

ملخص شامل في مادة الهندسة المدنية السنة الثالثة تقني رياضي

من اعداد الأستاذ: زنتار نسيم



المنشآت العلوية

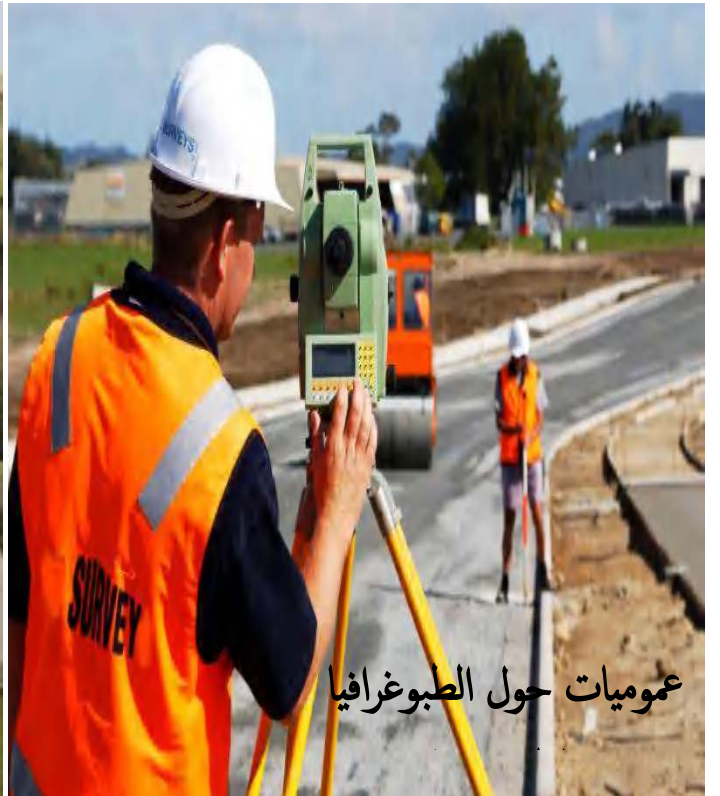


الجسور

مجـال البنـاء



الطرق



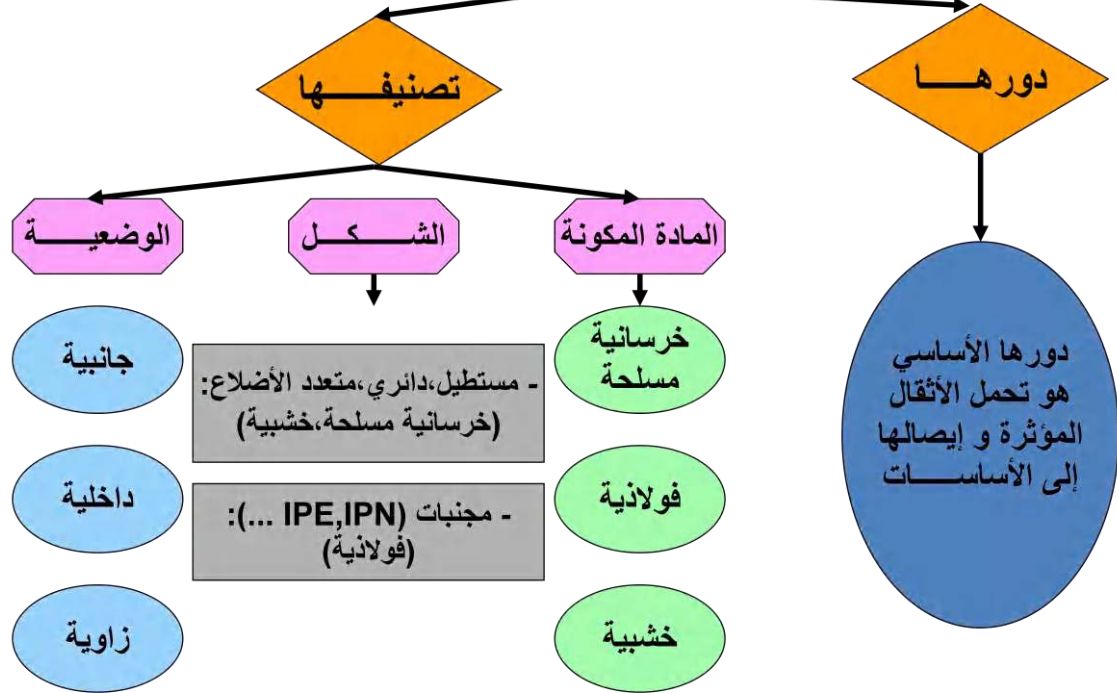
عموميات حول الطبوغرافيا

المنشأ العلوي

1. الأعمدة
2. الروافد.
3. الأرضيات.
4. الغماء.
5. السطوح.
6. الجدران.
7. الفتحات.
8. المدارج المستقيمة.

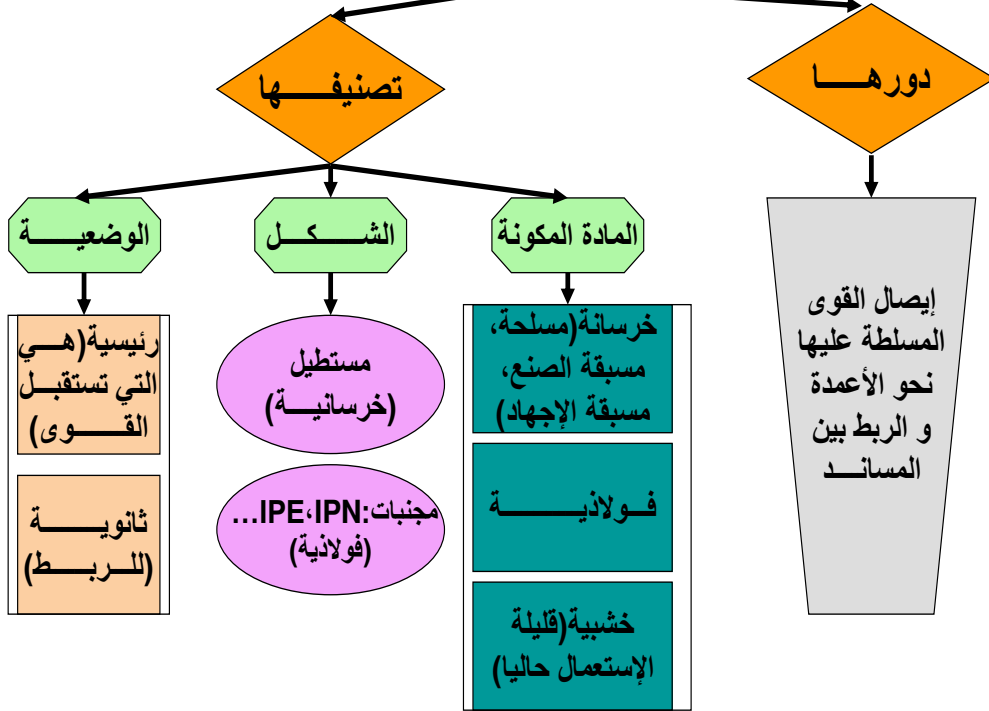
الأعمدة

هي عناصر شاقولية تنتمي إلى مجموعة العناصر الحاملة في المنشآت العلوية



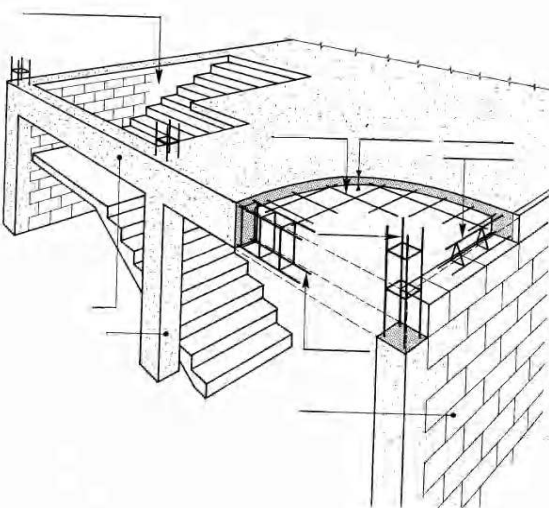
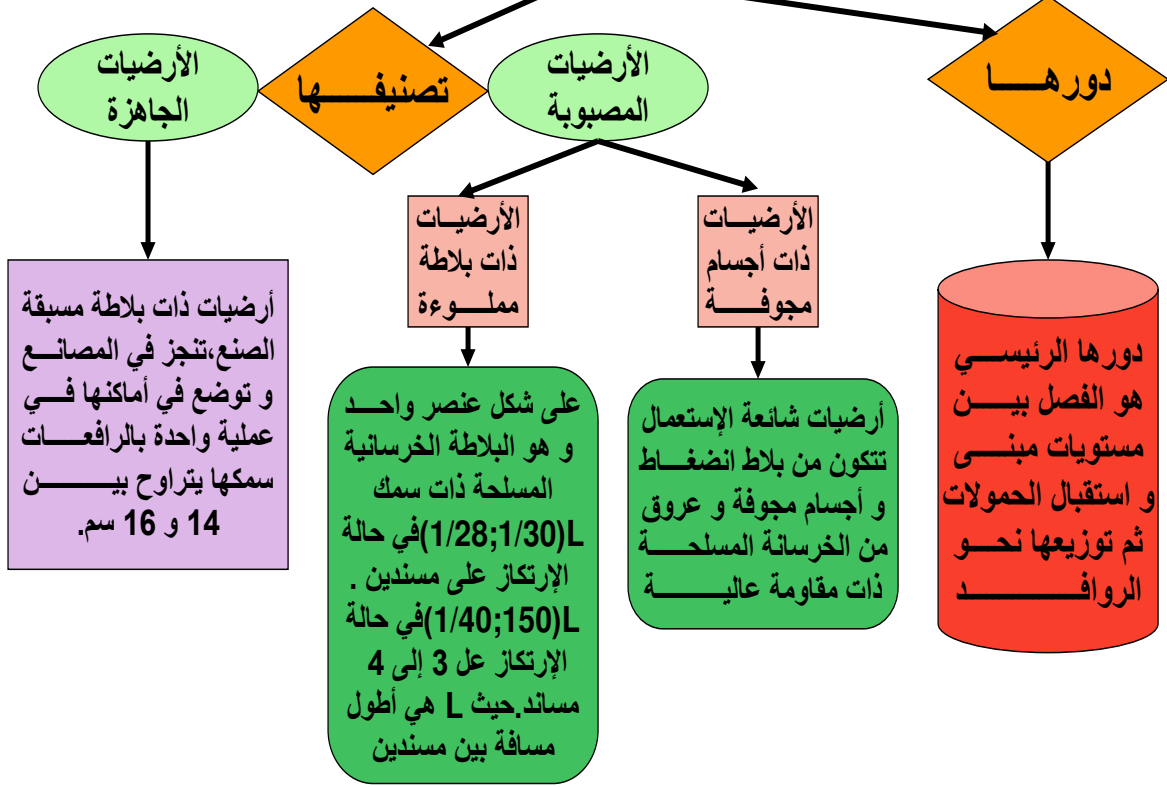
الروافد

