

Faculty of Engineering

1<sup>st</sup> CIVIL YEAR

الفرقة الأولى مدنى

تكنولوجيا الخرسانة

Aggregate الركام

## الركام Aggregate

- الركام يشغل حوالى ٧٠ - ٨٠٪ (أكبر الخرسانة) من الحجم الكلى للخرسانة التى تتكونه من:
- (رمل + زلط) + الركام + أسمنت + ماء
- Cement paste دمجية الأسمنت
- لتناجب معرفة المواصفات الطبيعية والكيميائية والميكانيكية للركام .

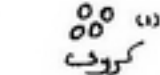
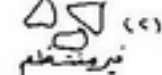
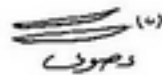
### الخواص الطبيعية

#### ١) للمقاس (size)

- يتم معرفة مقاس الركام عن طريق منخل  $\frac{2}{16}$  أو No 4
- (P) الرمل : هو الركام المار كله أو ( ١٠٠٪ - ١٠٩٥٪ ) من منخل  $\frac{2}{16}$
- (S) الزلط : هو الركام للبقية كله أو ( ١٠٠٪ - ١٠٩٥٪ ) من منخل  $\frac{2}{16}$
- (H) المخلوط : هو خليط من الرمل والزلط بنسبة معينة للحصول على أحسنه مقاومة للخرسانة حيث أنه لو تم استخدام رمل فقط تعطى خرسانة ضعيفة حيث أن الرمل مساحته السطحية كبيرة (٦٠ - ١٠٠ سم<sup>2</sup> / جم) فنحتاج إلى كمية ماء كبيرة لتغليظه بالإضافة إلى كمية ماء كبيرة لسهولة الخلط ، تعطى خرسانة ضعيفة .
- أما فى حالة استخدام الزلط فقط حيث مساحته السطحية صغيرة (٢ - ٥ سم<sup>2</sup> / جم) ولكن يوجد بين الزلط فراغات كثيرة وكبيرة فتعطى مقاومة ضعيفة للخرسانة .

#### ٢) شكل الركام

- ١) ركام مدور : - أحسنه قابلية للتشغيل ويعطى مقاومة مقبولة
- ٢) ركام غير منتظم : - قابلية للتشغيل أقل ولكنه يعطى مقاومة أعلى منه (مدور)
- ٣) ركام زاوى : - قابلية للتشغيل قليلة ومقاومته عالية لوجود هذا البروز
- ٤) ركام مضطرب : - قابلية للتشغيل قليلة مع إعطاء مقاومة قليلة ويجب عدم استخدام هذا النوع من الركام
- ٥) ركام مسوى : - قابلية للتشغيل قليلة مع إعطاء مقاومة قليلة ويجب عدم استخدام هذا النوع من الركام





## ١٣ حالة السطح

⑤ \* ركّام ناعم (أملس) مثل الزجاج :- يعطى قابلية للتنشغيل عالية جدًا ولكنه مقاومه قليله جدًا لضغط مقارنه تمامك الركّام مع وجينه الأرضية

⑥ \* ركّام خشن ..... :- يعطى مقارمه عاليه ولكنه قابليته للتنشغيل أقل منه الناعم

⑦ \* محبب ..... :- يعطى قابلية للتنشغيل قليله مع مقارمه قليله

⑧ \* مساس ومغفر ..... :- يعطى قابلية للتنشغيل قليله ومقارمه قليله (به مميزات رزاقات ومحصن الماء بكنز) ويجب عدم استخدامه نهائيًا

## ١٤ الوزن الحجم للركّام

هو وزن متر مكعب من الركّام ذو وزن حجم معين من الركّام

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad \text{ويستخدم في التحويل من وزن إلى حجم والعكس}$$

⑨ \* تخضع كمية من الزلط والرمل للتطيف الخالي من الشوائب وضغطها في إناء سعته ١٥ لتر للزلط ٢٥ لتر للرمل . معلوم الوزن .

\* نضع الركّام في الإناء الخاص به على هيئة ثلاث طبقات كالتالي تأخذ ٥ فريج من عمود الدمك ثم يسوى السطح .

\* يوزن الإناء بالركّام المدمك . لحساب وزن الركّام المدمك

$$\text{وزن } W - \text{ركّام إناء} = \text{ركّام } W$$

\* نقسم قيمة  $\gamma$  بقسمة الوزن ركّام  $W$  على حجم الإناء ١٥ لتر للزلط ٢٥ لتر للرمل ويكون تقريبًا يتراوح ما بين  $1.5 - 1.85 \text{ t/m}^3$

$$1500 - 1850 \text{ Kg/m}^3$$

## ٥) الوزن النوعي للركام: $sp. wt.$

• دافنا يستخدم في تصميم الخلطات الخرسانية

• هناك ثلاثة من الوزن النوعي:

- ① Absolute  $sp. wt$  ← الوزن النوعي المطلق
- ② Apparent  $sp. wt$  ← الوزن النوعي الظاهري

وينقسم الوزن النوعي الظاهري إلى:

- a- وزن نوعي ظاهري جاف
- b- وزن نوعي ظاهري مشبع

### \* $sp. wt$ \*



① الوزن النوعي المطلق =  $\frac{\text{وزن الركام وهو مملوءة}}{\text{وزن الماء المكافئ لنفس حجم الركام المملوءة}} = \text{Absolute } sp. G.$

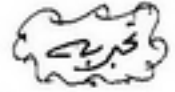
② الوزن النوعي الظاهري الجاف =  $\frac{\text{وزن الركام وهو جاف من فرنه 100 - 110 درجة مئوية}}{\text{وزن الماء المكافئ لنفس حجم الركام الجاف}} = \text{Apparent } sp. G \text{ (dry)}$

③ الوزن النوعي الظاهري بالمرطبة =  $\frac{\text{وزن الركام وهو مشبع وسطحه جاف}}{\text{وزن الماء المكافئ لنفس حجم الركام المشبع}} = \text{Apparent } sp. G \text{ (moisture)}$

وهو يساوي  $2.65 - 2.8$  وهو المستخدم في تصميم الخلطات الخرسانية

## [٦] الزيادة الحجمية للرمل (Pine App)

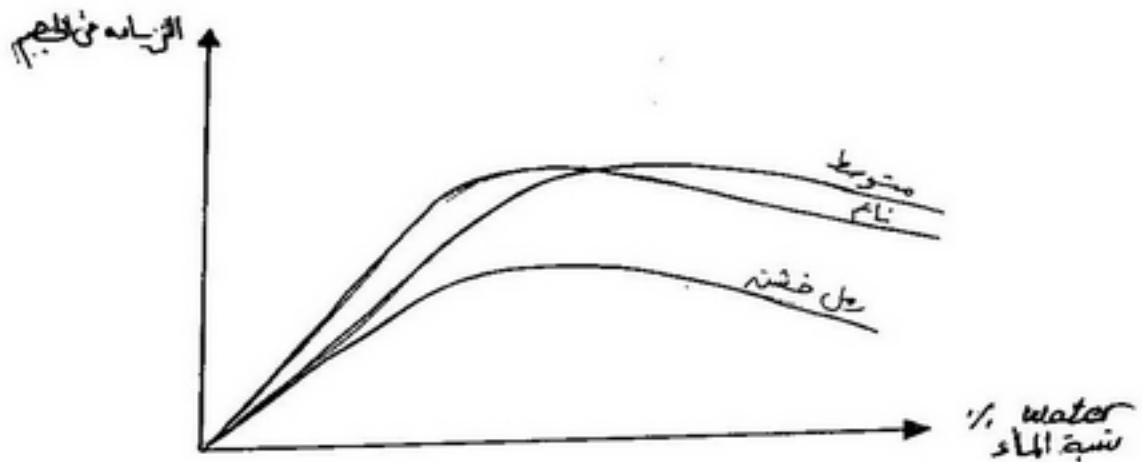
\* وهي عبارة عن الزيادة في حجم الرمل باضافة الماء إليه  
حيث يعمل الماء على تفتيت حبيبات الرمل وحدث تفتت ملحوظ  
مما يسبب خسارة الحبيبات ويزداد الحجم.



- في حركية من الرمل نظيفه مخاليه من الشوائب ذات وزن معلوم

- يضاف كميه من الماء بنسبه مثلاً ٠.١٠ ٠.١٤ ٠.١٦ ٠.١٨ ٠.٢٠ ...

