المحاضرة الثالثة

رابعاً : الاعمال الخرسانية :-

أ- **اعمال الخرسانة غير المسلحة :-** الخرسانة الغير مسلحة هي خليط من ثلاث مواد رئيسية وهي السمنت والرمل والحصى (مع بعض المضافات في بعض الاحيان)، فإذا تم خلط هذه المواد الثلاثة وأضيف إليها الماء لتحضير الخرسانة فإن الخليط يفقد ثلث حجمه تقريباً، ويتم مزج هذه المواد عادةً على أساس حجمي وبنسب معينة، ومن هذه النسب الآتي:

سمنت	رمل	حصى
1	1.5	3
1	2	4
1	3	6
1	4	8
1	5	10

- وتختلف الفقرات الانشائية وما يناسبها من نسب المزج وكما يلي:

1- الأعمال الخرسانية الضعيفة والتي تستعمل كطبقة تعديل وحشو تحت الأسس تستخدم فيها خرسانة بنسبة خلط 1:4:8 أو 1:5:10.

2- الأعمال الخرسانية الاعتيادية للأسس والأرضيات غير المسلحة وكطبقة لتسوية الأساسات تستعمل عادةً خرسانة بنسبة خلط 1:3:6 ، وي ا رعى استعمال سمنت مقاوم للأملاح عندما تتطلب ظروف التربة أو المياه الجوفية ذلك.

3- أعمال الخرسانة المسلحة للسقوف والاعمدة والأعتاب والدرج ..... الخ تستعمل نسبة المزج الشائعة كثيراً 1:2:4 وقد قد تستعمل نسبة خلط 1:1.5:3 للاعمدة.

4- أعمال الخرسانة المسلحة الملامسة للماء مثل الأحواض, والخزانات والجدران الساندة للماء تستعمل نسبة 1:1.5:3 أو 1:1:2 مع إضافة مانع رطوبة إلى المزيج واستعمال مانع مائي عند مفاصل التوقف.

- ولغرض تخمين الكميات الداخلة في1م 3 من الخرسانة يمكن استخدام المعادلة التقريبية الآتية:

$$Vol. = 0.67\ (C+S+G)$$

حيث:

Vol: حجم الخرسانة بعد إضافة الماء لمكوناتها.

C= حجم السمنت ، S= حجم الرمل ، G= حجم الحصى

أما العدد 0.67 فيشير إلى الانكماش في حجم مكونات الخرسانة بعد إضافة الماء لها وهذا الانكماش هو ثلث الحجم أي 0.33 تقريباً وعليه فان الحجم الصافي بعد الانكماش هو ثلثي الحجم الكلي قبل الانكماش أي ما يقارب 0.29 من الحجم الكلي قبل الانكماش.

فلو تم خلط السمنت والرمل والحصى بنسبة خلط 1:2:4 ، وتم الحصول على متر مكعب واحد من الخرسانة، يمكن تخمين كمية المواد الداخلة في تركيب هذا الحجم كالآتي:

$$1 = 0.67(C+2C+4C)$$

حجم السمنت $C=0.21\ m^3$

حجم الرمل $S = 2C = 0.42\ m^3$

حجم الحصى $G= 4C = 0.84\ m^3$

كثافة الاسمنت = 1400 كغم / م^3

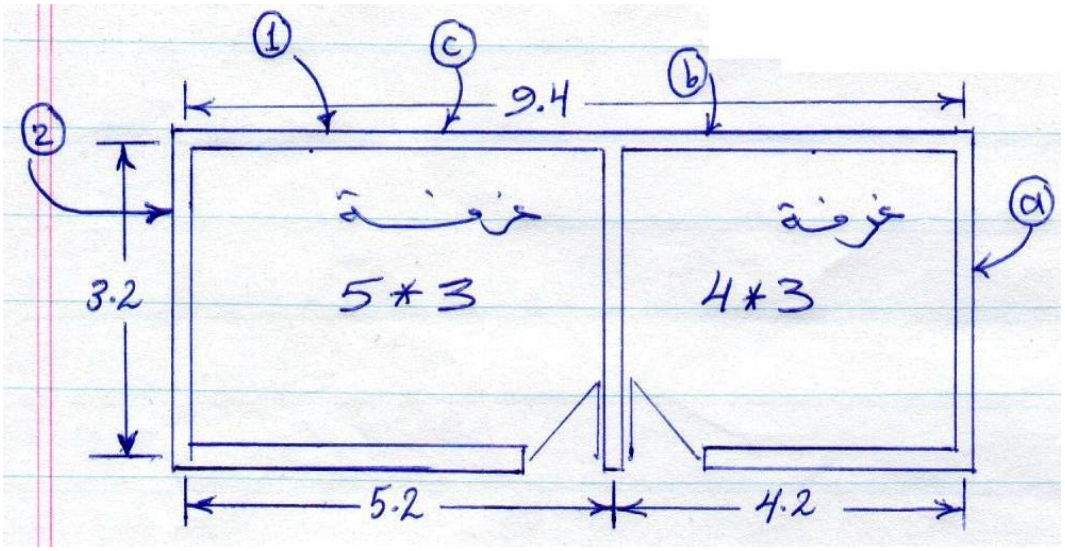
وزن الاسمنت = 1400 * 0.21 ≈ 300 كغم

عدد الاكياس = $\frac{300}{50}$ = 6 أكياس (للمتر المكعب الواحد بنسبة خلط 1:2:4

- **ويتم تقريب احجام المواد الانشائية (سمنت ،رمل ، حصى) بالشكل التالي لخلطة خرسانية بنسبة خلط (1:2:4).**

كمية الاسمنت = 6 كيس.
حجم الرمل = 0.5 م^3.
حجم الرمل = 1 م^3.

مثال/ للمثال السابق احسب كمية المواد الانشائية (سمنت ، رمل ، حصى) اللازمة لصب اساس الغرفتين في المثال السابق اذا علمت نا نسبة الخلط المستخدمة (1:2:4) وعلى فرض أن سمك الاساس هو (40)سم.



الحل/ طول اخط المركزي = (2* 3.2 + 2* 9.4) – 2/1 * 2 * 0.6 = 27.8 متر .

- حجم الخرسانة = 28 * 0.6 * 0.4 = 6.672 م^3

وبالتالي تصبح كميات المواد كما يلي:

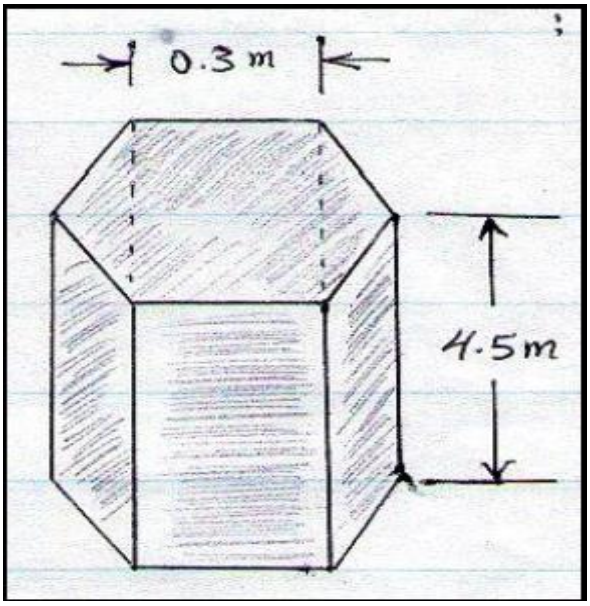
كمية الاسمنت = 6 كيس * 6.672 = 40 كيس = 2 طن (الطن عبارة عن 20 كيس)

حجم الرمل = 0.5 * 6.672 = 3.336 م^3.

حجم الحصى = 1* 6.672 = 6.72 م^3.

***** أعد طريقة الحساب باستخدام نسبة خلط (1:3:6) ؟؟؟؟**

مثال/ خمن كمية السمنت بالطن والحصى والرمل بالمتر المكعب اللازمة لصب 30 عموداً بارتفاع (4.5)متر علماً ان مقطع العمود سداسي الشكل بطول ضلع (30سم) ،ونسبة الخلط (1:1.5:3).