هي عناصر أفقية تنتمي إلى مجموعة العناصر الحاملة في المنشآت العلوية

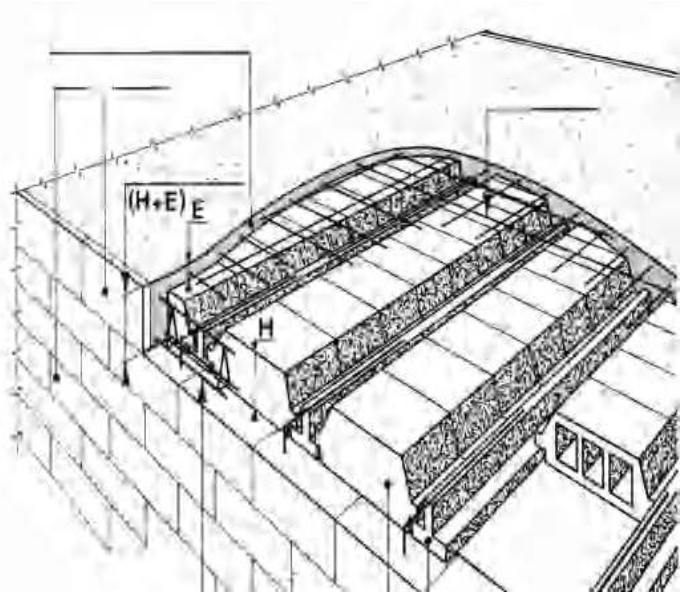


الأرضيات

هي عناصر أفقية مساحية حاملة تنتمي إلى مجموعة عناصر المنشآت العلوية



أرضية ذات بلاطة مملوءة

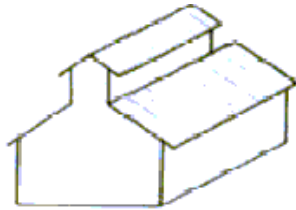
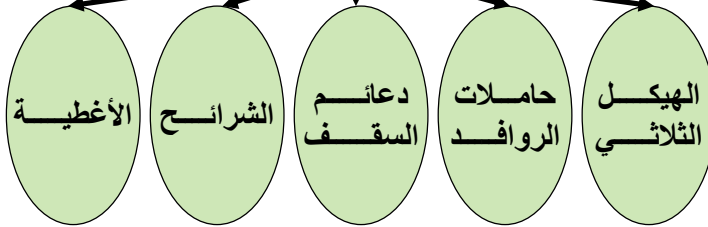


أرضية ذات أجسام مجوفة

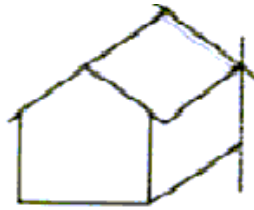
الغماء

هو مجموعة من العناصر التي تشمل الجزء العلوي
المعد لتغطية البنايات وتشمل التغطية والهيكل الثلاثي

عناصره



غماء يسمح بالتهوية
والإضاءة من الأعلى

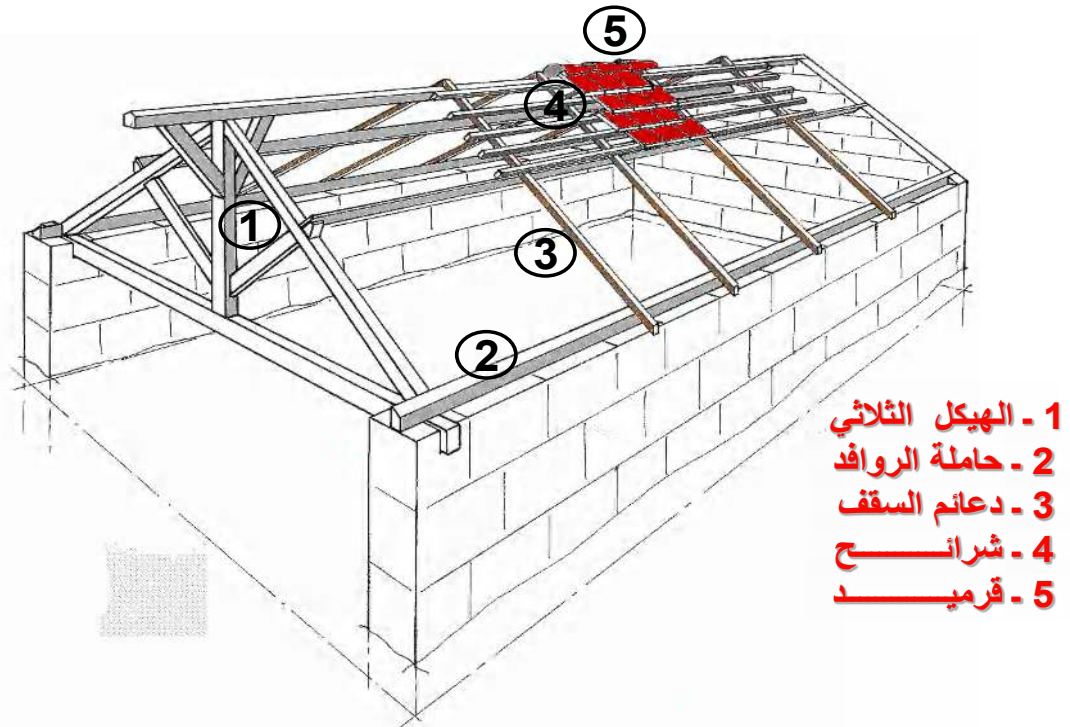
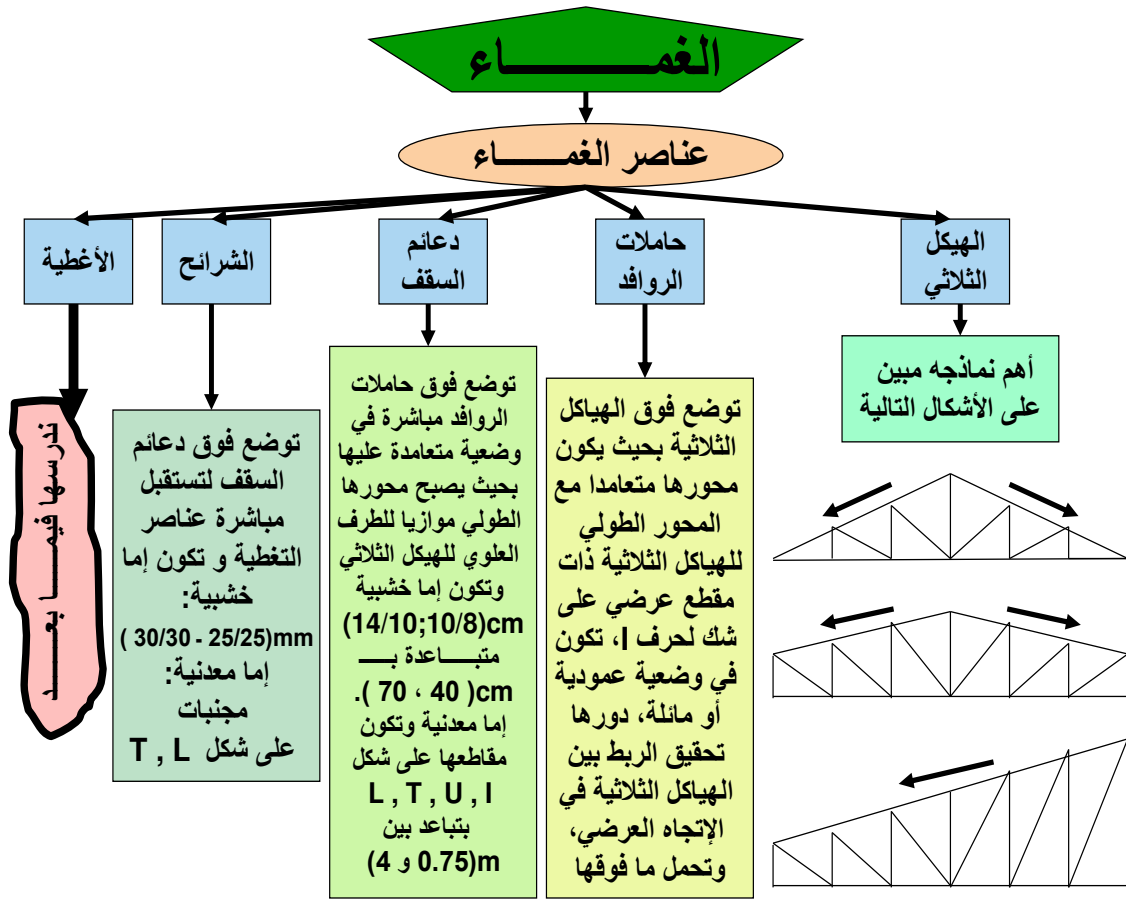


غماء بميلين متماثلين

أشكاله

يتعلق شكل الغماء بما يلي:
- طبيعة الغطاء (قرميد صفائح...)
- طبيعة الإضاءة و التهوية
خاصة المباني الصناعية الكبرى.
* للغماء أشكال كثيرة أهمها
موضح في الأشكال الموالية *





الغشاء

الأغطية

هي مجموع العناصر الموضوعة فوق الشرائح، تلعب دور عزل المحيط الداخلي للمنشأ عن المؤثرات الخارجية بأنواعها، وهي تعوض مكونات السطوح الأفقية في البنايات الأخرى. تستعمل فيها عناصر مختلفة باختلاف أبعادها.

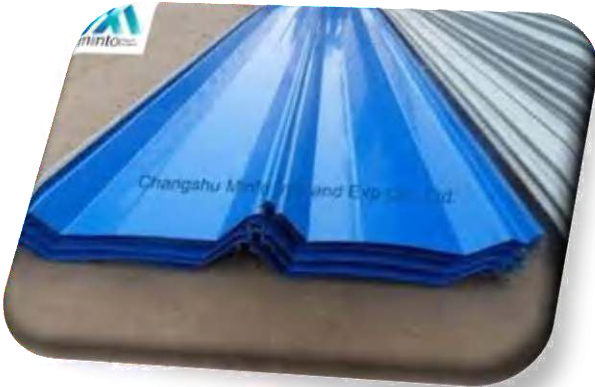
العناصر ذات الأبعاد الكبيرة

العناصر ذات الأبعاد الصغيرة

المطيلة المتموجة، أوراق
الألمنيوم، الزجاج ...

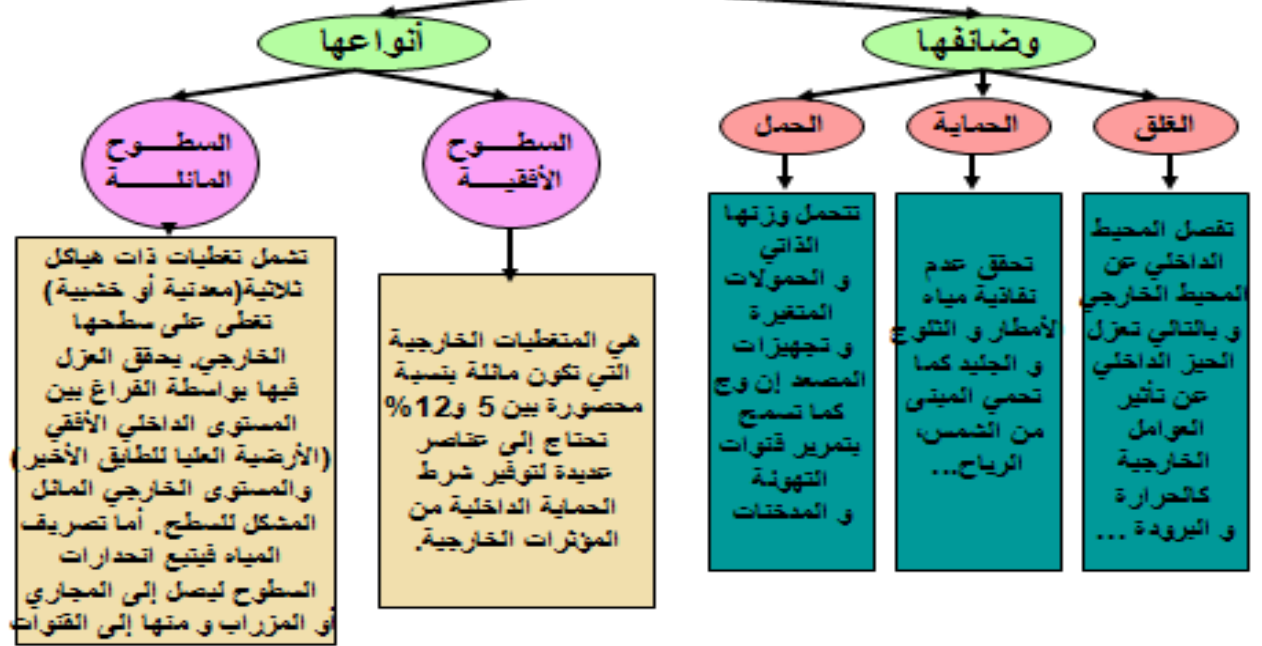
القرميد، الأردواز...