ثم نرصد الزيادة في الحجم المقابلة لكل نسبة ماء حيث نضع على المنحنى



ونشكل المنحنى يظهر أن زيادة نسبة الماء بعد مقدار معين تقل الزيادة من الحجم  
وذلك لأن الماء يملأ الفراغات ويسبب ملء الرمل وتقل الفراغات وحجم الرمل

## ٧ الرطوبة والامتصاص للركام:

- ① ركام جاف بالفرن ٥٥٥  
 ② ركام جاف من الهواء ٥٥٥  
 ③ ركام مشبع ولكن سطحه جاف  
 ④ ركام مشبع وسطه مبلل
- /// نسبة الماء في الركام

## ٨ التفاعل القلوي للركام

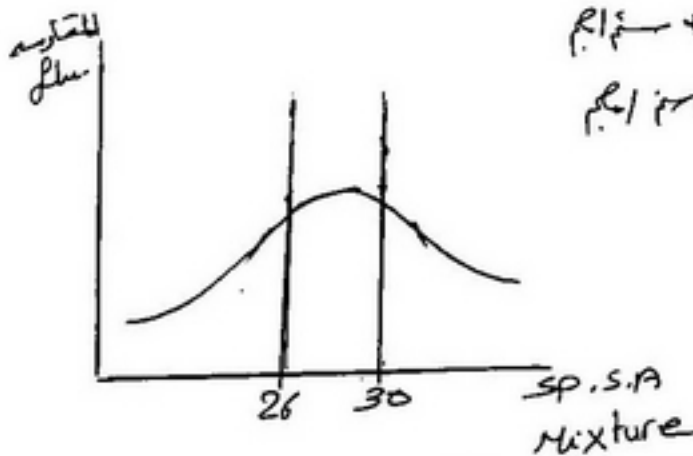
يوجد أنواع من الركام بها مادة سليكا نشطة فتتفاعل مع القلويات الموجودة بالأسمنت مسببة (مكونة) مادة جيلاين سريعة الامتصاص للماء فتسبب شروخ بالخرسانة ولتجنب حدوث ذلك يجب إستخدام ركام به سليكا غير نشطة أو أنه لا تزيد نسبة القلويات عن الأسفنت عند ٠.٦ ر/ر

## ٩ Grading التدرج الحبيبي:

- ① تدرج حبيبي Grading Agg : عبارة أن الركام تحتوي على جميع المقاييس ولكن ليس بنسب محددة  
 ② تدرج حبيبي جيد well Graded Agg : وهو الركام الذي تحتوي على جميع المقاييس ولكن بنسب متناهي.  
 ③ Gap graded : وهو الركام الذي تحتوي على جميع المقاييس ما عدا مقاس أو مقاييس  
 ④ ركام فقير poor graded : وهو الركام الذي تحتوي على مقاس أو مقاييس

## ١٠ المساحة السطحية:

- المساحة السطحية للرمل تساري ٦٠ - ١٨ سم<sup>٢</sup>/كجم
  - المساحة السطحية للزلط تساري ٢ - ٥٠ سم<sup>٢</sup>/كجم
- ∴ يجب أن تكون المساحة السطحية للمخلوط للحصول على أحسن مقارمجة



## ١١ ثبت حجم الركام ∴

\* هو دلائل على مقاومة الركام للعوامل الجوية الصعبة.

- ← تحضير عينه من الركام (الزلط) نظيفه ومخاليفه من الشوائب ومعرفة الرزق (w)
- ← فحص محلول من كبريتات الصوديوم أو محلول كبريتات ماغنسيوم
- ← يوضع الركام في المحلول لمدة ١٦ - ١٨ ساعة (دوره)
- ← يرفع الركام ويغسل ويصفى من فوقه ١١٥ - ١٥٠ مم لمدة ٤ ساعات ويوزن (w<sub>1</sub>)
- ثم يوضع الركام مرة أخرى في المحلول وتكرر التجربة حتى يثبت وزن الركام

$$\text{الفاقد} \% = \frac{w - w_1}{w} \times 100$$

حيث إذا كانت نسبة الفاقد من الوزن لا تزيد عن ١٢٪ لمحلول كبريتات الصوديوم وإذا كانت نسبة الفاقد من الوزن لا تزيد عن ١٨٪ لمحلول كبريتات ماغنسيوم كان ذلك الركام يقدام المواصفات الجيدة أما إذا زادت النسبة عن ذلك فلا نستعمل هذا الركام



## ١٣ المواد الناعمة والطينة والطفلة:

يسبب تواجد المواد الناعمة والطينة والطفلة في عمل تغليف كسبات  
الركام مما يؤدي إلى ضم التماسك الجيد للركام مع عجينة الأسمنت  
مما يضعف مقاومة الخرسانة ، ويجب أن لا تزيد نسبة المواد الناعمة  
والطين والطملة عنه:

- ٠/٠٨ لكسر الحجاره (للمواد الناعمة)

- ٠/٠١ للزلط

- ٠/٠٢ للرمال

## الخواص الميكانيكية للركام

1] اختبار التوشيم : هو قدرة الركام على مقاومة الكسر (التوشيم) أو تحمل الركام لقوى الضغط المؤثرة عليه.

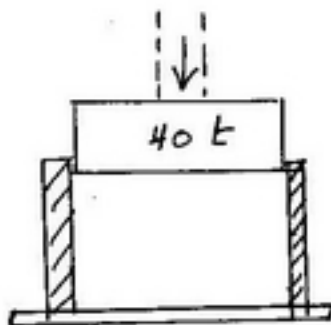
① \* خضرجهاز الاختبار وهو عبارة عن أسطوانة معدنية مفتوحة من الطرفين ترتكز على قاعدتين معدنيتين.

- ② \* يوضع الركام النظيف الخالي من الشوائب والحبات والذرة أكبر من صنف ١٤ سم ويثبت على صنف ١٠ سم على هيئة ٣ طبقات كل طبقة تأخذ ٢٥ ضربة من المطرقة.
- ③ \* يوزن الركام بالأسطوانة ويعرفه وزن الأسطوانة خاليه يمكن حساب وزن الركام (W)
- ④ \* يتم تعريف الركام إلى صنف ضغط مقداره ٤ طن في خلال ١٠ دقائق (أي ضغط إرميتي).
- ⑤ \* يرفع الحمل ثم تفرغ محتويات الأسطوانة على صنف رقم ٦ (236 مم)
- ⑥ \* نأخذ المارمن منخول رقم ٧ ويوزن وليكن  $W_2$

$$\% \text{ التوشيم} = \frac{W_2}{W} \times 100$$

حيث أن معامل التوشيم  $\geq 20\%$  فأقل فيمكن استخدامه في الطبقة

~ ~ ~  $\geq 40\%$  فأقل فيمكن استخدامه في طبقة الطباني



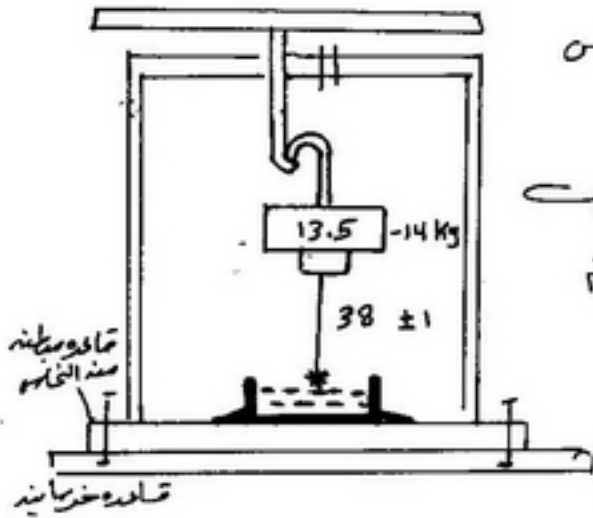
## [5] اختبار الصدم

• يعبر عن مقاومة الركّام لأحبال الصدم .

## الاختبار

• يتم تجهيز الماكينة كما هو موضح بالشكل .

• يتم لاختبار حينة الركّام (الزفلد) المار من منخل ١٤مم والمختبر على منخل ١٠مم



• يتم وضع البينة الجافة النظمية الخالية من الشوائب من المقاييس

Measure بنتا

صية يتم دفعه بعمود دملك حوالي ٥٠ فرنه ثم يسوى

سطحه ويوزن وهو مملوء بالركّام ثم بفرصة وزنه يتم

حسابه وزن الركّام (w)

• يتم وضع الركّام من الـ measure إلى إناء الاختبار

في الماكينة

• يتم تعريف الركّام إلى حد صدم مقداره ١٢,٥ - ١٤ كجم على مسافة  $780 \pm 1$  مم طوالي ١٥ مترج

من خلال ١٥ ثانية .