الحل/

$$\text{VOL} = 30 * \frac{\sqrt{3}}{4} * (0.3)^2 * 4.5 = 31.567\ m3$$

31.567 = 0.67 (C+1.5C+3C)

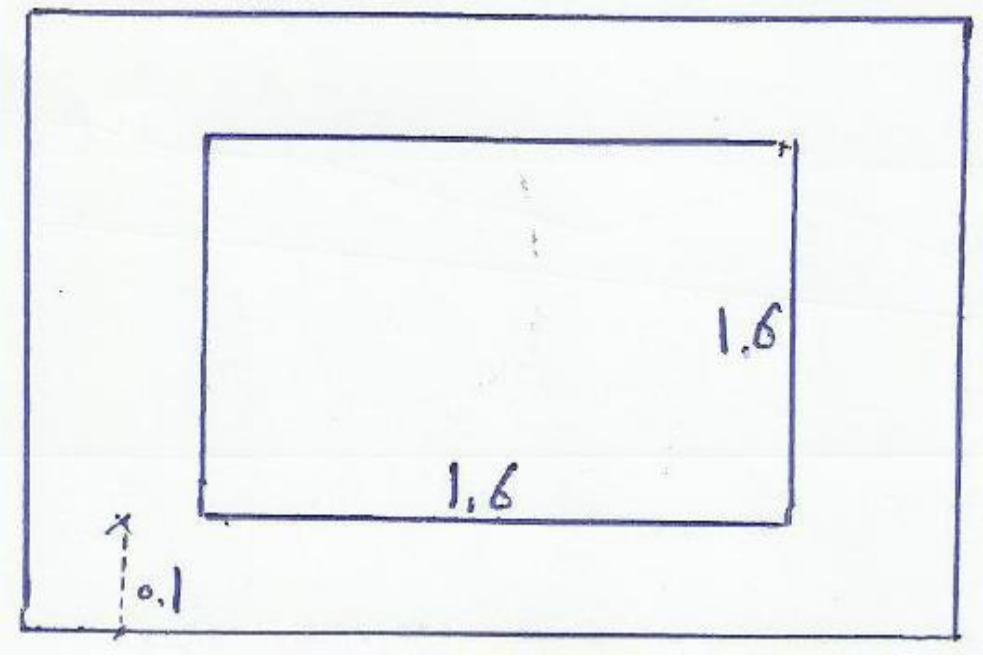
C = 8.567 m3 **اذن**

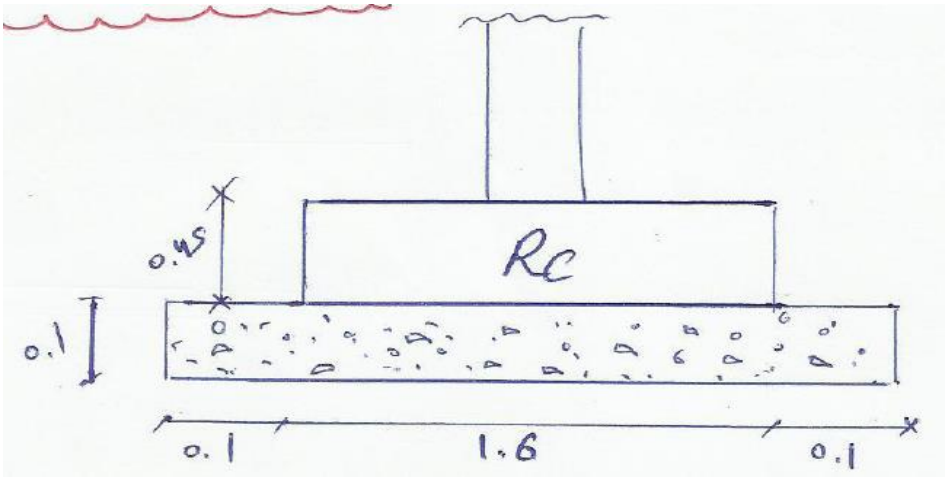
$$\text{سمنت} = \frac{8.567*1400}{1000} = 11.99\ ton$$

رمل = 1.5 c = 1.5 * 8.567 = 12.85m^3

حصى = 3C = 3*8.567 = 25.69 m^3

مثال/ H.W خمن كمية السمنت بالطن والحصى والرمل بالمتر المكعب اللازمة لصب الاساس الحصيري المبين ادناه لقاعدة منشأ معين.





مثال/ كم طناً تبلغ كتلة (1000) شيش بقطر (Φ_8) و (2000) شيش (Φ14) اذا علمت أن طول الشيش الواحد (12) متر.