عند استعمال الأغطية ذات القياسات الكبيرة، تكون الهياكل خفيفة إذ يمكن الاستغناء عن الشرائح ودعائم السقف لتوضع الأغطية مباشرة فوق حاملات الروافد. أما إذا استعملت العناصر الصغيرة، تصبح الأغطية ثقيلة وتحتاج إلى مساند متعددة لحملها لذا تستعمل الشرائح ودعائم السقف.



السطوح

هي أرضيات أو البلاطات العليا لمبنى يطابق واحد أو متعدد الطوابق و هي مساحات افقية أو مائلة



السطوح الأفقية

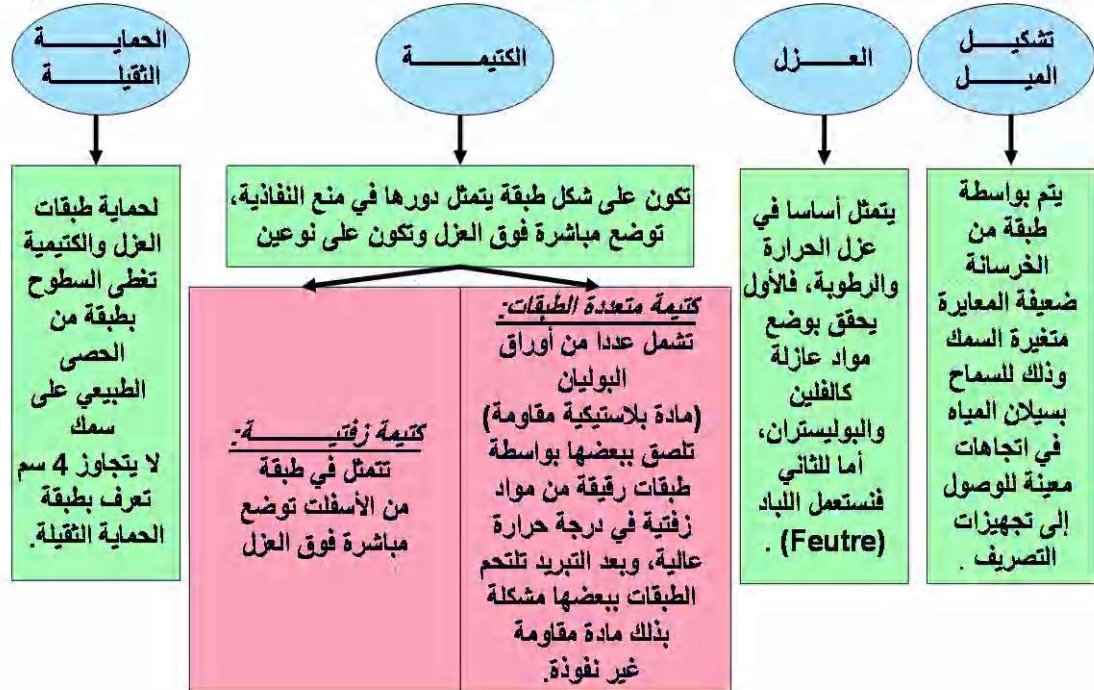
التصنيف

- المستقلة
- غير المستقلة
- شرفات
- بساتين

تتعرض السطوح الأفقية إلى ظاهرة تراكم المياه نتيجة تساقط الأمطار والتلوج، لذا يجب تصريفها عن طريق قنوات تمتد على ارتفاع المبنى لتصل إلى المجمعات الفرعية ويتم هذه العملية باستحداث أميال للسطح تعرف بخطوط سيلان المياه و يمكن أن تكون على أشكال عديدة.

السطوح الأفقية

المكونات - 1 -

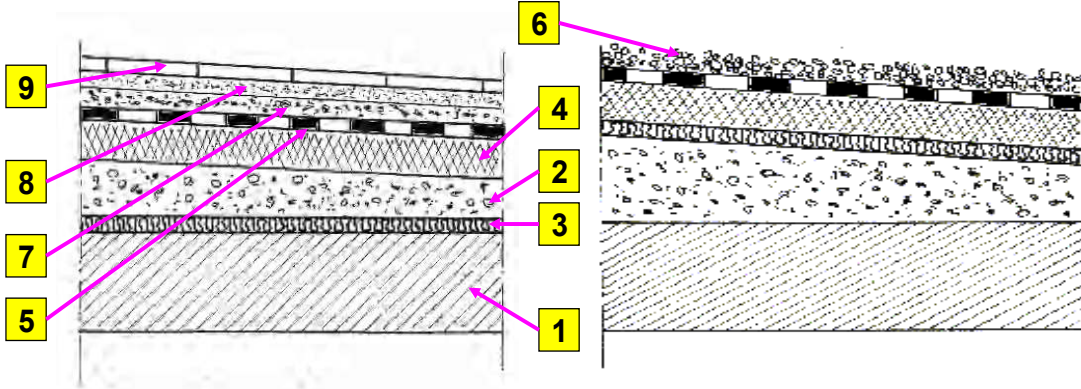


السطوح الأفقية

المكونات -2-

العناصر المكونة لسطح مستغل

العناصر المكونة لسطح غير مستغل



- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1- بلاطة خرسانية مسلحة . | 5- طبقة الكتيمة |
| 2- طبقة تشكيل الميل . | 6- حماية ثقيلة (حصي) |
| 3- طبقة مضادة للرطوبة (لباد) . | 7- طبقة من الرمل (عزل صوتي) |
| 4- عازل حراري (فلين أو بوليستران) . | 8- طبقة من الملاط . |
| | 9- بلاط |

السطوح الأفقية

العناصر الملحقة

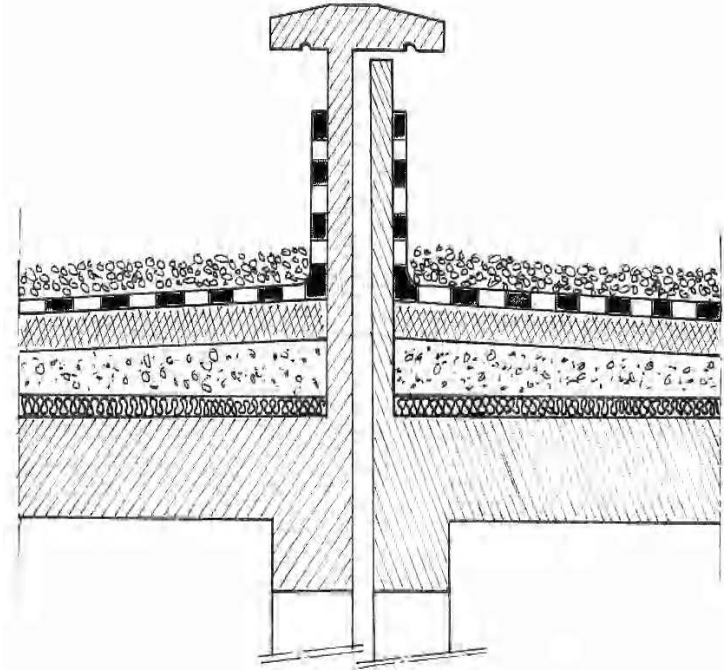
الفواصل

هي فراغات صغيرة عمودية تفصل منشأين متتاليين، يتراوح سمكها الأدنى بين 3 و 5 سم بالنسبة للمشاريع العادية. ونميز فيها نوعين: فواصل التمدد: يمتد على العلو الكلي للجزء العلوي للمنشأ، يستعمل في البناءات الطويلة ويسمح بالحركة أفقياً نتيجة تغير درجات الحرارة أو نتيجة تأثيرات أفقية كالرياح والزلازل. فواصل الانقطاع أو التصدع:

يخص المنشأ من الأعلى إلى الأسفل أي أنه يمتد حتى إلى منطقة الأساسات. يستعمل في حالة منشأين متجاورين باختلاف كبير من حيث الأهمية أو إذا كان لمنشأين مقامين على أتربة ذات خصائص مختلفة.

جدار حافة السطح

هو جدار صغير يحيط بالجوانب الخارجية للمبنى، علوه حوالي 50 سم سمكه لا يزيد عن 10 سم، خرساني مسلح، يستعمل عموماً في السطوح غير الستغلة، يتمثل دوره أساساً في حماية كل ما هو موجود على السطح من السقوط كما يساهم في منع وصول المياه إلى العناصر الحاملة للمبنى، يكون مزدوجاً في منطقة الفواصل.



الجدران -1-

هي عناصر شاقولية من البتاية دورها خلق و عزل الفضاءات و للجدران مواضع مختلفة في المبنى ما يجعلها تصنف حسب عدة طرق

التصنيف

حسب الدور

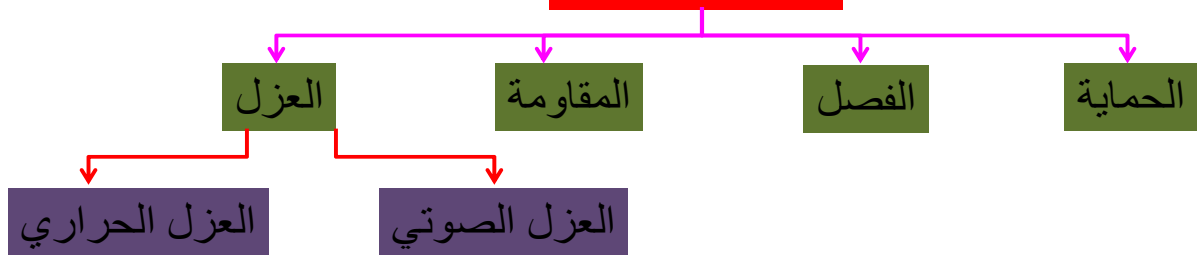
- 1- الجدران الفاصلة غير الحاملة: هي تلك التي لا تستعمل إلا للفصل بين الفضاءات كجدران الواجهة والجدران الفاصلة الداخلية وتدرج ضمن الهياكل المكونة من أعمدة و روافد.
- 2- الجدران الحاملة: بالإضافة إلى دور الفصل يكون حمل الأرضيات وما يعلوها على عاتقها حتى أنها تعتبر عناصر من الهيكل المقاوم للمنتشأ.

حسب المادة

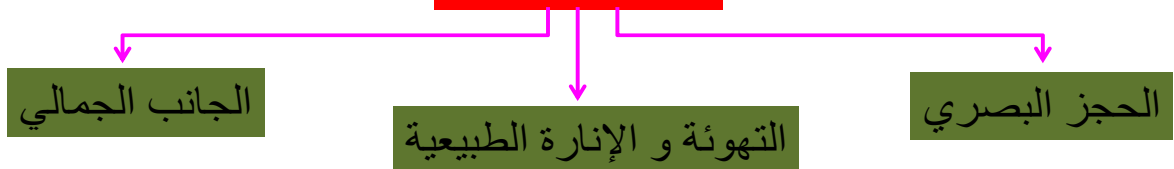
- 1- جدران البتاية التي تتجز بصقوف متراكبة من الآجر أو طوب الإسمنت أو طوب الجص أو الحجارة المصقولة...
- 2- جدران الخرسانة المسلحة
- 3- جدران زجاجية.
- 4- جدران خشبية.
- 5- جدران مواد مركبة...