• بعد ذلك يؤخذ الركّام ويوضع على منخل رقم ١٠

• يتم معرفة معامل الصدم بقسمة الوزن المار من منخل رقم ١٠ ( $w_2$ ) على الوزن الكلي

$$\text{Impact value} = \frac{w_2}{w} \times 100$$

فإن كانت  $\geq 40\%$  فيمكن استخدامه من أعالي الطرف

أما إن كانت  $\geq 45\%$  فيمكن استخدامه من أعمال المباني الخرسانية

## ١٣ مقاومة الزكام للبري:

وهي قدرة الزكام على مقاومة الاحتكاك والبري

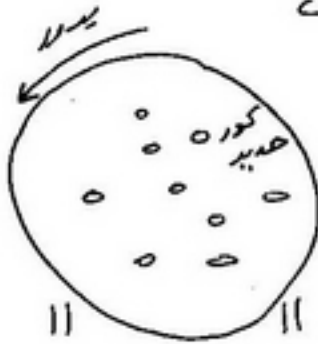


\* يتم عمل تجربة تسمى لوس أنجلوس وهي عبارة عن صل زمل هيئته كرو بيل كرات من الحديد

\* يتم عمل عينة من الزكام المارة من منخل ١٤ مم والمتبقية على منخل ١٠ مم

\* يوضع الزكام بعد معرفة وزنه في البري (W) ويوضع

على عدد دورات يماثل  $\approx 500$  دورة .



\* يتم وضع الزكام ووضع على منخل رقم ١٤

بوزن المار من هذا المنخل وليكن وزنه  $W_2$

معامل البري للاحتكاك =  $\frac{W_2}{W}$  فإذا كانت نسبة نتائج ما بين ١٦ - ١٠٠٪

فإن قبول هذا الزكام - ( وهذا اختبار اختياري )

## إرشادات صلاحية الركام :

①- محظر استخدام رمل - زلط الشواطئ والأرزار لأنه يوجده نسبة مختلفه من الأملاح والأكسالات.

②- يجب أن تكون حبيبات الركام صلبه قويه متينه ونظيفه وخاليه من الشوائب

③- يجب أن يكون الركام المستعمل من السليكا المنطه أو المواد الكربونيه حتى لا يسبب تشخات في الخرسانه.

④- يجب أن لا يحتوى الركام على نسبة كبيره من الركام المنقى وللنظف حيث لا يزيد التفتيح بالصورة عن ١,٢٥

⑤- " يجب أن لا يحتوى الركام على بيريت الحديد أو الفحم حتى لا يؤثر على حديد التسليح في الخرسانه

⑥- يجب أن يكون الركام متدرجاً تدرجاً جيداً ( أى يوجده جميع المقادير بنسب مناسبه ) حيث تدرجاً نسبة الرمل (المواد الناعمة) إلى الزلط من حدود ( ١,٢٥ - ١,٤٠ )

⑦- يجب أن يكون المقاس الاعتيادى الأكبر للركام لا يزيد عن ٤٠ عرض القطاع ١ و ٢ المسامه الصافيه بين سخيين متتالين

⑧- لا يزيد المقاس الاعتيادى الأكبر للركام عن ٤٠ سم في الخرسانه المسلحه

⑨- لا تزيد نسبة الكلوريات من ٠,٦٪ للرمل و ٠,٤٪ للزلط

. بينما لا يزيد نسبة الكبريتات (مع هيئه 50) عن ٤٪ للرمل و ٤٪ للزلط



Faculty of Engineering

1<sup>st</sup> CIVIL YEAR

الفرقة الأولى مدنى

تكنولوجيا الخرسانة

**Solved Sheet ( 1 )**

حل الشيت الأول ( النظرى )

## SHEET (1)

## التدرج الحبيبي

التدرج الحبيبي Grading of Aggregates :

هو فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض في أى كمية من الركام باستخدام التحليل بالمناخل القياسية التسعة وهى:

3/2	3/4	3/8	3/16 (No. 4)	No.7	No.14	No. 25	No. 52	No.100
38mm	19	9.5	4.76 (No. 4)	2.4	1.2	0.6	0.3	0.15

١- ركام صغير Fine Aggregates :

وهي مجموعة الحبيبات التي يمر معظمها (٩٥% - ١٠٠%) من منخل مقاس رقم ٤ (٤.٧٦ مم) مثل الرمل sand.

٢- ركام كبير Coarse Aggregates :

وهي مجموعة من الحبيبات التي يحتجز معظمها (٩.٥% - ١٠٠%) علي منخل مقاس رقم ٤ (٤.٧٦ مم) مثل الزلط gravel.

٣- الركام الخليط combined aggregates :

وهو خليط من الركام الصغير والركام الكبير بنسب محددة طبقا للتدرج الحبيبي للركام الخليط.

المقاس الاعتباري الأكبر للركام الكبير Maximum Aggregate Size :

هو مقاس أصغر فتحة منخل يسمح بمرور ٩٥% علي الأقل من الركام الكبير. ويجب أن لا يزيد المقاس الاعتباري الأكبر للركام أيضا عن:

١- ألا يزيد مقاس الركام عن ٢٠% من عرض القطاع.

٢- ألا يزيد مقاس الركام عن ٠.٧٥ من المسافة الخالصة بين سيخين متتالين من حديد التسليح.

**معايير النعومة: Fineness Modulus**

هو العامل الذي يصف المقاس المتوسط للركام

$$\text{معايير النعومة} = \frac{\text{مجموع \% الكمية للوزن المحجوز على التسع مناخل}}{100}$$

$$\text{معايير النعومة} = \frac{100 - \text{مجموع \% للوزن المار على التسع مناخل}}{100}$$

- معايير النعومة للرمل محصورا بين ٣,٧٥-٢,٠٠
- معايير النعومة للزلط محصورا بين ٨,٠٠-٥,٠٠
- معايير النعومة للمخلوط محصورا بين ٥,٠٠-٣,٧٥

## الرمال

فتحة المخل (مم)	الوزن المحجوز (بالجرام)	% الوزن المحجوز	% الكمية للوزن المحجوز	% الوزن المار
38	0	0	0	100
19	0	0	0	100
9.5	0	0	0	100
4.76	30	3	3	97
2.4	120	12	15	85
1.2	240	24	39	61
0.6	300	30	69	31
0.3	210	21	90	10
0.15	100	10	100	0
المجموع	1000		316	

- الرمل ليس له مقاس اعتيادي أكبر

$$\frac{316}{100} = \text{معايير النعومة (رمال)} = 3.16$$

$$\% \text{ الوزن المحجوز} = \frac{\text{الوزن المحجوز بالجرام} \times 100}{\text{الوزن الكلي}}$$

$$\% \text{ الوزن المار} = 100 - \% \text{ الكمية للوزن المحجوز}$$

## زلط

فتحة المخل (مم)	الوزن المحجوز (بالجرام)	% الوزن المحجوز	% الكمية للوزن المحجوز	% الوزن المار
38	300	3	3	97
19	2500	25	28	72
9.5	3000	30	58	42
4.76	3600	36	94	6
2.4	600	6	100	0
1.2	0	0	100	0
0.6	0	0	100	0
0.3	0	0	100	0
0.15	0	0	100	0
المجموع	10000		683	

- المقاس الاعتيادي الأكبر (زلط) = 28 مم

$$\frac{683}{100} = \text{معايير النعومة (زلط)} = 6.83$$

الخليط

١ رمل : ١,٥ زلط

$$\% 40 = 100 \times \frac{1}{1,5+1} = r\%$$

$$\% 60 = 100 \times \frac{1,5}{1,5+1} = z\%$$

$$\% \text{الوزن المار خليط} = \% \text{الوزن المار رمل} \times r\% + \% \text{الوزن المار زلط} \times z\%$$

$$\% \text{الوزن المار خليط} = \% \text{الوزن المار رمل} \times 0,4 + \% \text{الوزن المار زلط} \times 0,6$$