الحل / **كتلة الشيش (Φ_8) للمتر الواحد لوحدة الطول من الجدول السابق (0.395).**

اذن كتلة الشيش (Φ8) بطول طول (12) م = 0.395 * 12 = 4.74 كغم.

❖ **كتلة (1000) شيش (Φ8) = $\frac{1000*4.74}{1000}$ = 4.74 طن .**

اذن كتلة شيش (Φ14) بطول (12)م = 1.21 * 12 = 14.52 كغم.

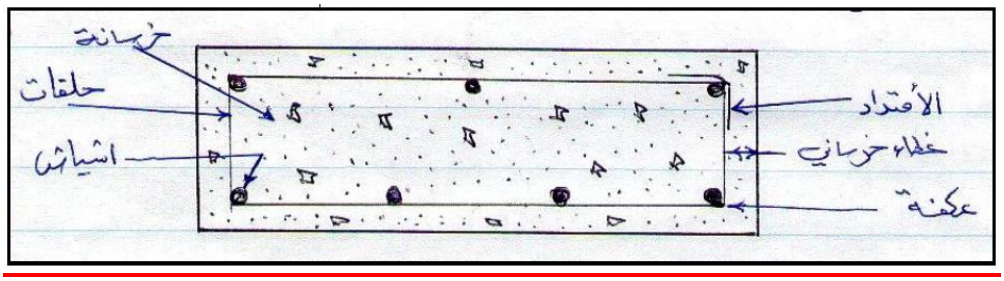
❖ **كتلة (2000) شيش (Φ14) = $\frac{2000*14.52}{1000}$ = 29.04 طن.**

- **تخمين كميات حديد التسليح للاساس الشريطي :** يجب أن يكون حديد التسليح بشكل عام:

1- خالي من الصدأ والمواد العالقة والانحناءات والمواد التي تمنع الت ا ربط مع الخرسانة مثل الزيوت وغيرها.

2- لا يجوز استخدام الح ا ررة عند ثني حديد التسليح وخاصةً في الأقطار الكبيرة.

- عند اخذ مقطع عرضي في أساس شريطي فسيكون بالشكل الآتي:



إذن يلاحظ من خلال الشكل أن التسليح عادةً يكون بشكل مجموعة من الشياش والحلقات، وبالنسبة للشياش ففي حالة عدم كفاية الطول يتوجب عمل تداخل (overlap) بينها إذا اقتضت الضرورة ويكون طول الارتباط (20 – 40 db) على أن لا يقل طوله عن (300)ملم، حيث أن **(db)** هو قطر الشيش (**diameter of bar)**، وفيما يخص الحلقات فيلاحظ من الشكل أنها تحتوي على امتدادات وعكفات ويكون طول كل امتداد**(6db)** وان لا يقل هذا الامتداد عن 10 سم، وكل عكفة **(4db)** ويتم عادةً ربط حديد التسليح باستخدام أسلاك فولاذية على أن يكون ال ربط في كافة المحلات التي تلتقي فيها الشياش.

- يمكن حساب عدد الحلقات على النحو التالي:

$$\text{عدد الحلقات} = 1 + \frac{\text{المسافة التي تتوزع عليها الحلقات}}{\text{المسافة بين حلقة واخرى}}$$

- **أما بالنسبة للغطاء الخرساني فقد حدد المعهد الامريكي للخرسانة (ACI) الحد الادنى للغطاء على النحو التالي:**

الفقرة الإنشائية		سمك الغطاء الخرساني (ملم)
الخرسانة المسلحة الملامسة للتربة		75
الخرسانة المسلحة للجدران والعوارض والسقوف		20
الخرسانة المسلحة للأعمدة والروافد والأعتاب		40
السقوف القشرية والقباب المسلحة	إذا كان التسليح Φ18 فما دون	12
	إذا كان التسليح اكبر من Φ18	20

- **لغرض تخمين كتلة شيش الحديد يمكن اعتماد المعادلة التقريبية التالية:**

$$W = \frac{LD^2}{162}$$

حيث ان :-

W : كتلة شيش الحديد (Kg) ، L: طول شيش الحديد (m) ، D: قطر شيش الحديد (mm).