الجدران

الوظائف الرئيسية



الوظائف الثانوية



الفتحات

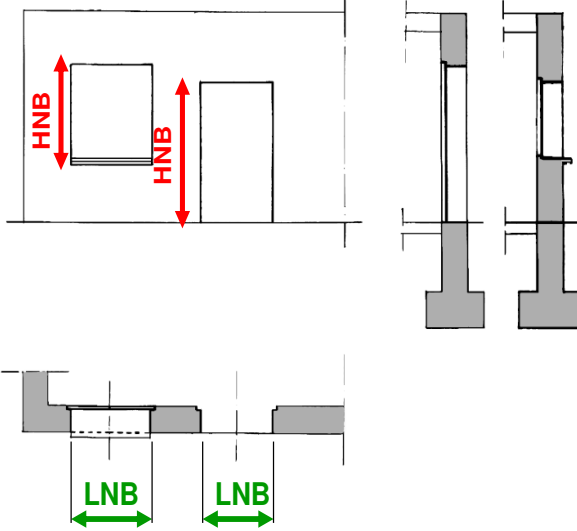
تعريفها: هي فراغات تخصص في الجدران لاستقبال النوافذ و الأبواب

خصائصها:

تعرف الفتحات ببُعديها في المستوي الأفقي والعمودي وهما العرض والارتفاع:

- **العرض** الإسمي للفتحة: يرمز له بالحروف **LNB** ويمثل العرض الداخلي للفتحة.

- **الارتفاع** الإسمي للفتحة: يرمز له بالحروف **HNB** ويمثل الارتفاع الداخلي للفتحة.



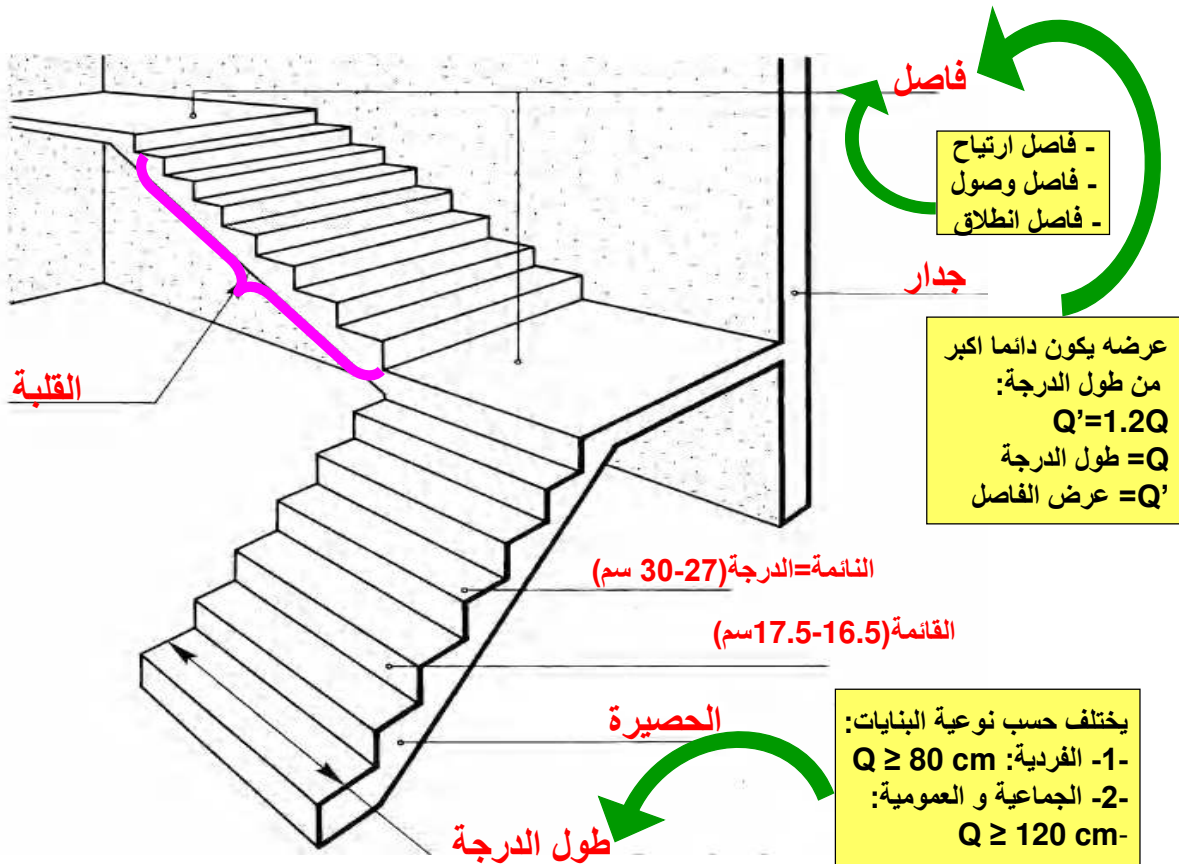
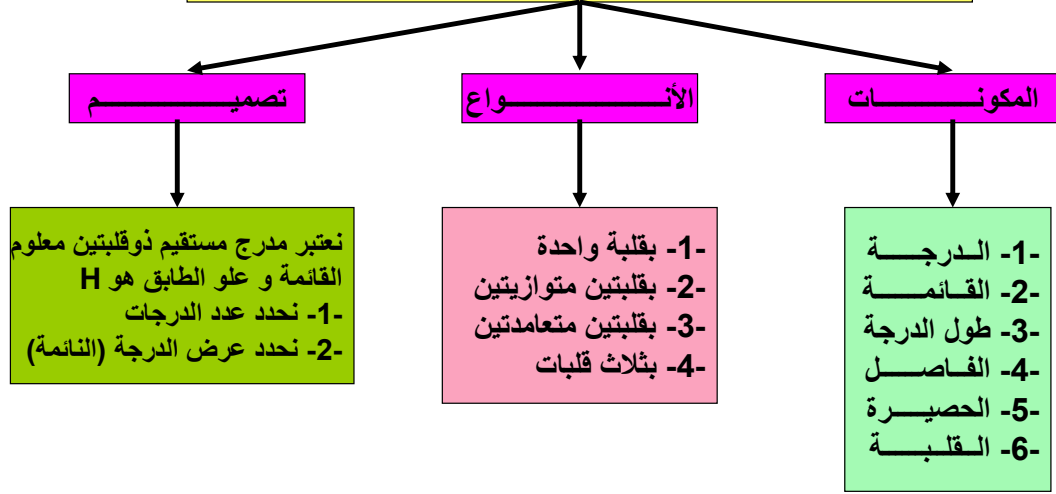
نوعها:

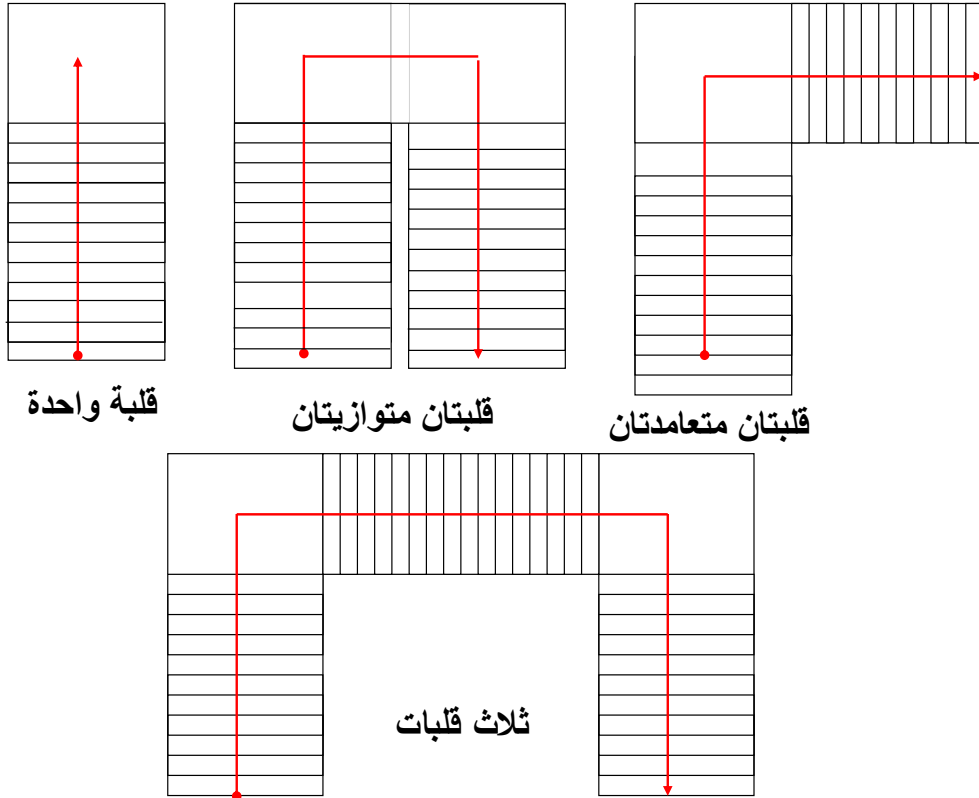
إن النوافذ والأبواب عناصر مكتملة للجدران حيث تسمح لها بالقيام بأدوار مثل الغلق والإنارة الطبيعية والتهوية والسماح بالتنقل. وهي ذات أشكال وأبعاد مختلفة وتستخدم في تصنيعها مواد مختلفة وعديدة مثل الخشب والألومنيوم والحديد والزجاج إلى غيرها من المواد الاصطناعية.



المدارج المستقيمة

هي نوع من أنواع المدارج ذات مستويات أفقية متتالية ومختلفة المناسيب تسمح بالانتقال من طابق إلى آخر، حيث يكون فيها خط السير مستقيماً.

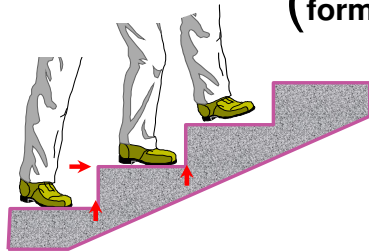




تصميم المداخل المستقيمة

لتصميم المداخل المستقيمة نتبع الخطوات التالية:
لكي يكون المدرج سهل الاستعمال ، خطوة و ارتفاع الدرجة
يجب أن تتكرر بإيقاع يتناسب مع خطوة رجل عادي
(60 سم إلى 65 سم)

نستعمل علاقة بلاندا (formule de blondel)



$$2H + G = 64 \text{ cm}$$

ارتفاع الدرجة

خطوة الدرجة

عموميات حول الطبوغرافيا

- I. السميت الاحداثي.
- II. حساب المساحات
 - 1. طريقة الاحداثيات القائمة.
 - 2. طريقة الاحداثيات القطبية.
- III. مراقبة المنشآت.

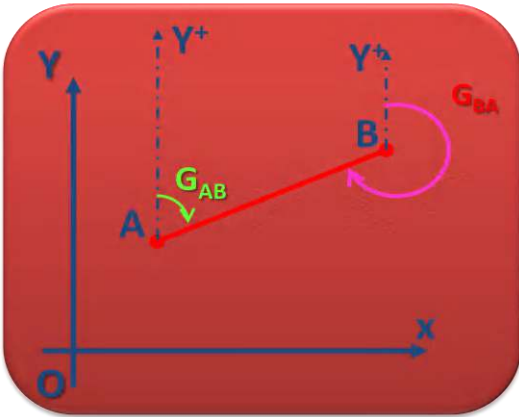


I. السمات الاحداثي:

1. تعريف: هو الزاوية الافقية المحصورة بين شمال

لامبار (محور الترتيب الموجبة Y+) و الاجاه المعين AB

و يقاس ابتداء من محور (Y+) في اتجاه دوران عقارب الساعة.