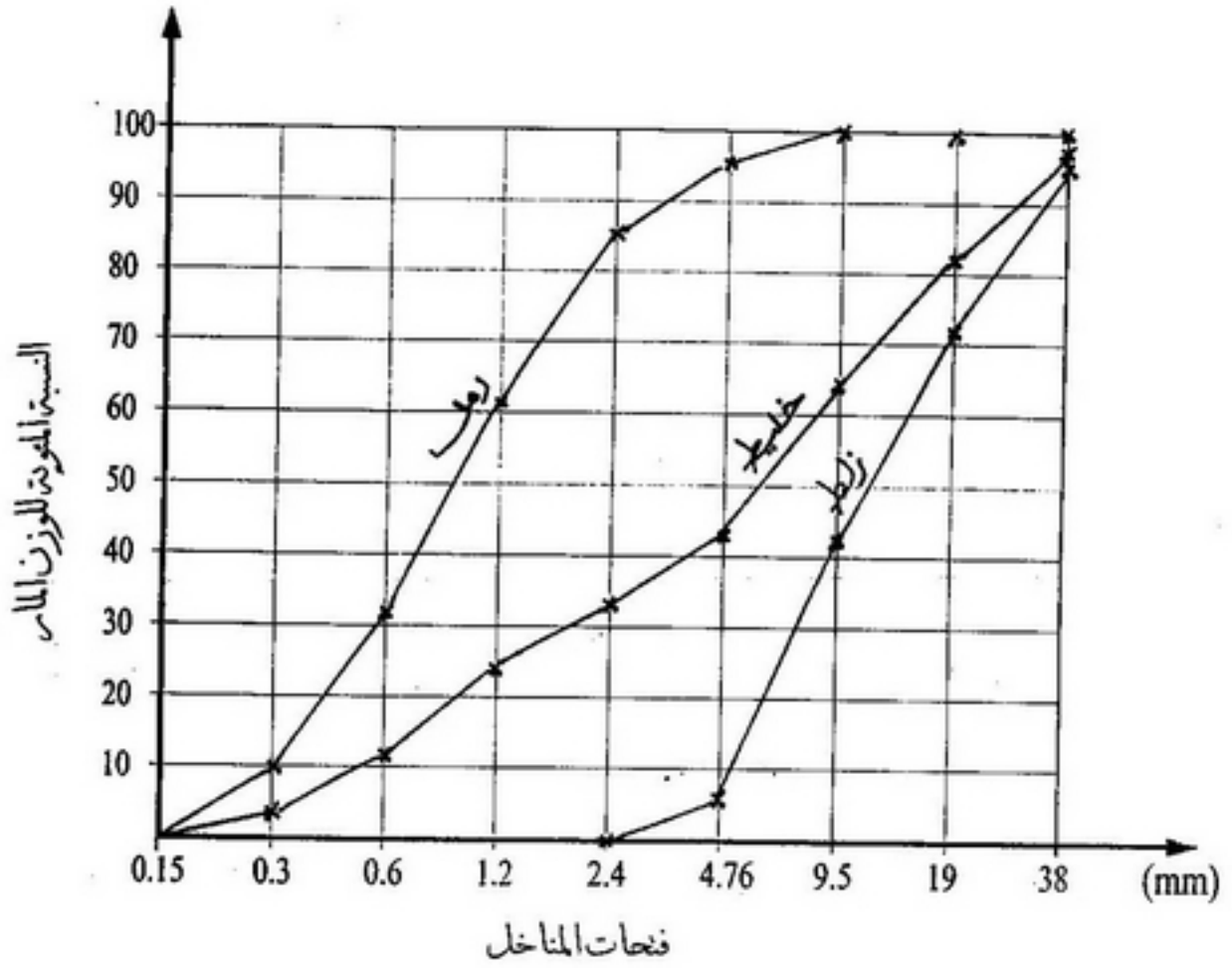
فتحة المنخل (مم)	38	19	9.5	4.76	2.4	1.2	0.6	0.3	0.15
% الوزن المار رمل	100	100	100	97	85	61	31	10	0
% الوزن المار زلط	97	72	42	6	0	0	0	0	0
% الوزن المار خليط	98.2	83.2	65.2	42.4	34	24.4	12.4	4	0

المقياس الاعتيادي الأكبر (خليط) = 38 مم

$$\text{معايير النعومة (خليط)} = \frac{100 - \text{مجموع } \% \text{ للوزن المار على التسع مناخل}}{100}$$

$$= \frac{(0 + 4 + 12.4 + 24.4 + 34 + 42.4 + 65.2 + 83.2 + 98.2) - 100}{100} = 0,362$$





منحنى التدرج الحبيبي للرمال والزلط والخلائط

## الرمل

فتحة المخل (مم)	الوزن المحجوز (بالجرام)	% الوزن المحجوز	% الكمية للوزن المحجوز	% الوزن المار
38	0	0	0	100
19	0	0	0	100
9.5	0	0	0	100
4.76	20	2	2	98
2.4	50	5	7	93
1.2	150	15	22	78
0.6	250	25	47	53
0.3	330	33	80	20
0.15	180	18	98	2
الوعاء	20			
المجموع	1000		256	

- الرمل ليس له مقياس اعتيادي أكبر

$$\frac{256}{100} = \text{معايير النعومة (رمل)} = 2.56$$

- الوعاء يستخدم لضبط الوزن فقط

## زلط

فتحة المخل (مم)	الوزن المحجوز (بالجرام)	% الوزن المحجوز	% الكمية للوزن المحجوز	% الوزن المار
38	200	2	2	98
19	2500	25	27	73
9.5	2000	20	47	53
4.76	4800	48	95	5
2.4	500	5	100	0
1.2	0	0	100	0
0.6	0	0	100	0
0.3	0	0	100	0
0.15	0	0	100	0
الوعاء	0			
المجموع	10000		671	

- المقياس الاعتيادي الأكبر (زلط) = 38 مم

$$\frac{671}{100} = \text{معايير النعومة (زلط)} = 6.71$$

الخليط

$$\% \text{الوزن المار خليط} = \% \text{الوزن المار رمل} \times \% \text{ر} + \% \text{الوزن المار زلط} \times \% \text{ز}$$

$$٣٣ (\text{الجدول المعطى}) = ٩٨ (\text{جدول الرمل}) \times \% \text{ر} + ٥ (\text{جدول الزلط}) \times \% \text{ز} \quad (\text{عند المنخل رقم ٤})$$

$$\% ١٠٠ = \% \text{ز} + \% \text{ر}$$

$$١ = \% \text{ز} + \% \text{ر}$$

$$\% \text{ر} = ١ - \% \text{ز}$$

$$٣٣ = ٩٨ (\% \text{ر} - ١) + ٥ \times \% \text{ز}$$

$$\% \text{ز} = ٠,٧$$

$$\% \text{ر} = ٠,٣$$

$$\% \text{ز} = ٧٠ \%$$

$$\% \text{ر} = ٣٠ \%$$

$$\% \text{الوزن المار خليط} = \% \text{الوزن المار رمل} \times ٠,٣ + \% \text{الوزن المار زلط} \times ٠,٧$$

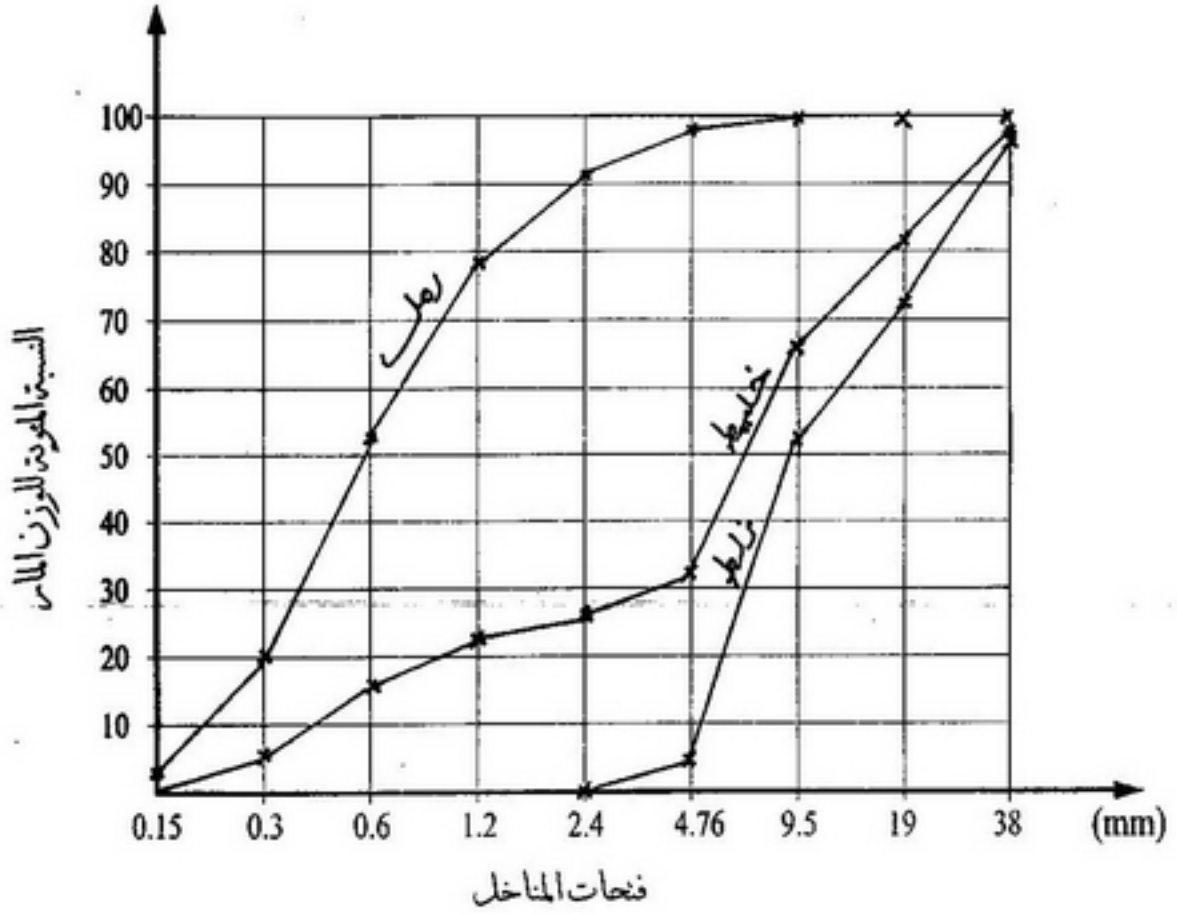
فتحة المنخل (مم)	38	19	9.5	4.76	2.4	1.2	0.6	0.3	0.15
% الوزن المار رمل	100	100	100	98	93	78	53	20	2
% الوزن المار زلط	98	73	53	5	0	0	0	0	0
% الوزن المار خليط	98.6	81.1	67.1	32.9	27.9	23.4	15.9	6	0.6

