إجهادات مماسية (قص):

• تكون مماسية للمقطع العرضي للعنصر.

• ينتج عنها تغير في الزوايا دون حصول تغير في الأطوال.

$$\text{واحدة الإجهادات } MPa = N/mm^2$$



٢. إجهادات مماسية مترافقة مع عزوم انعطاف (قص انعطافي):



$$\tau = \frac{Q_y \cdot S_z}{I_z \cdot b}$$

نتيجة عن قوة قص Q_y

$$\tau = \frac{Q_z \cdot S_y}{I_y \cdot b}$$

نتيجة عن قوة قص Q_z

$$\tau = \frac{M_t \cdot r}{I_p}$$

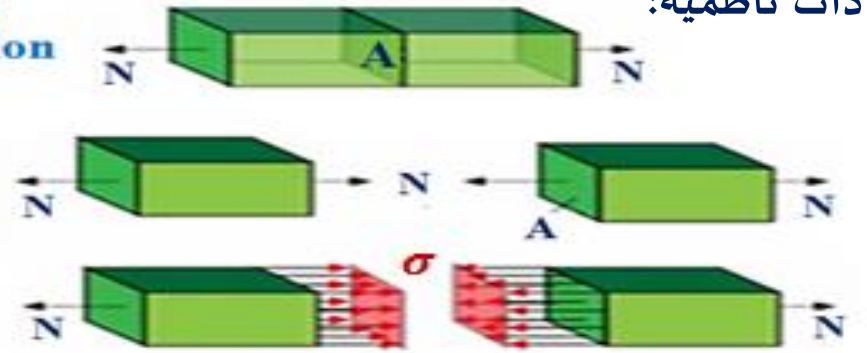
نتيجة عن عزم فتل M_t
(للمقاطع الدورانية)

تجمع الإجهادات المماسية جمعاً شعاعياً

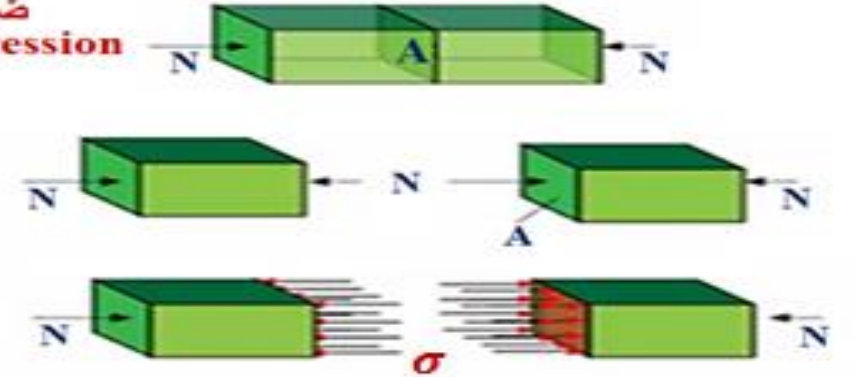
يعتمد توزيع هذه
الإجهادات على المقطع
العرضي على نوع القوى
الداخلية المتولدة في
المقطع وعلى الشكل
الهندسي للمقطع.

١. إجهادات ناظرية:

شد
Tension



ضغط
Compression



$$\sigma = \frac{N}{A} - \frac{M_z}{I_z} y + \frac{M_y}{I_y} z$$

نتيجة	نتيجة	نتيجة
عن قوة	عن عزم	عن عزم
ناظرية	انعطاف	انعطاف
N	M_z	M_y

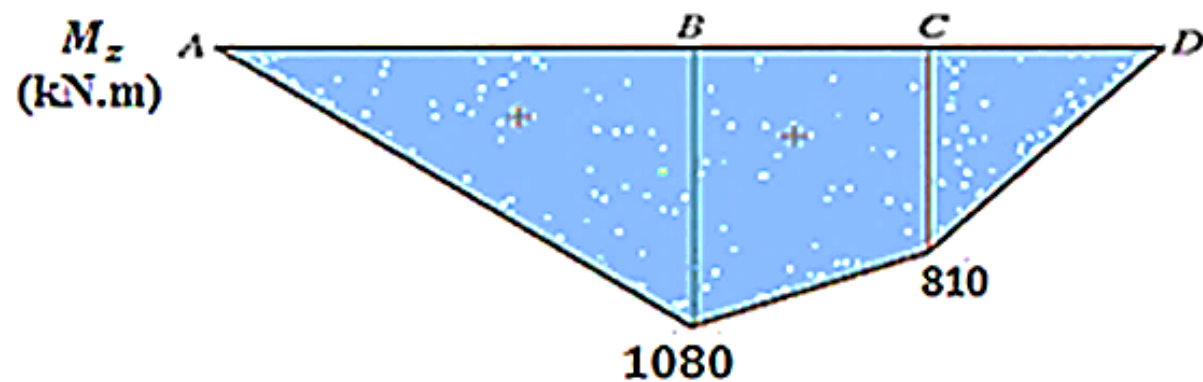
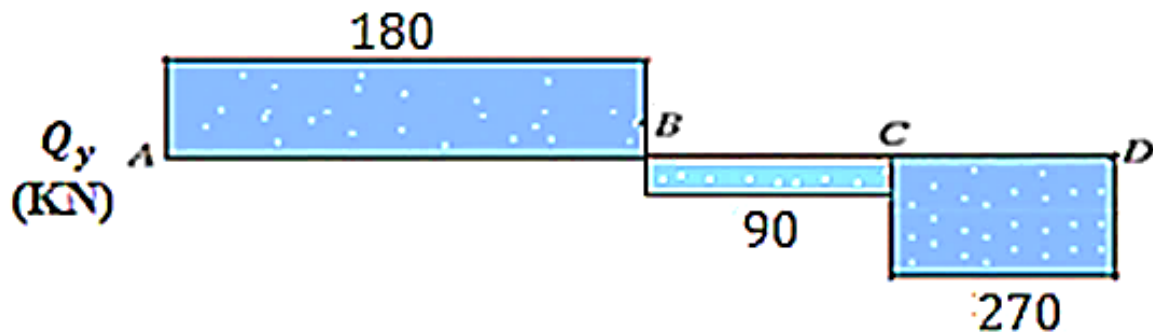
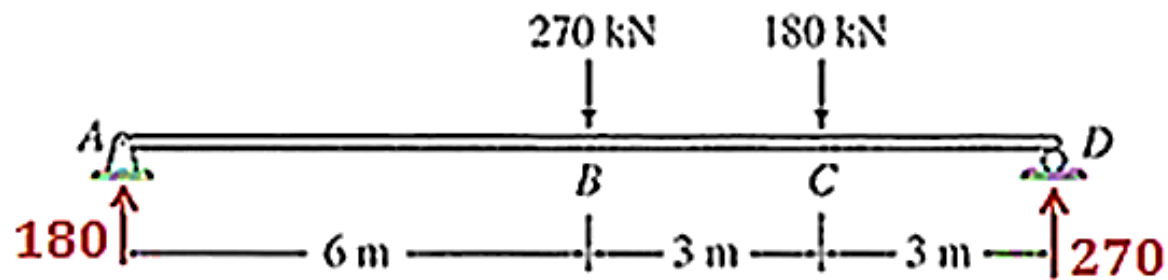
مثال

للجائز البسيط المين بالشكل يطلب مايلي:

١. إيجاد ردود الأفعال ورسم مخطط الجسم الطليق.

٢. رسم مخططات القوى الداخلية.

٣. أوجد القوى الداخلية الحرجة (الأعظمية).



ردود الأفعال

$$R_D(12) - 180(9) - 270(6) = 0 \rightarrow R_D = 270 \text{ kN}$$

$$R_A - 180 - 270 + 270 = 0 \rightarrow R_A = 180 \text{ kN}$$

رسم مخططات القوى الداخلية

$$Q_{max} = 180 \text{ kN}$$

القوى الداخلية الحرجة

$$M_{max} = 1080 \text{ kN.m}$$



Quiz

يؤثر في إيجاد القوى الداخلية

شكل المقطع العرضي	نوع المادة	أطوال المجالات	الحمولات
النسبة المئوية للتغير في طول العنصر			
الإجهاد الناظمي	الانفعال المماسي	الإجهاد المماسي	الانفعال الناظمي
قوة داخلية متعامدة مع المقطع العرضي للعنصر			
قوة القص	عزم الانعطاف	القوة الناظرية	عزم الفتل
العنصر الذي يتعرض لقوة ناظرية شادة			
تتغير زواياه	يتقاصر	يتطاول	لا يتشوه
عندما يتعرض العنصر الطولي لقوة ضغط يكون الانفعال الناظمي			
موجب	سالب	أحياناً موجب وأحياناً سالب	معدوم
عندما يتعرض العنصر الطولي لقوة مماسية			
تتغير زواياه فقط	تتغير زواياه وأطواله	تتغير أطواله فقط	لا يتشوه



Quiz



المسار الذي تسلكه الحمولات عبر العناصر الإنشائية للوصول إلى الأرض يسمى:

المقاومة	شرط الصلابة	مسار الأحمال	شرط المقاومة
إذا نقصت الزاوية بعد التشوه يكون انفعال القص			
سالبة	موجب	معدوم	بدون إشارة
لا تؤثر على قيمة الإجهادات المطبقة على المقطع العرضي للعنصر			
نوع المادة	شكل المقطع العرضي	أبعاد المقطع العرضي	الحمولات الخارجية
يعبر عن مقدار التغير في الزاوية بعد التشوه			
الانفعال الناظمي	الإجهاد	الانفعال المماسي	معامل يونغ
عامل يراعي تغير خواص المواد عند تنفيذ المنشأ			
عامل المطاوعة	معامل يونغ	عامل الأمان	نسبة بواسون