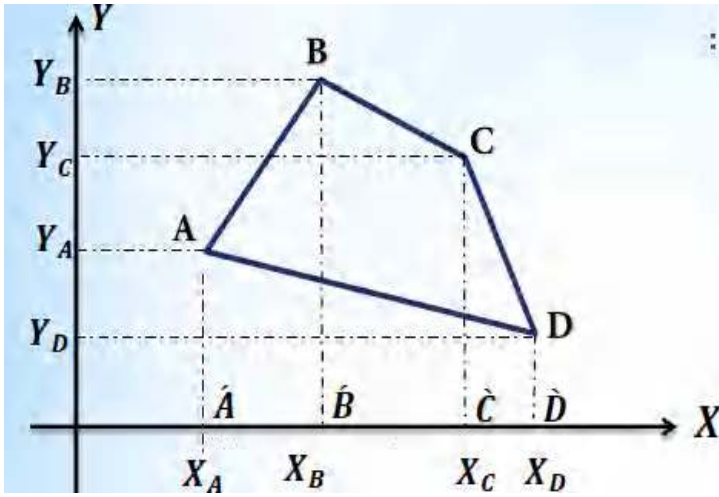


الخطوات التي تتبعها:

$\Delta X_{AB}=X_B-X_A$			حساب فروق الفواصل	
$\Delta Y_{AB}=Y_B-Y_A$			حساب فروق الترتيب	
$tg(g)=\left \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}\right \longrightarrow g$			حساب الزاوية المختصرة	
ΔX	ΔY	$G_{AB}(gr)$	الربع	السمت الاحداثي
>0	>0	g	الاول	
>0	<0	$200-g$	الثاني	
<0	<0	$200+g$	الثالث	
<0	>0	$400-g$	الرابع	
$=0$	>0	0		
$=0$	<0	200		
>0	$=0$	100		
<0	$=0$	300		
$D_{AB}=\sqrt{\Delta X_{AB}^2+\Delta Y_{AB}^2}$			المسافة الافقية	

II. حساب المساحات:

طريقة الاحداثيات القائمة

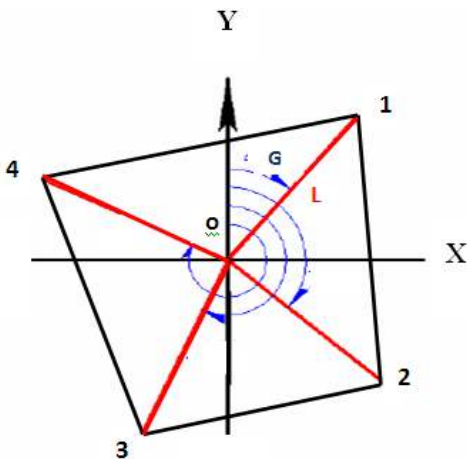


$$S = \frac{1}{2} \sum [X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})]$$

$$S = - \frac{1}{2} \sum [Y_n (X_{n-1} - X_{n+1})]$$

$$S = \frac{1}{2} [x_A(y_D - y_B) + x_B(y_A - y_C) + x_C(y_B - y_D) + x_D(y_C - y_A)]$$

طريقة الاحداثيات القطبية



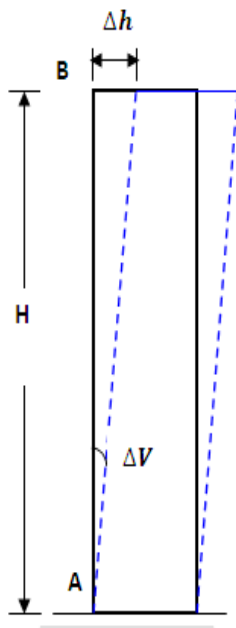
$$S = \frac{1}{2} \sum [l_n \cdot l_{n+1} \cdot \sin(G_{n+1} - G_n)]$$

$$S = \frac{1}{2} \sum [l_n \cdot l_{n+1} \cdot \sin \alpha_n]$$

$$S = \frac{1}{2} [(L_1 \cdot L_2 \cdot \sin \alpha_1) + (L_2 \cdot L_3 \cdot \sin \alpha_2) + (L_3 \cdot L_4 \cdot \sin \alpha_3) + (L_4 \cdot L_1 \cdot \sin \alpha_4)]$$

III. مراقبة المنشآت:

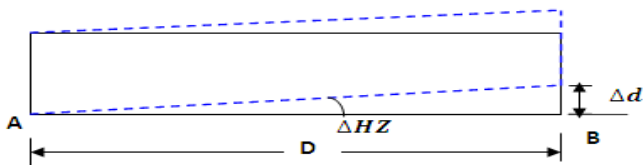
المراقبة الشاقولية:



حساب مسافة الانحراف d :

المراقبة الافقية:

حساب مسافة الميلان c :



الطرق

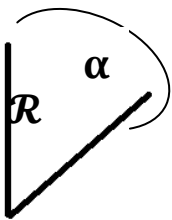
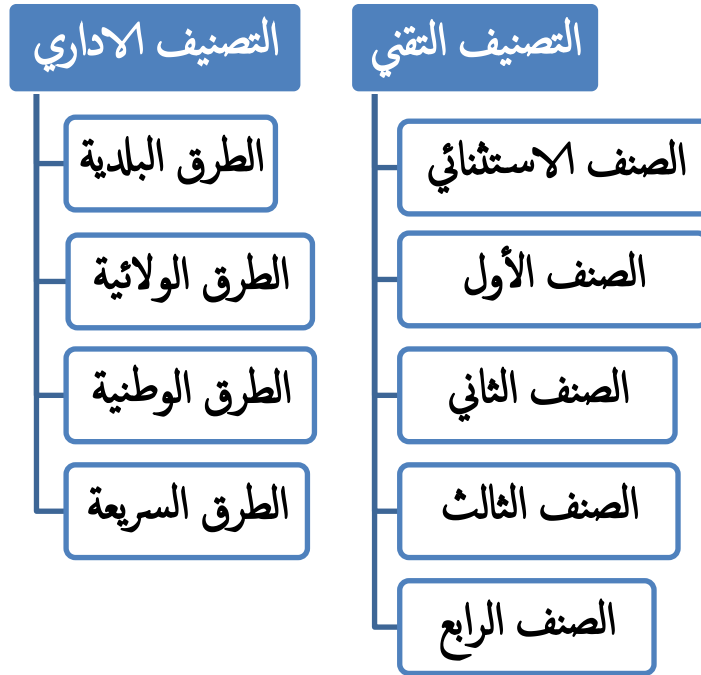
- 1- تعريف.
- 2- تصنيف الطرقات.
- 3- المظاهر الطولية.
- 4- المظاهر العرضية.



1- تعريف:

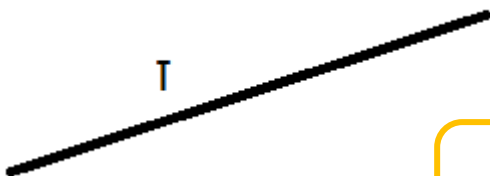
الطريق هو مسلك بري للمواصلات يسمح بربط مجموعة من نقاط الارض ببعضها البعض.

2- تصنيف الطرقات:



$$L = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha^\circ}{180^\circ}$$

حساب طول المنعرج

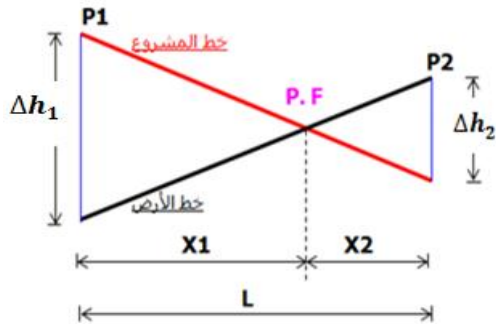


T

تحديد الميل

تحديد مناسب النقاط

$$H_{n+1} = H_n \pm T \cdot D_{n+1}$$



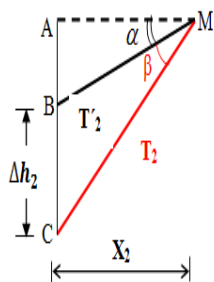
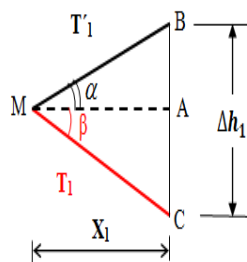
تحديد نقطة تقاطع التربة الطبيعية مع خط المشروع (المظهر الوهمي)

$$\frac{X_1}{\Delta h_1} = \frac{X_2}{\Delta h_2} = \frac{X_1 + X_2}{\Delta h_1 + \Delta h_2} = \frac{l}{\Delta h_t}$$

$$X_1 = (\Delta h_1) \cdot \left(\frac{l}{\Delta h_t} \right)$$

$$X_2 = (\Delta h_2) \cdot \left(\frac{l}{\Delta h_t} \right)$$

المظاهر الطولية



$$X_2 = \frac{\Delta h_2}{T_2 - T'_2}$$

المظاهر العرضية

✓ ميلان ذات نفس الاتجاه

✓ ميلان متعاكسان في الاتجاه

الجسور

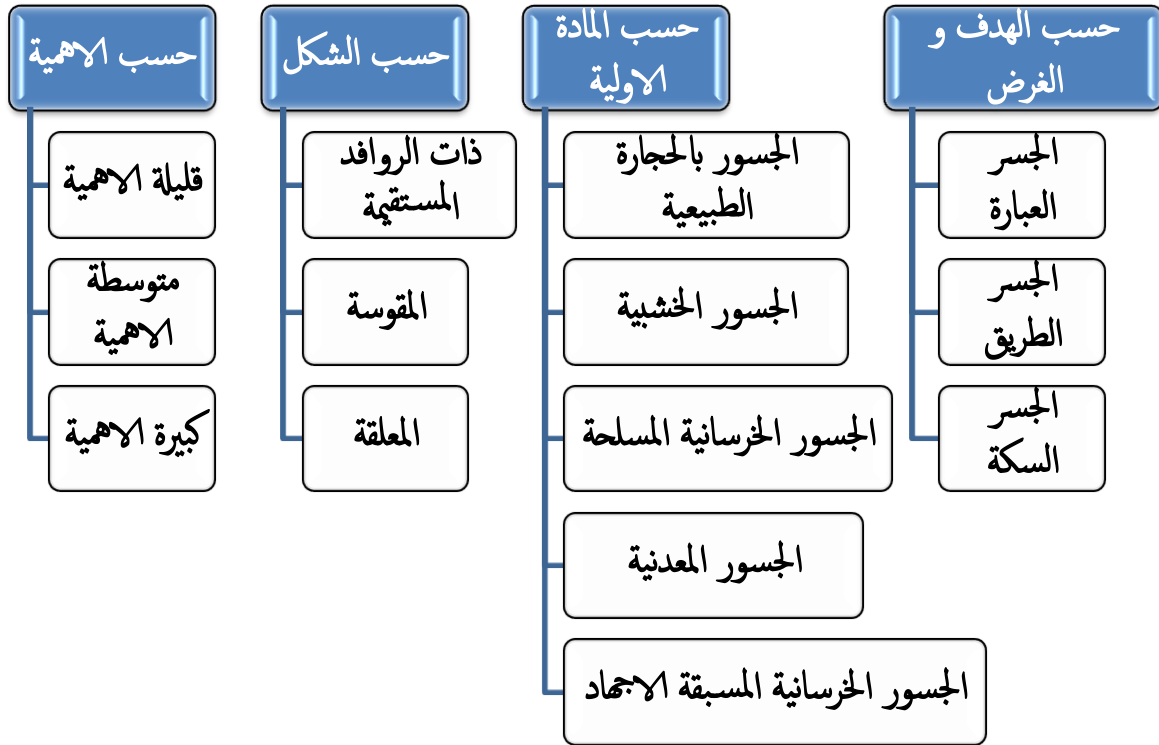
1. تعريف الجسور.
2. تصنيف الجسور.
3. مكونات الجسور.
4. انواع الجسور.