- المقاس الاعتباري الأكبر (خليط) = ٣٨ مم

$$\text{معايير النعومة (خليط)} = \frac{٩٠٠ - \text{مجموع } \% \text{ للوزن المار على التسع مناخل}}{١٠٠}$$

$$= \frac{٩٠٠ - (٠,٦ + ٦ + ١٥,٩ + ٢٣,٤ + ٢٧,٩ + ٣٢,٩ + ٦٧,١ + ٨١,١ + ٩٨,٦)}{١٠٠}$$

$$= ٥,٤٦٥$$



منحنى التدرج الحبيبي للرمل والزلط والخسب

## 3] عينة 1

الوزن % المار زلط	الوزن % المار رمل	الوزن % المار خليط	فتحة المنخل (مم)
X1=100	100	100	38
X2=90	100	96	19
X3=60	100	84	9.5
0	100	60	4.76
0	X4=90	54	2.4
0	X5=70	42	1.2
0	X6=50	30	0.6
0	X7=20	12	0.3
0	X8=0	0	0.15

المار من المنخل رقم 4 (4.76 مم) يمثل نسبة الرمل

% 60 = ر %

% 40 = ز %

%الوزن المار خليط = %الوزن المار رمل  $\times 0.6$  + %الوزن المار زلط  $\times 0.4$

100 = (x1)	$0.4 \times (x1) + 0.6 \times 100 = 100$	(المنخل 38 مم)
90 = (x2)	$0.4 \times (x2) + 0.6 \times 100 = 96$	(المنخل 19 مم)
60 = (x3)	$0.4 \times (x3) + 0.6 \times 100 = 84$	(المنخل 9.5 مم)
90 = (x4)	$0.4 \times \text{صفر} + 0.6 \times (x4) = 54$	(المنخل 2.4 مم)
70 = (x5)	$0.4 \times \text{صفر} + 0.6 \times (x5) = 42$	(المنخل 1.2 مم)
50 = (x6)	$0.4 \times \text{صفر} + 0.6 \times (x6) = 30$	(المنخل 0.6 مم)
20 = (x7)	$0.4 \times \text{صفر} + 0.6 \times (x7) = 12$	(المنخل 0.3 مم)
صفر = (x8)	$0.4 \times \text{صفر} + 0.6 \times (x8) = \text{صفر}$	(المنخل 0.15 مم)

- الرمل ليس له مقياس اعتباري أكبر

900 - مجموع % للوزن المار على التسع مناخل

100

- معيار النعومة (رمل) =

$(100 + 90 + 60 + 90 + 70 + 50 + 20 + 0) - 900$

100

2.7 =



## عينة ب

فتحة المنخل (مم)	% الوزن العار خليط	% الوزن العار رمل	% الوزن العار زلط
38	100	100	Y1=100
19	92	100	Y2=90
9.5	52	100	Y3=40
4.76	20	100	0
2.4	20	Y4=100	0
1.2	8	Y5=40	0
0.6	4	Y6=20	0
0.3	4	Y7=20	0
0.15	0	Y8=0	0

العار من المنخل رقم ٤ (٤.٧٦ مم) يمثل نسبة الرمل

% ٢٠ = ر %

% ٨٠ = ز %

% الوزن العار خليط = % الوزن العار رمل  $\times ٠.٢$  + % الوزن العار زلط  $\times ٠.٨$

١٠٠ = (Y1)	$٠.٨ \times (Y1) + ٠.٢ \times ١٠٠ = ١٠٠$	(المنخل ٣٨ مم)
٩٠ = (Y2)	$٠.٨ \times (Y2) + ٠.٢ \times ١٠٠ = ٩٢$	(المنخل ١٩ مم)
٤٠ = (Y3)	$٠.٨ \times (Y3) + ٠.٢ \times ١٠٠ = ٥٢$	(المنخل ٩.٥ مم)
١٠٠ = (Y4)	$٠.٨ \times \text{صفر} + ٠.٢ \times (Y4) = ٢٠$	(المنخل ٢.٤ مم)
٤٠ = (Y5)	$٠.٨ \times \text{صفر} + ٠.٢ \times (Y5) = ٨$	(المنخل ١.٢ مم)
٢٠ = (Y6)	$٠.٨ \times \text{صفر} + ٠.٢ \times (Y6) = ٤$	(المنخل ٠.٦ مم)
٢٠ = (Y7)	$٠.٨ \times \text{صفر} + ٠.٢ \times (Y7) = ٤$	(المنخل ٠.٣ مم)
صفر = (Y8)	$٠.٨ \times \text{صفر} + ٠.٢ \times (Y8) = \text{صفر}$	(المنخل ٠.١٥ مم)

المقاس الاعتيادي الأكبر (زلط) = ٣٨ مم

٩٠٠ - مجموع % للوزن العار على التسع مناخل

١٠٠

= معيار النعومة (زلط)

(١٠٠ + ٩٠ + ٤٠ + ٢٠ + ٢٠ + ٤ + ٤ + ٠) - ٩٠٠

١٠٠

= ٦.٧

الخليط

معايير النعومة (خليط) = معايير النعومة (رمل) × % ر + معايير النعومة (زلط) × % ز

$$100\% = \% ز + \% ر$$

$$1 = ز + ر$$

$$ر = 1 - ز$$

$$ز \times 6.7 + (ز - 1) \times 2.7 = 0.1$$

$$\% 60 = \% ز \quad 0.6 = ز$$

$$\% 40 = \% ر \quad 0.4 = ر$$

$$\% \text{الوزن المار خليط} = \% \text{الوزن المار رمل} \times 0.4 + \% \text{الوزن المار زلط} \times 0.6$$

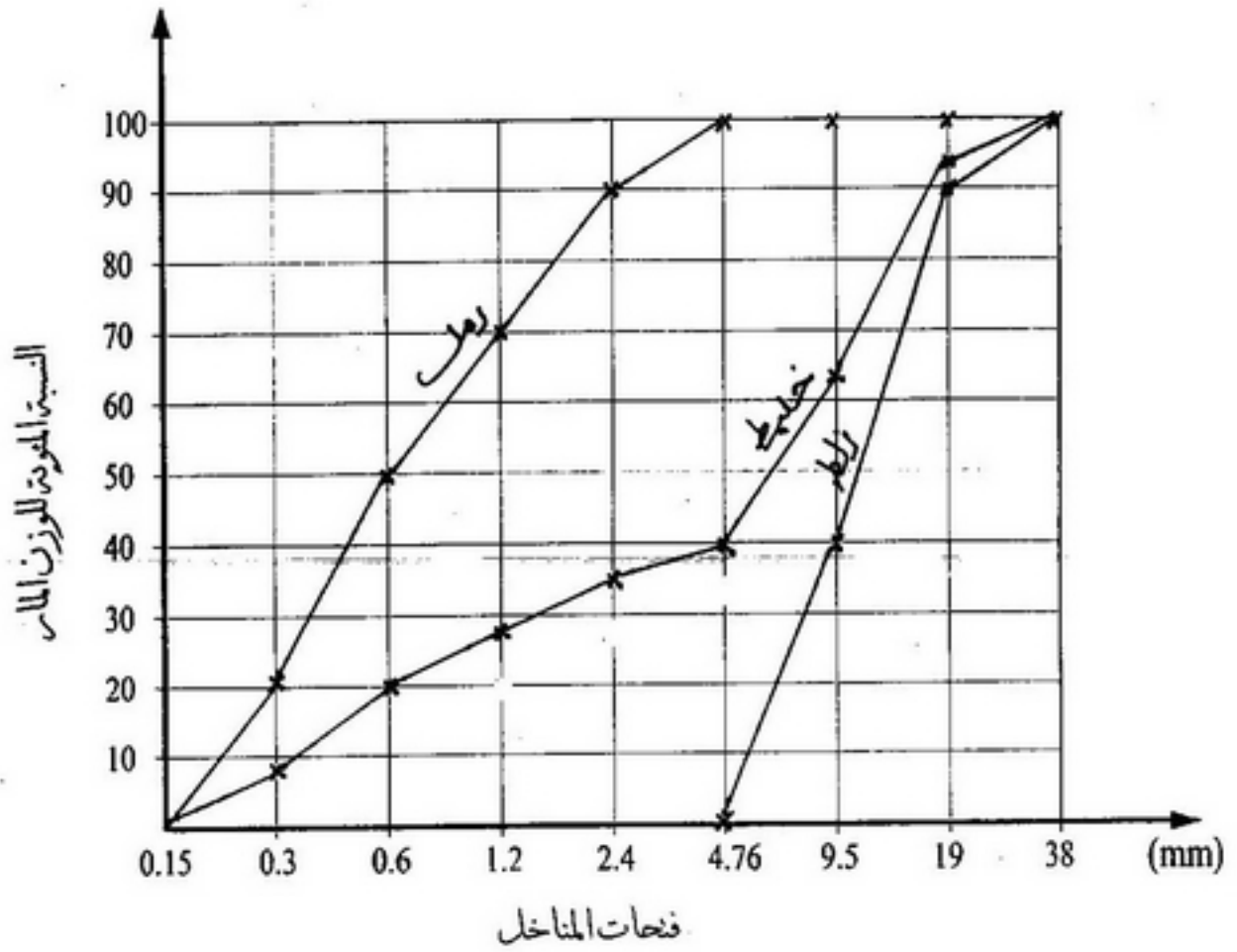
0.15	0.3	0.6	1.2	2.4	4.76	9.5	19	38	فتحة المنخل (مم)
0	20	50	70	90	100	100	100	100	% الوزن المار رمل
0	0	0	0	0	0	40	90	100	% الوزن المار زلط
0	8	20	28	36	40	64	94	100	% الوزن المار خليط