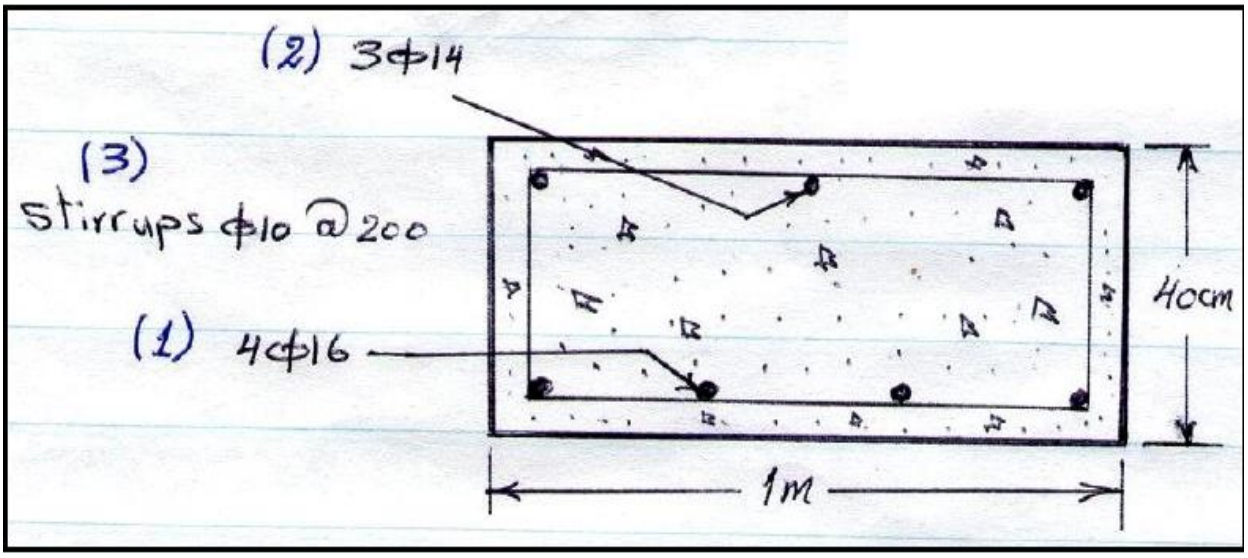
وهذه المعادلة يمكن اشتقاقها كالآتي:

$$w = Vol.*\gamma_s = \frac{\pi}{4}\left(\frac{D}{1000}\right)^2 l*7850 = \frac{lD^2}{162}$$

حيث أن :

γs : كثافة الحديد والتي تساوي (7850 kg/m^3).

مثال / خمن كمية المواد الإنشائية اللازمة لصب **($40\ m^3$)** من الأساس الشريطي المبين مقطعه في الشكل أدناه ، إذا علمت أن نسبة المزج (1:2:4):



الحل /

$$\textbf{Cement} = \frac{40*300}{1000} = 12\ ton$$

$$\textbf{Sand} = 40 * 0.5 = 20\ m^3$$

$$\textbf{Gravel} = 40 * 1 = 40\ m^3$$

- طول الاساس $= \frac{Vol}{A} = \frac{40}{1m*0.4} = 100$ m

No.of overlaps = (يقرب الى اقرب واصغر عدد صحيح)

$$\frac{100}{12} = 8.33 \approx 8$$

1- $l_1 = 100 + (8*0.3) = 102.4$ m , $L_1 = 4 * l_1 = 4*102.4 = 409.6$ m

$$\therefore\ w_1 = \frac{L1\ D1^2}{162} = \frac{409.6*16^2}{162} = 647.27\ kg$$

2- $l_2 = l_1 = 100 + (8*0.3) = 102.4$ m , $L_2 = 3 * l_1 = 3*102.4 = 307.2$ m

$\therefore w_2 = \frac{L2\ D2^2}{162} = \frac{307.2*14^2}{162} = 371.67$ kg

3- $l_3 = 2(1 - 2*0.075+0.4-2*0.075) + 0.3 = 2.5$m

No.of stirrup $= \frac{100}{0.2} + 1 = 501$

$L_3 = 501 * 2.5 = 1252.5$ m.