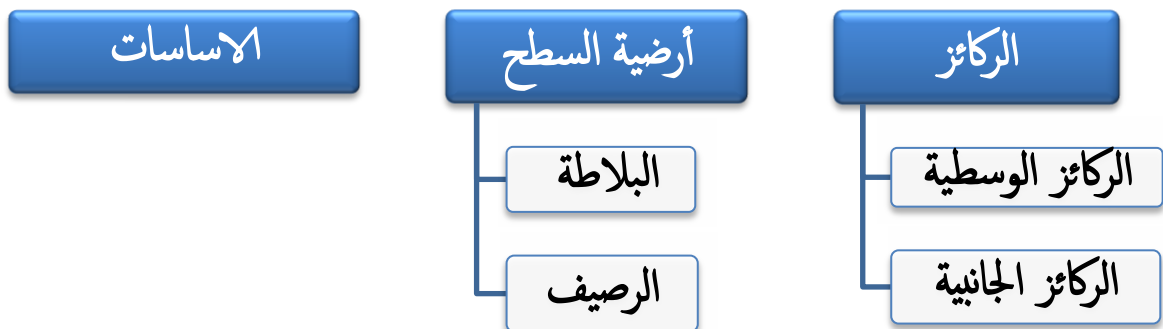
1- تعريف:

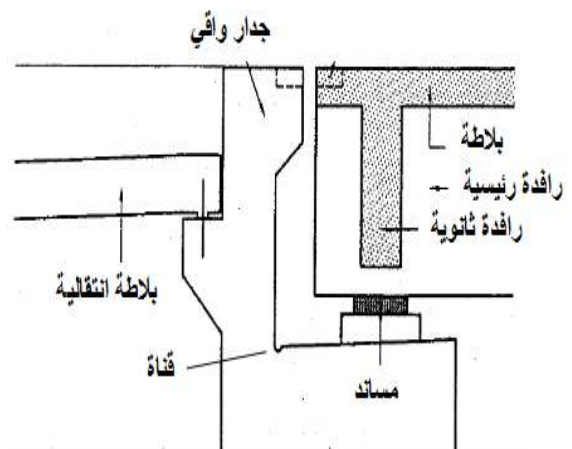
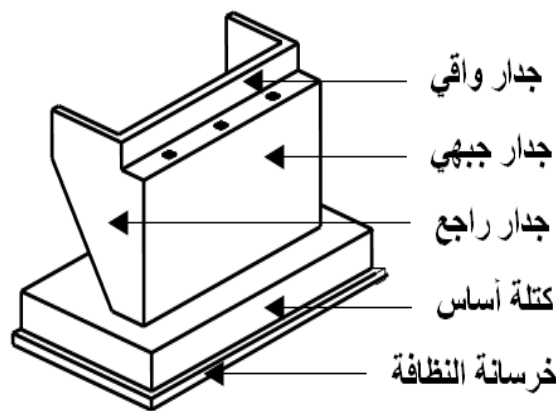
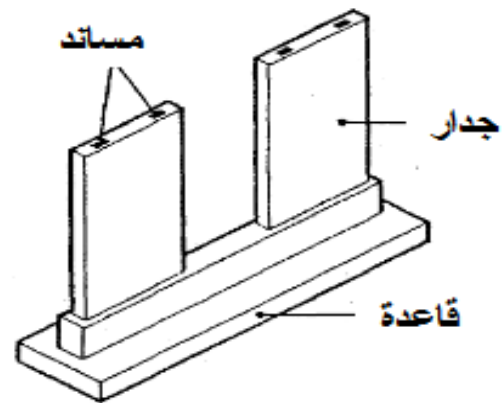
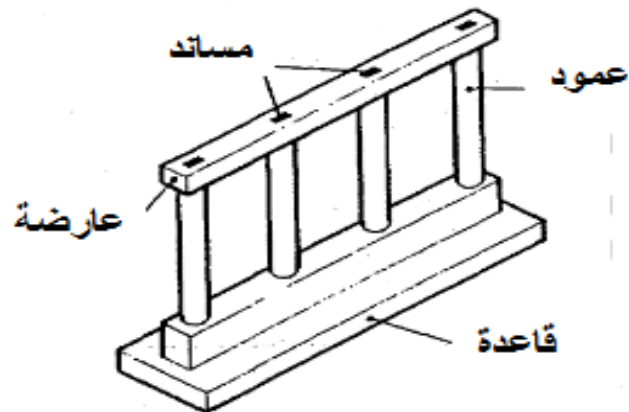
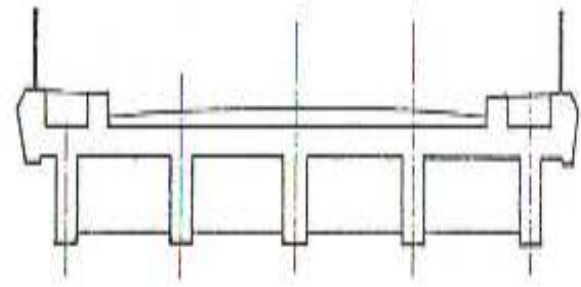
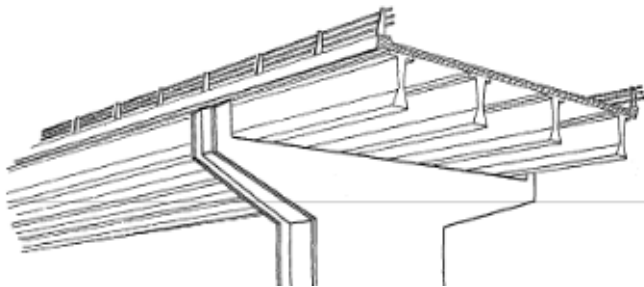
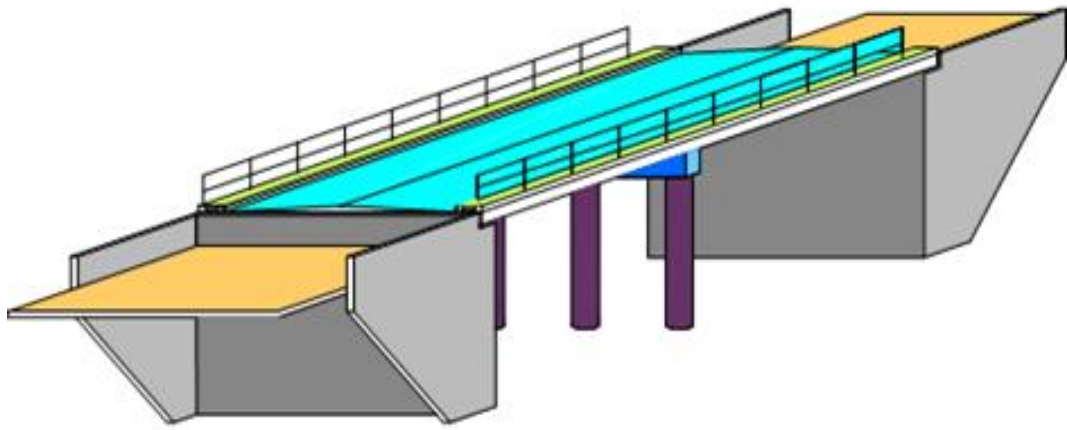
الجسور منشآت فنية تنتمي إلى الأشغال العمومية، تنجز كمسالك اتصال لتسهيل العبور فوق الحواجز الطبيعية كالمجاري المائية أو الأنهار أو الحواجز الاصطناعية كالسكك الحديدية أو الطرق الأخرى.

2- تصنيف الجسور:



3- مكونات الجسور:





4- أنواع الجسور:

جسر بروافد مستقيمة:
يتكون من العناصر التالية:

الروافد الرئيسية

الروافد الثانوية

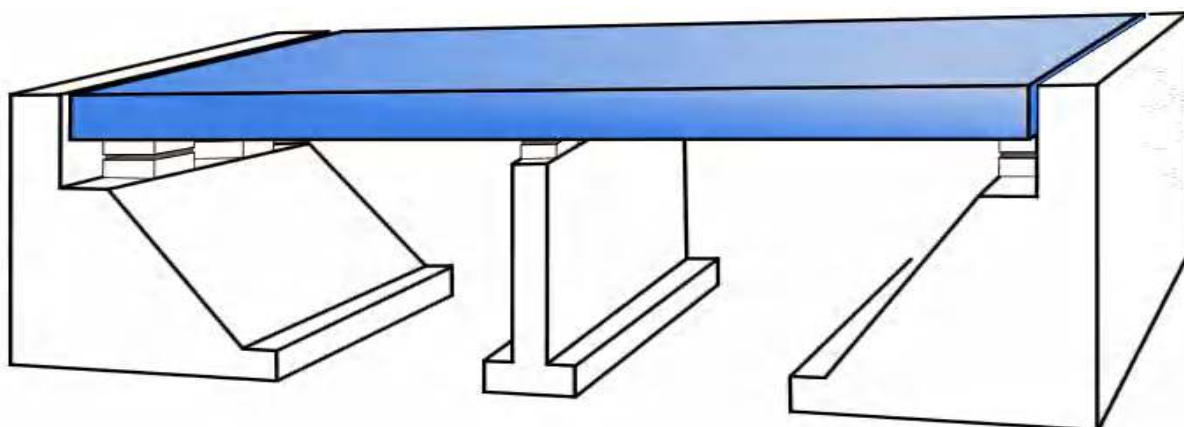
سطح الجسر

جسر بلاطة: يؤخذ
سمك البلاطة في
حدود $L/25$ (حيث
 L يمثل طول البلاطة)

جسر اطار

الجسر
المغلق

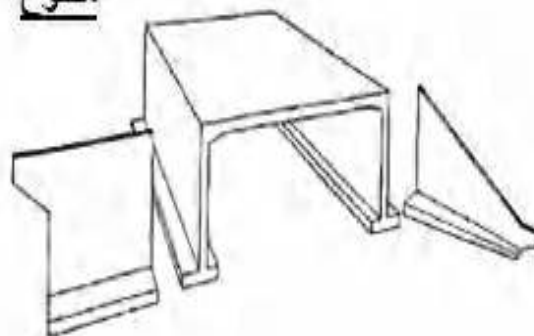
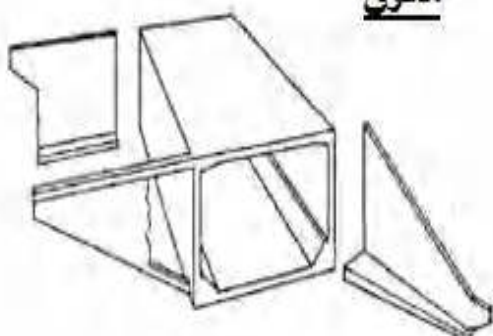
الجسر المفتوح