المقاس الاعتيادي الأكبر (خليط) = 38 مم

$$\text{معايير النعومة (خليط)} = \frac{900 - \text{مجموع } \% \text{ للوزن المار على التسع مناخل}}{100}$$

$$= \frac{(0 + 8 + 20 + 28 + 36 + 40 + 64 + 94 + 100) - 900}{100}$$

$$= 0.1$$



منحنى التدرج الحبيبي للرمل والزلط والخليط

## رمل

فتحة المخل (مم)	الوزن المحجوز (بالجرام)	% الوزن المحجوز	% الكلية للوزن المحجوز	% الوزن العار
38	0	0	0	100
19	0	0	0	100
9.5	0	0	0	100
4.76	20	2	2	98
2.4	70	7	9	91
1.2	130	13	22	78
0.6	210	21	43	57
0.3	360	36	79	21
0.15	200	20	99	1
الوعاء	10			
المجموع	1000		254	

- الرمل ليس له مقياس اعتبائي أكبر

$$\frac{254}{100} = \text{معايير النعومة (رمل)}$$

$$2.54 =$$

## زلط

فتحة المخل (مم)	الوزن المحجوز (بالجرام)	% الوزن المحجوز	% الكلية للوزن المحجوز	% الوزن العار
38	100	1	1	99
19	1700	17	18	82
9.5	3200	32	50	50
4.76	5000	50	100	0
2.4	0	0	100	0
1.2	0	0	100	0
0.6	0	0	100	0
0.3	0	0	100	0
0.15	0	0	100	0
الوعاء	0			
المجموع	10000		669	

- المقياس الاعتبائي الأكبر (زلط) = 38 مم

$$\frac{669}{100} = \text{معايير النعومة (زلط)}$$

$$6.69 =$$

الخليط

معايير النعومة (خليط) = معايير النعومة (رمل) × % ر + معايير النعومة (زلط) × % ز

$$100\% = \% ز + \% ر$$

$$1 = ز + ر$$

$$ر = 1 - ز$$

$$ز \times 6.69 + (ز - 1) \times 2.54 = 0.5$$

$$\% 71 = \% ز \quad 0.71 = ز$$

$$\% 29 = \% ر \quad 0.29 = ر$$

$$\% \text{الوزن المار خليط} = \% \text{الوزن المار رمل} \times 0.29 + \% \text{الوزن المار زلط} \times 0.71$$

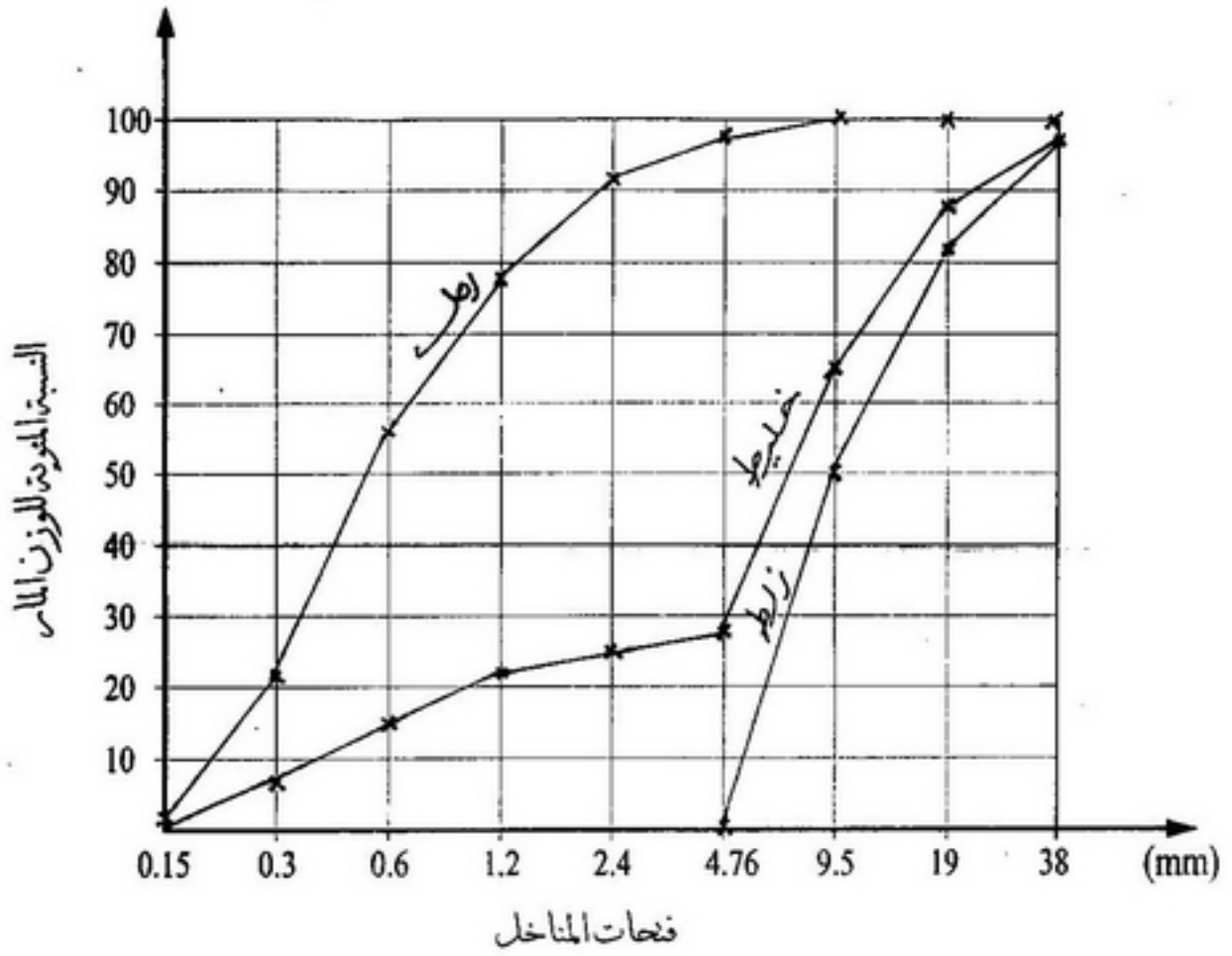
فتحة المنخل (مم)	38	19	9.5	4.76	2.4	1.2	0.6	0.3	0.15
% الوزن المار رمل	100	100	100	98	91	78	57	21	1
% الوزن المار زلط	99	82	50	0	0	0	0	0	0
% الوزن المار خليط	99.29	87.22	64.5	28.42	26.39	22.62	16.53	6.09	0.29

المقاس الاعتباري الأكبر (خليط) = 38 مم

$$\text{معايير النعومة (خليط)} = \frac{900 - \text{مجموع } \% \text{ للوزن المار على التسع مناخل}}{100}$$

$$= \frac{900 - (0.29 + 6.09 + 16.53 + 22.62 + 26.39 + 28.42 + 29.0 + 47.22 + 99.29)}{100}$$

$$= 0.5$$



منحنى التدرج الحبيبي للرمل والزلط والحصى



Faculty of Engineering

1<sup>st</sup> CIVIL YEAR

الفرقة الأولى مدنى

تكنولوجيا الخرسانة

الأسمنت

2008

# دراسة اخطأ التجارب

تكنولوجيا الخرسانة

## الأسمنت

طريقة صناعة الأسمنت

1- الطريقة الجافة

وهي خلط مكونات الأسمنت وهي حانه (مواد طينية + مواد صخرية)