$\therefore w_3 = \frac{L3\ D3^2}{162} = \frac{1252.5*10^2}{162} = 773.15$ kg

$W_1 = w_1 + w_2 + w_3 = 1792.09$ kg

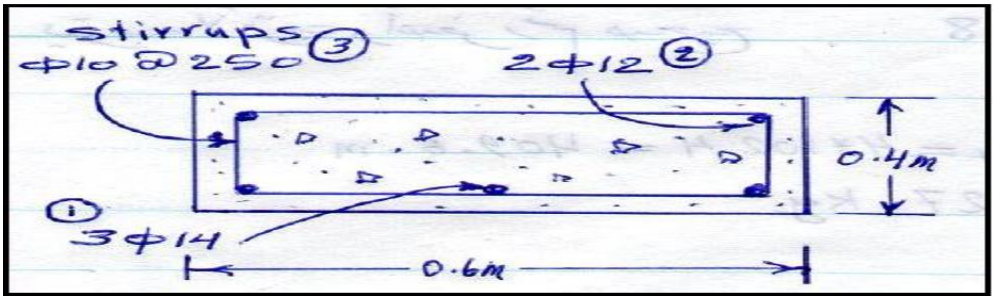
ملاحظة :- إن الرقم (0.3) م الذي تم إضافته إلى طول الحلقة هو لأخذ العكفات والامتدادات بنظر الاعتبار في حساب طول الحلقة، حيث لو تم حسابها حسب الملاحظات المذكورة سابقاً فسيكون كالآتي:

امتدادات عكفات

$$2*6*0.01+5*4*0.01 = 0.32m$$

وسيتم اعتماد هذا الرقم(0.3) واضافته لطول الحلقة مهما كان قطر حديد التسليح المستخدم في عمل الحلقة.

مثال/ H.W في المثال (H.W) السابق في المحاضرة السابقة ،اعتبر أن سمك الاساس (0.4) م، والغطاء الخرساني (5)سم ،خمن الكمية اللازمة لحديد التسليح للاساس اذا علمت ان المقطع العرضي هو بالشكل التالي:



ثانياً:حسابات التسليح للاساس الحصيري

30 – (2*0.075) = 29.85 m

10 – (2*0.075) = 9.85 m

No.of bars in direction(30) = $\frac{29.85}{0.3} + 1 = 100.5 \approx 101$

No.of bars in direction(10) = $\frac{9.85}{0.3} + 1 = 33.83 \approx 34$

No.of overlap in direction (30) = $\frac{29.85}{12} = 2.4 \approx 2$

At direction of (10)m :

l_3= 29.85 + 32db + (2*0.3)

= 29.85 +(32*0.025) +(2*0.3) = 31.25m

31.25 *34*2 = 2125

L_3= m

$\therefore w_3 = \frac{L3\ D3^2}{162} = \frac{2125*25^2}{162} = 8198.3$ kg

At direction of (30)m :

l_4= 9.85 + 32db = 9.85 + (32*0.025) = 10.65 m

L_4 = 10.65 * 101 *2 = 2151.3

m

$\therefore w_4 = \frac{L4\ D4^2}{162} = \frac{2151.3*25^2}{162} = 8299.77$ kg

Length of Dowols :