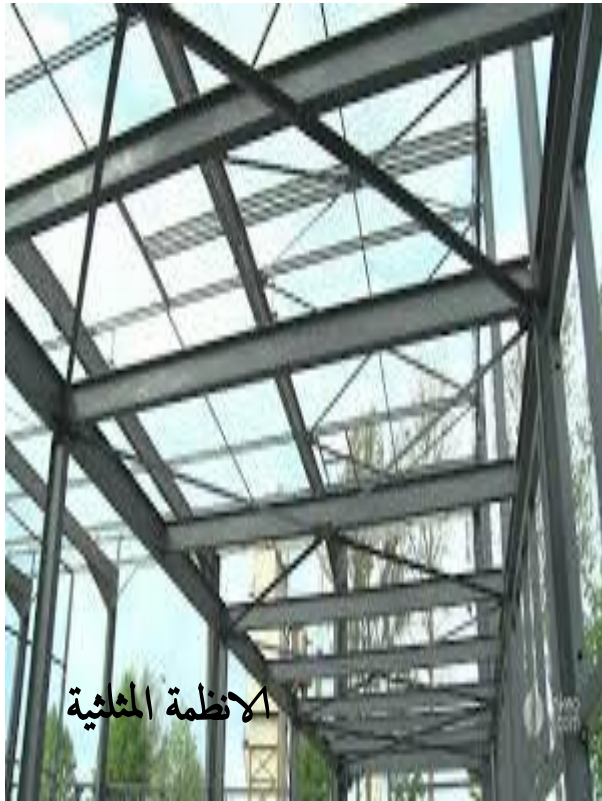


جسر إطارى

مغلق

مفتوح





الانظمة المشية

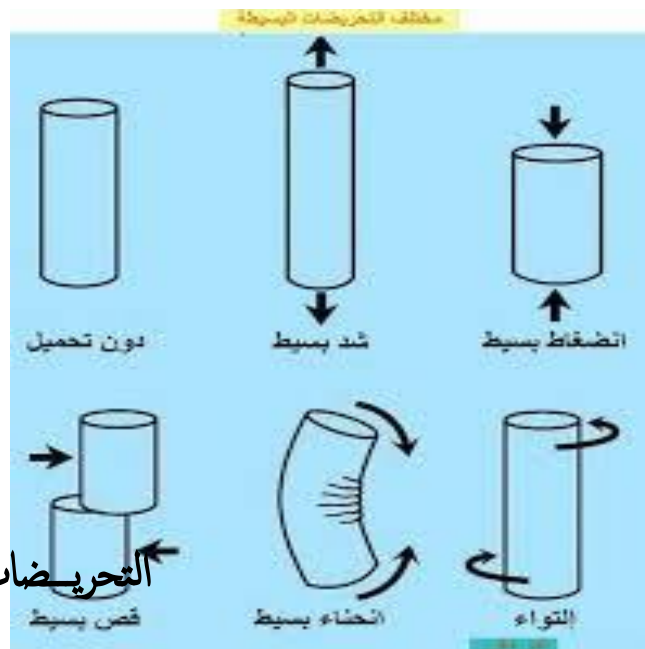


الخرسانة المسلحة

مجـال الميكانيك المطبقة

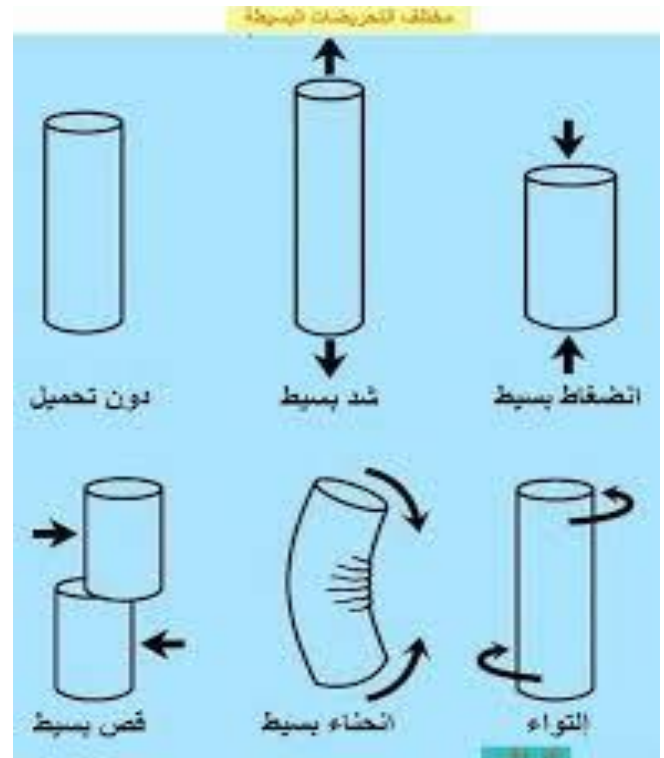


التحريضات البسيطة



التحريضات البسيطة

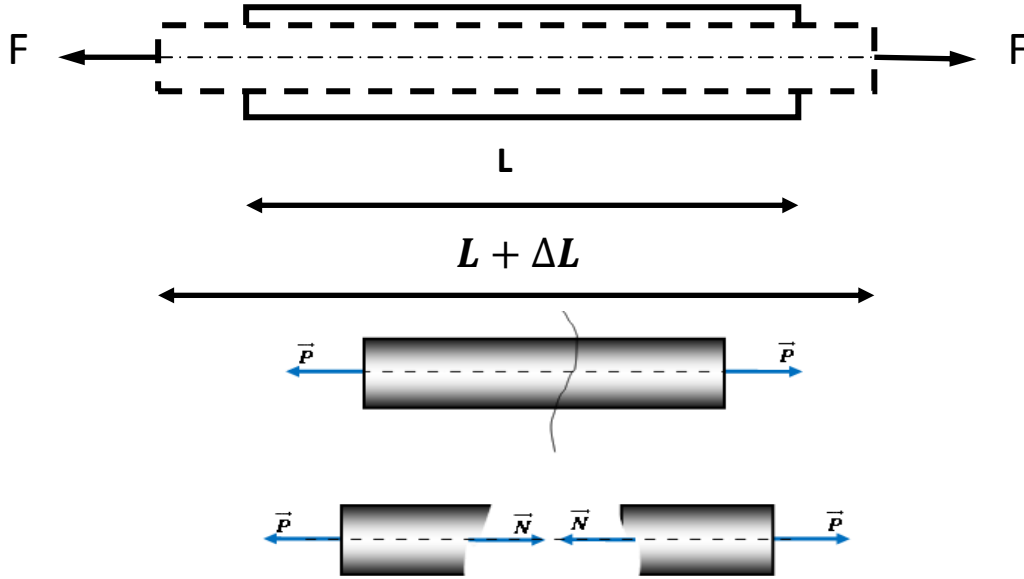
- 1- الشد البسيط.
- 2- الانضغاط البسيط.
- 3- القص البسيط.



الشـد البـسـيـط

تعريف:

تكون القطعة في حالة الشد البسيط عندما تؤثر عليها قوتين متساويتين في الشدة و متعاكستين في الاتجاه بحيث تتعرض القطعة الى زيادة في الطول.



N : الجهد الناظمي للشد.

S : مساحة مقطع القطعة.

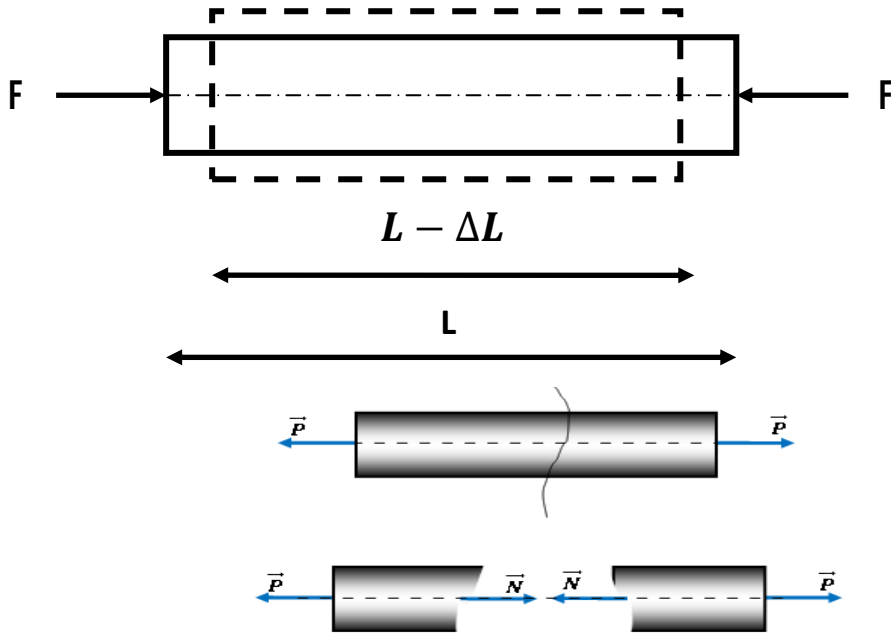
E : معامل المرونة الطولي
(Young)

القانون	تسمية
$\sigma = \frac{N}{S}$	الاجهاد الناظمي
$\sigma = E \cdot \varepsilon$	قانون هوك
$\Delta L = \frac{N \cdot L}{E \cdot S}$	التمدد المطلق
$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$	شرط المقاومة
$S \geq \frac{N}{\bar{\sigma}}$	مساحة مقطع القطعة التي يمكن ان تتحمل القوى
$N_{max} \leq \bar{\sigma} \times S$	القوة القصوى التي يمكن ان تتحملها القطعة

الانضغاط البسيط

تعريف:

تكون القطعة في حالة الانضغاط البسيط عندما تؤثر عليها قوتين متساويتين في الشدة و متعاكستين في الاتجاه بحيث تتعرض القطعة الى نقص الطول.



N : الجهد الناظمي للانضغاط.

S : مساحة مقطع القطعة.

E : معامل المرونة الطولي

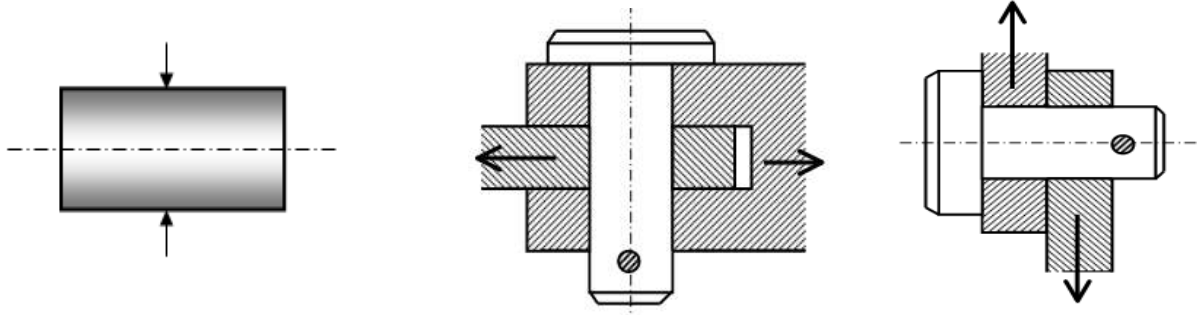
(Young)

القانون	تسمية
$\sigma = \frac{N}{S}$	الاجهاد الناظمي
$\sigma = E \cdot \varepsilon$	قانون هوك
$\Delta L = \frac{N \cdot L}{E \cdot S}$	التمدد المطلق
$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$	شرط المقاومة
$S \geq \frac{N}{\bar{\sigma}}$	مساحة مقطع القطعة التي يمكن ان تتحمل القوى
$N_{max} \leq \bar{\sigma} \times S$	القوة القصوى التي يمكن ان تتحملها القطعة

القص البسيط

تعريف:

تكون القطعة في حالة القص البسيط عندما تؤثر عليها قوتان متساويتان في الشدة و متعاكستين في الاتجاه بحيث تحاول هذه القوتين قطع القطعة الى قسمين بإزاحة قسم على الآخر.



N : الجهد الناطمي للانضغاط.

S : مساحة مقطع القطعة.

E : معامل المرونة الطولي
(Young)

القانون	تسمية
—	الاجهاد المماسي
—	قانون هوك
—	زاوية القص
—	شرط المقاومة
$\bar{\tau}$	مساحة مقطع البرغي
$\bar{\tau}$	الجهد الاقصى الممكن ان يتحمله البرغي

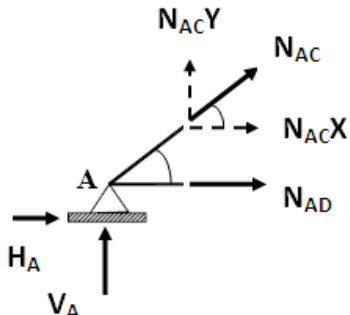
الانظمة المثلية:

- 1- تعريف.
- 2- خطوات الحساب.