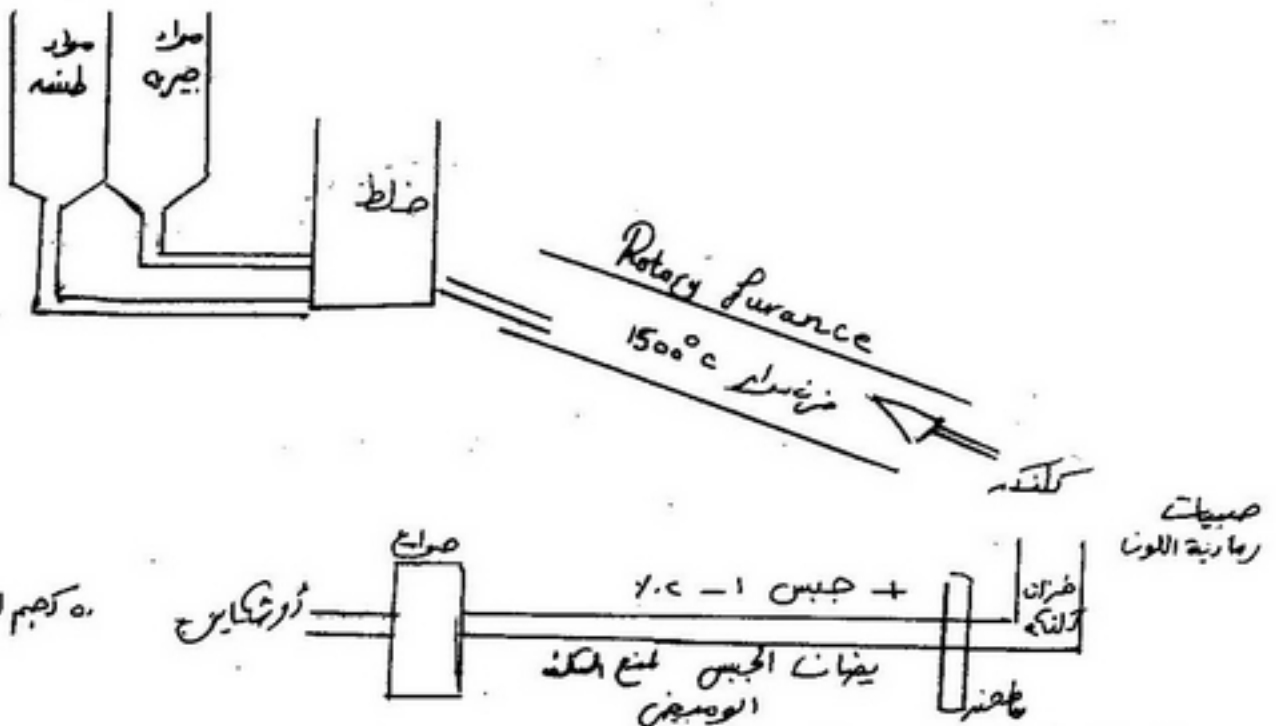
2- الطريقة الرطبة

وهي خلط مكونات الأسمنت (المواد الطينية والجيرية) وهي

رطبة حيث لا تقل نسبة الرطوبة عن 4%

- ويفضل استخدام الطريقة الرطبة حيث تعطى تباين أفضل من الجافة ولكن تكلفتها

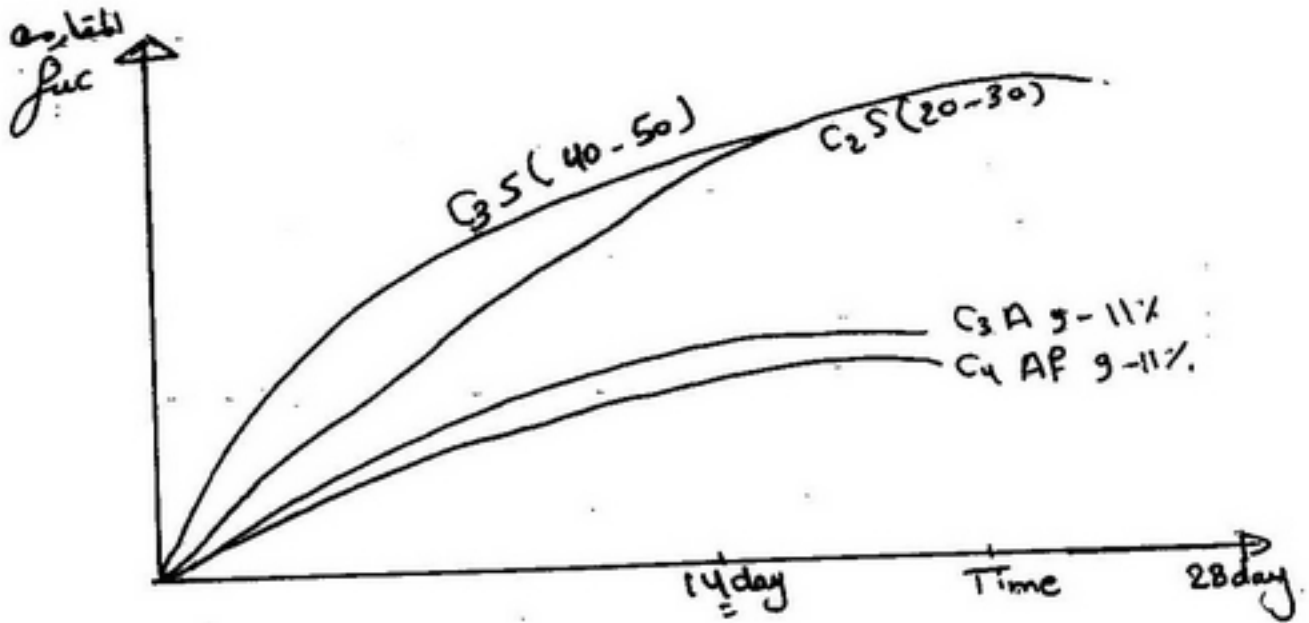
أعلى من الجافة وعموماً الطريقة الرطبة هي المستخدمة في جمهورية مصر العربية



## تركيب الأسمنت

- ① - الجير (أكسيد الكالسيوم) : يمثل حوالي ٢٥ من كمية الأسمنت وبتجارة كمية الجير بسبب عمر ثبات حجم الأسمنت وزيادة قدره
  - ② - أكسيد السليكا والألمينا : وكميتي حوالي ٦٠ كمية الأسمنت وهن للواد المعطيه للمقاومة
  - ③ - أكسيد الحديد : ويحتل حوالي ٤ ٪ وهو المسئول عن اللون الرمادي للأسمنت بالإضافة إلى أنه وجوده يعمل على تسهيل التفاعلات الحادثة في الفرن
  - ④ - أكسيد المنغنيز : ويحتل حوالي ٤ ٪ ولجبه حجم زيادة لظهورته على الأسمنت
  - ⑤ - الكبريتات : وهى على صورة كبريتات الكالسيوم ويحتل حوالي ٢ - ٣ ٪
  - ⑥ - المواد الغير زائفة : ويحتل حوالي ١ ٪ من كمية مواد الأسمنت
  - ⑦ - القلويات : يجب عدم زيادتها حتى لا تتفاعل القلويات مع السليكا النشطة ولأن وجهتها بالكلام وناتجا ما تطير القلويات بالمحرق
- المركبات الرئيسية (الكيميائية) للأسمنت
- وهن ناتجة من تفاعل المواد المكونة للأسمنت عند درجات الحرارة العالية
- وهن : ① سليكات ثلاث الكالسيوم (C<sub>3</sub>S) ونسبته ٤٠ - ٥٠ ٪ وهو المسئول عن إعطاء المقاومة المبكرة للأسمنت خلال ١٤ يوم الأولى
- ② سليكات ثنائي الكالسيوم (C<sub>2</sub>S) ونسبته ٢٠ - ٣٠ ٪ وهو المسئول عن المقاومة المتأخرة للأسمنت من ١٤ - ٢٨ يوم
- ③ سليكات ثلاثية الألمينا (C<sub>3</sub>A) ويحتل (٩ - ١١ ٪) وهو المسئول عن شل وتصلد الأسمنت

٤) سليكات رابى صيد الأسونيا:  $C_4AF$  ( ٩-١١% ) وهو مركب ضائل ليس له أى تأثير



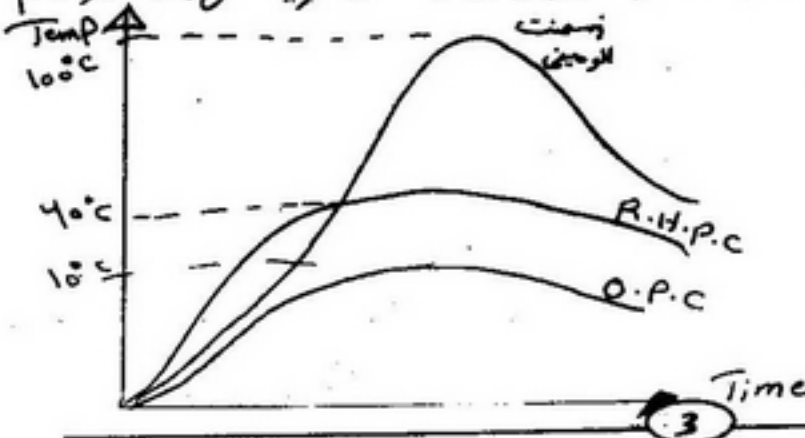
### درجة حرارة الإماهة

- وتكون درجة حرارة الإماهة بأثر من درجة الحرارة المنبعثة من تفاعل الماء والأسمنت عند قمره شك الأسمنت

- فعند خلط الماء مع الأسمنت الألومين يعطى درجة حرارة مقداره ١٠٠ م أما الأسمنت

البورتلاندى سريع التصلد R.H.P.C مقوي يعطى زيادة من درجة حرارته مقداره ٤٠ م

أما O.P.C فيعطى حوالي ١٠ م.