l_5= = 56db + H – cover = 56(0.025) + (0.45 – 0.075)= 1.775 m

L_5 =1.775 * 8 = 14.2

m

$\therefore w_5 = \frac{L5\ D5^2}{162} = \frac{14.2*25^2}{162} = 54.78$ kg

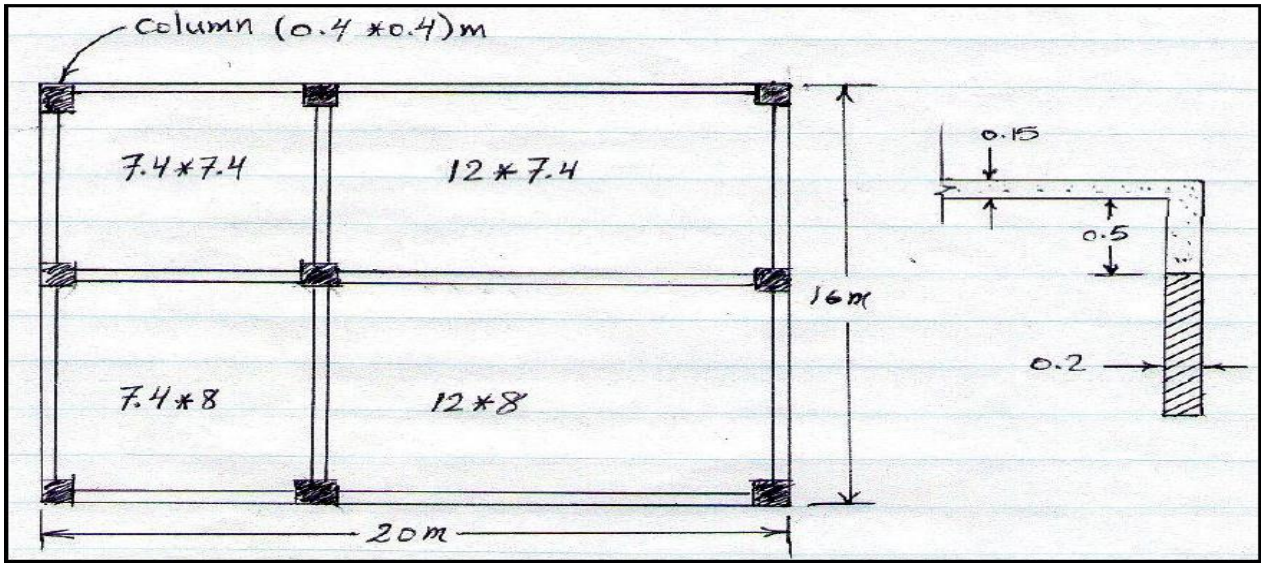
خامساً : أعمال القوالب : هي الالواح التي يتم وضعها في مكان ما في البناء وفق أبعاد معينة ليكون كقالب لصب الرباط أو السقف و المردات والاسس والسقوف والاعمدة وغيرها حيث يكون كتلة واحدة يمكل بعضه البعض الاخر لكي تصب هذه الاجزاء مرة واحدة .ان كلفة أعماله الخرسانة تشمل كلفة مادة الخرسانة مضافا اليها كلفة القوالب اللازمة لحفظ الخرسانة الى أن تتصلب بما فيه الكفاية للحصول على القوة اللازمة لاسناد نفسها وعادة تزيد كلفة القوالب على كلفة الخرسانة نفسها ولذلك عند المحاولة لتقليل الكلفة الكلية للاعمال الخرسانية يجب الاخذ بنظر الاعتبار تقليل كلفة القوالب،تكون القوالب عادة مصنوعة من الخشب والحديد ويجب أن ينظف القالب ويدهن قبل الصب.

- متطلبات تصميم القوالب :

1- أن تكون القوالب ذات قوة كافية لمقاومة الضغط الناتج من وزن الخرسانة مضافا اليه اي قوة خارجية مثل أوزان العمال والعربات وغيرها.
2- أن تكون مثبتة للاحتفاظ بشكلها المطلوب دون اي تغير ملحوظ.
3- أن تكون اقتصادية بالنسبة للكلفة الكلية للاعمال الخرسانية بشكلها النهائي.

- يتم حساب مساحة القالب الخشب كالاتي :
  - ❖ الاساس الحصيري = محيط الاساس × سمكه.
  - ❖ الاعمدة = محيط العمود × ارتفاعه .
  - ❖ للسقوف = طول السقف × عرضه.
  - ❖ للرباطات =أ- اذا كان البناء غير هيكلي فان القالب الخشب للرباط يكون على الجانبين الداخلي والخارجي ويكون أسفل الرباط عند فتحات الابواب والشبابيك.
    ب- أما اذا كان البناء هيكلي فان القالب يكون على جانبي الجسر واسفله.

مثال/الشكل ادناه يمثل مخطط لمخزن بارتفاع (5)م من الداخل،خمن كمية القالب الخشب للسقف والجسور والاعمدة.



الحل/

السقف = (7.4×12) + (8×12) + (7.4×7.4) + (7.4×8) = 298 م^2

الجسر من الداخل = {(7.4+12) ×2 + (8+12) ×2 + (7.4+7.4) ×2 + (7.4+8) ×2} × 0.5 = 69.6م^2.

الجسر من الخارج = (16+ 20) ×2 ×0.65 = 46.8 م^2.

الجسر من الاسفل = {(3×12) + (3×8) + (6×7.4)}× 0.2 = 20.88م^2.

الاعمدة = 0.4 × 4 × 5 × 9 = 72 م^2.

كمية القالب الخشب = 508.04م^2.