تعريف:

النظام المثلثي متكون من مجموعة من القضبان تلتقي في نقاط تسمى بالعقد

للتأكد من أن النظام محدد سكونيا يجب التحقق من العلاقة التالية: $2n=b+2$ n: يمثل عدد العقد. b: يمثل عدد القضبان. 3: يمثل عدد ردود الأفعال.	التأكد من ان النظام محدد سكونيا
نحدد قيم ردود الأفعال في المساند باستعمال معادلات التوازن: $\sum \vec{FX} = \vec{0} \quad \sum \vec{FY} = \vec{0} \quad \sum \vec{M/A} = \vec{0}$ $\sum \vec{M/B} = \vec{0}$	تحديد ردود الأفعال
نحدد قيم الجهود الداخلية باستعمال طريقة عزل العقد. ● نزل العقدة التي تحتوي على الأكبر قضيبيين مجهولين.  $\sum \vec{FY} = \vec{0} \rightarrow +V_A + N_{AC}Y = 0$ $\sum \vec{FX} = \vec{0} \rightarrow +H_A + N_{AD} + N_{AC}X = 0$	تحديد الجهود الداخلية

الخطوات التي تتبعها

نحدد طبيعة الجهود الداخلية



نقول ان القضيب يعمل في الشد البسيط عندما يكون الجهد الداخلي (N) موجبا.



نقول ان القضيب يعمل في الانضغاط البسيط عندما يكون الجهد الداخلي (N) سالبا.

تحديد طبيعة الجهود الداخلية

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

الاجهاد النازمي

$$\sigma_{max} = \frac{N_{max}}{S} \leq \bar{\sigma}$$

شرط المقاومة

$$S \geq \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}}$$

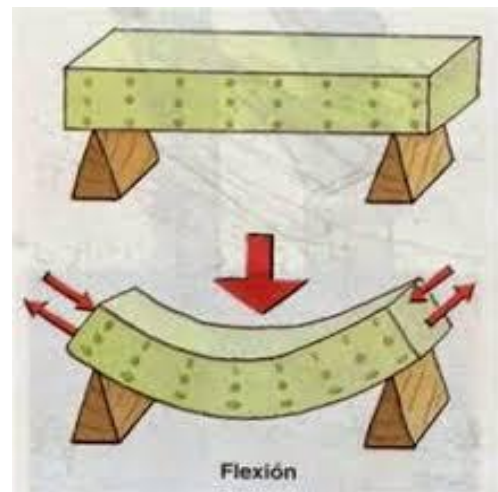
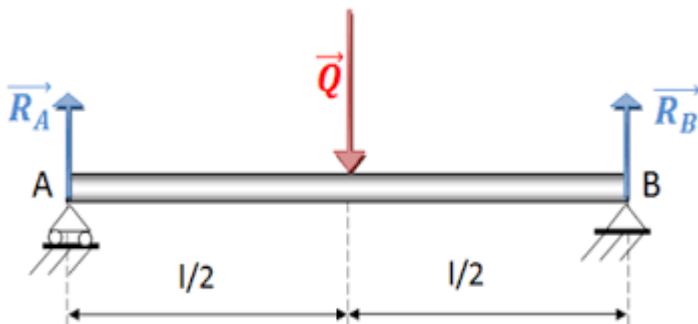
مساحة مقطع القضيب



الانحناء البسيط

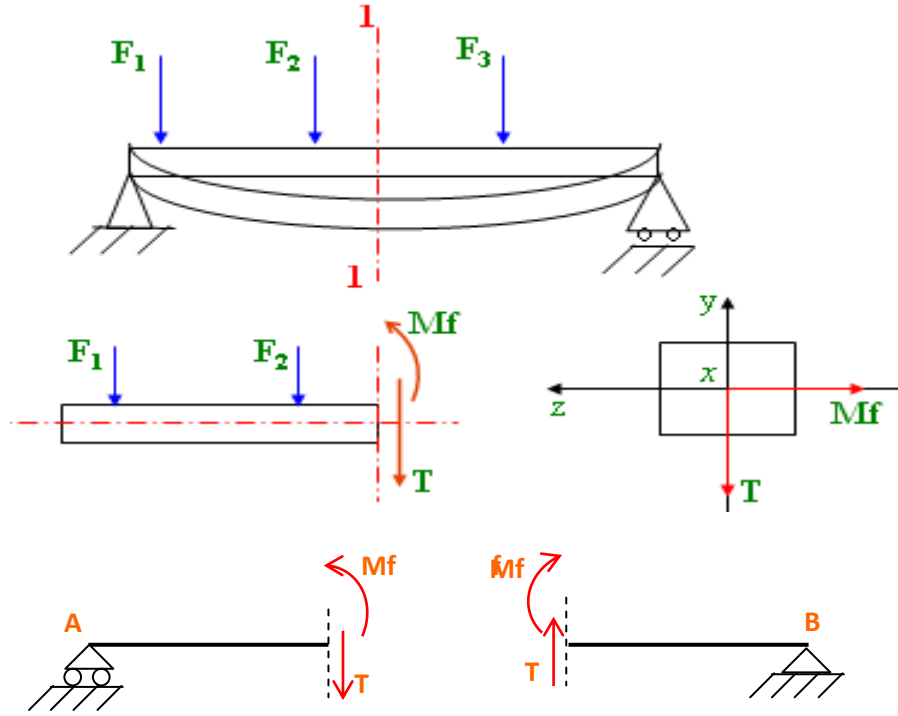
1- تعريف.

2- خطوات الحساب.



تعريف:

تكون القطعة في الانحناء البسيط عندما يكون المحور الحيادي للقطعة أفقياً (قبل تطبيق القوى) و لدى تطبيق القوى الخارجية عليها يصبح هذا المحور منحنيًا و هذه العملية تدعى بالانحناء.



القانون	تسمية
$\sigma = \frac{M_f}{I_{x'x'} \cdot y}$ $w_{xx'} = \frac{I_{xx'}}{y_{max}}$ y: هو المسافة بين المحور الحيادي والنقطة المراد حساب الإجهاد فيها. $I_{xx'}$: عزم عطالة المقطع بالنسبة للمحور (x, x') (المحور الحيادي). M_f: عزم الانحناء.	الاجهاد الناطمي

W_x : عزم المقاومة.	
العلاقة العامة: $\tau = \frac{T S/x}{I_{xx'} \cdot b}$ T: الجهد القاطع. S/x: عزم السكون للمقطع الموجود فوق الليف الحيادي. b: عرض المقطع. $I_{xx'}$: عزم عطالة المقطع $\tau_{\max} = K \cdot \frac{T_{\max}}{\Omega}$ حيث Ω: مساحة المقطع. K: معامل يتعلق بشكل المساحة و قيمته بالنسبة : * لمساحة مستطيل أو مربع: $K = 3/2$ * لمساحة دائرة: $K = 4/3$ * لمساحة مثلث: $K = 2/3$	الاجهاد المماسي
$\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma}$ $\tau_{\max} \leq \bar{\tau}$	شرط المقاومة
$W_{xx} = \frac{Mf}{\sigma}$	عزم المقاومة

الخرسانة المسلحة

- 1- عموميات.
- 2- الشد البسيط.
- 3- الانضغاط البسيط.



عموميات في الخرسانة المسلحة

1- الخرسانة المسلحة في الحالات النهائية:

أ- حالة الحد النهائي الاخير (Etat limite ultime : ELU) : $N_u = 1.35G + 1.5Q$

ب- حالة الحد النهائي للتشغيل (Etat limite de service : ELS) : $N_{ser} = G + Q$

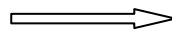
2- خصائص المواد:

✓ الخرسانة:

■ المقاومة المرجعية للخرسانة يرمز لها بـ f_{cj} أما المقاومة المرجعية هي بعد 28 يوما، و تحسب كمايلي:

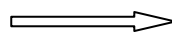
● لما يكون عمر الخرسانة $j < 28$:

$$f_{cj} = f_{c28} \frac{j}{4.76 + 0.83j}$$



$$f_{c28} \leq 40 \text{ MPa}$$

$$f_{cj} = f_{c28} \frac{j}{1.40 + 0.95j}$$



$$f_{c28} > 40 \text{ MPa}$$

● أما في حالة $j > 28$:

$$f_{cj} = f_{c28}$$

$$f_{tj} = 0.6 + 0.06 f_{cj}$$

■ المقاومة المرجعية تحت الشد:

■ معامل الامان للخرسانة (γ_b)

$\gamma_b = 1.5$ في الحالات العادية .

$\gamma_b = 1.15$ في الحالات الإستثنائية .

■ معامل مدة التحميل (θ)

$\theta = 1$ لما مدة التحميل تفوق 24 ساعة.

$\theta = 0.9$ لما مدة التحميل تكون بين 24 و 1 ساعة.

$\theta = 0.85$ لما مدة التحميل تكون اقل من 1 ساعة.

أنواع القضبان الفولاذية				
القضبان ذات التماسك العالي الرمز: HA (NFA35016)		القضبان الملساء الرمز: (NFA35015)		الخصائص
FeE500	FeE400	FeE235	FeE215	التسمية
E=200000MPa				معامل المرونة الطولي
fe=500	fe=400	fe= 235	fe=215	حد المرونة (MPa)
$\sigma_r = 550$	$\sigma_r = 480$	$\sigma_r \geq 410$	$\sigma_r \geq 330$	المقاومة للانفعال (MPa)
12‰	14‰	22‰		الاستطالة النسبية عند الانفعال ϵ_s ‰
1.6		1		معامل التشقق η
6-8-10-12-14-16-20-25-32-40		6-8-10-12		قطر القضبان (mm)

ملاحظة: معامل الامن للفولاذ V_s

$V_s = 1.15$: في الحالات العادية.

$V_s = 1.00$: في الحالات الإستثنائية.



الشّد البسيط

مخطط حساب التسليح الشّد البسيط

المعطيات :

- الحمولات الدائمة و المتغيرة (Q ; G) .
- أبعاد المقطع (h ; d ; b) .
- المواد : $\gamma_s ; \eta ; f_e ; f_{c28}$.

E . L . S

E . L . U

الجهد الناظمي للشّد:

$$N_{ser} = G + Q.$$

الجهد الناظمي للشّد:

$$N_u = 1,35 . G + 1,50 . Q$$

الاجهادات في الفولاذ :

• تشققات ضارة :

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} \times f_e ; 110 \sqrt{\eta \times f_{tj}} \right\}$$

• تشققات ضارة جدا :

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} \times f_e ; 90 \sqrt{\eta \times f_{tj}} \right\}$$

الاجهادات في الفولاذ : المدار A :

- $\epsilon_s = 10\text{‰}$.
- $f_{su} = f_e / \gamma_s$.

مقطع التسليح النظري :

$$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_{st}}$$

مقطع التسليح النظري :

$$A_u = \frac{N_u}{f_{su}}$$

مقطع التسليح النظري المختار :

$$A = \max (A_u ; A_{ser}).$$

مراقبة شرط عدم الهشاشة :

$$A_s . f_e \geq B . f_{t28}$$

الانضغاط البسيط

مخطط حساب التسليح
الانضغاط البسيط

المعطيات :

- * - التأثيرات : G ; Q أو N_u
- * - طول التحدب : l_f
- * - أبعاد المقطع : a و b أو d
- * - المواد : f_{c28} ; f_e

$$i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{B}}$$

$$\lambda = l_f / i \leq 70$$

طريقة جزافية غير مطبقة .

$$\lambda \leq 50$$

$$\alpha = 0,85 / [1 + 0,2 (\lambda / 35)^2]$$

$$\alpha = 0,6 (50/\lambda)^2.$$

$$B_r = (a^2 + b^2)$$

نوع المقطع

$$B_r = \pi (D^2) / 4$$

$$A_{th} = [N_u / \alpha - B_r \cdot f_{c28} / 0,9 \gamma_b] \gamma_s / f_e \quad (\theta=1).$$

$$A_{min} = \max \{ A(4u) ; A(0,2\%B) \}.$$

$$A_{s\,calc} = \sup \{ A_{th} ; A_{min} \}$$