## ١- أنواع الأسمنت:

① - الأسمنت البورتلاندى العادى (o.p.c ordinary portland cement)

- هو نفس التركيب الكيميائى للأسمنت المذكور

- هو صالح لجميع المنشآت العادية الخرسانة

② - الأسمنت سريع التصلد (R.H.p.c)

- وهو يستخدم فى إنزجار الأعمال مبكرا

• فى المنشآت السريعة

• فى الصب فى درجات حرارة منخفضة تصل إلى  $-40^{\circ}\text{C}$

• فى الأعمال التى تستلزم إنهاء مبكرا أو لتقليل فترة المعالجة

• التركيب الكيميائى = كمية  $\text{SiO}_2$  سليكات تترافى الكالسيوم تصل إلى 1.7

③ - أسمنت منخفضة الحرارة (Low heat cement)

• كمية الحرارة المتولدة عند إضافة الماء قليلة جدا ولذلك يمكن استخدامه فى:

① تغليف أنابيب البترول

② عند الصب فى درجات الحرارة العالية

③ عند الصب فى السدود أو الخرسانة الكهربية

• وتركيبه الكيميائى هو: تقليل نسبة  $\text{SiO}_2$  و  $\text{Al}_2\text{O}_3$  وزيادة نسبة  $\text{CaO}$

④ - الأسمنت المدبب: (أسمنت ضبط الأوزان)

يضاف ضبط الأوزان بعد طحنه صيدا (ناعما مثل الأسمنت) إلى الأسمنت

بنسبة تصل إلى 1.6 ومن مميزاتة:

① يقلل من تكلفة الأسمنت ② تحسين من مقاومة الخرسانة للكرشات

③ تحسين من مقاومة الخرسانة للضغط والانهيار والتصدع والتفاديه

ومعبره:

• عدم استنزافه فى المنشآت الخرسانية المسلحة

⑤ أسمنت ثبيض :

ما هو إلا عبارة عن أسمنت بورتلاندي عادي ولكن نسبة أكسيد الحديد (المستول من اللون الرمادي) قليلة جداً تصل إلى ٥.٠٪ وأيضاً الوقت المستخدم يجب أن يكون خالياً من الكبريتات ولذلك سعره (مرتفع) ويستعمل الأسمنت الأبيض في :

① لصق القيشاني والسيراميك

② من أعمال الترميمات للقنايل والمنشآت ذات طابع خاص.

③ من أعمال الديكورات

⑥ الأسمنت الملون :

ما هو إلا عبارة عن أسمنت ثبيض + بودرة لون (من حدود لا تزيد عن ١٠٪) لو أردت الحصول على أسمنت أحمر ← يضاف أكسيد الحديد

أسمنت أخضر ← ~ أكسيد الكروم

أسمنت أسود ← رماد Ashes يلقى أو كربون



## التجارب المهمة في الأسمنت

### ① / النعومة / قياس النعومة ب المساحة السطحية

يستخدم جهاز بلين لقياس درجة النعومة عن طريق حساب المساحة السطحية حيث  
 أن المساحة السطحية للأسمنت البورتلاند (الفارق تعمل  $2000 - 2500$  سم<sup>2</sup>/جم  
 والمساحة السطحية للأسمنت سريع التصلد تصل إلى  $2000 - 2500$  سم<sup>2</sup>/جم  
 كويستخدم المناخل :-

• خضركمية من الأسمنت معلوم الوزن ونضعها في منخل  $150 \mu$  (  $150 \mu$  )  
 فإذا كان المتبقى لايزيد عن  $10\%$  كانت الأسمنت صالحة للاستخدام ثم يمرر على منخل  
 $200 \mu$  حيث لا يزيد المتبقى عليه على  $10\%$

### ⑤ / زمن الشك الابتدائي والنهائي / : جهاز فيكات

• قبل الحديث عن زمن شك الأسمنت يجب معرفة كمية المياه القياسية للأسمنت

لعمل إمامة للأسمنت والتي تتراوح ما بين  $(6\% - 7\%)$  من  $200$  سم<sup>3</sup> ماء أسمنت  $(\frac{200}{100})$   
 ① / كمية كمية المياه القياسية

تجربة :- ① خضركمية من الأسمنت تزن  $200$  سم ثم تضاف إليها كمية ماء  $(12 - 14\%)$   
 موازن الأسمنت  $(10.4 - 12.2$  سم<sup>3</sup> ماء)

⑤ يتم قلب الأسمنت مع الماء لمدة  $\frac{1}{2} \pm 4$  دقيقة

⑥ توضع عينة الأسمنت في قالب لاختبار جهاز فيكات (كما هو موضح بالرسم)

⑥ يوضع الـ plunger ( قطرها  $10$  سم ، أسفل العمود وعلى سطح العينة )

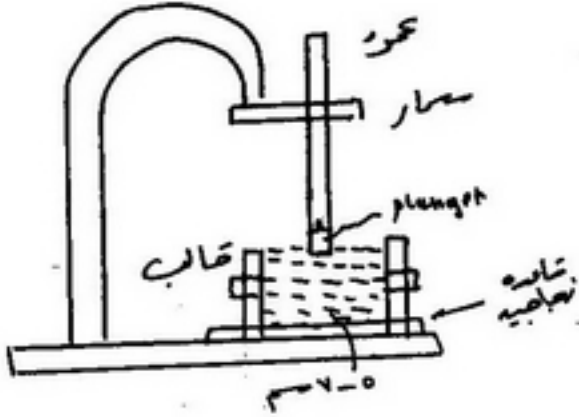
⑤ يترك العمود والـ plunger يسقطان سقوطاً حراً من على سطح العينة تحت تأثير  
 وزنها  $(200$  جم)

٦) فإذا ترك مسافه مقدارها من ٥ - ٧ سم من رأس القالب ثوريت سطح القاع

الزجاجيه . كانت ذلك كمية المياه القياسيه

٧) إذا لم يترك مسافه مقدارها من ٥ - ٧ سم

تكرر التجربة مع اختلاف نسبة كمية الماء



### زمن الشك الابتدائي

تجرب على تجربة تقدير كمية المياه القياسيه أولاً لعمل عجنة

أسمنتيه لحساب قيمة زمن الشك الابتدائي .

- تحضير كمية من الأسمنت ٤٠٠ جم ويضاف

الماء المحدد من كمية الماء القياسيه

- يتم خلط الماء مع الأسمنت لمدة  $1 \pm 0.5$  دقيقة ثم

توضع في قالب الاختبار

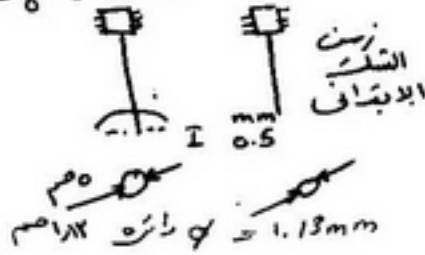
- تضع البر من الشك الابتدائي على سطح العينه لتسقط

سقوطاً حراً تحت تأثير وزنها ( ٢٠٠ جم )

- فإذا كانت المسافه بين قاعدة العينه والبر

من  $5 \pm 1$  سم . كان ذلك زمن الشك الابتدائي

زمن الشك النهائي



١.١٣ مم

١ مم

صبي ثمن الشك الابتدائي لا يقل عن ٤٠ دقيقة للأسمنت ١٠ مم سريع ١٨٢ مم  
البورتلاندى العادى ويصل إلى ٢٠ دقيقة من أسمنت سريع التصلد

## زمن الشك الزئ

- ٥- في خضريته هذا الأسمنت ٤٠ حجم ذات كمية مياه قياسية . ثم نضع الابو الخاصه بزمن الشك الزئ على سطح العينه كما هو موضح بالرسم
- ٦- فإذا تركزت الابو ودر مقدار ٥ رسم دون ظهور الراله كان ذلك زمن الشك الزئ الذي يجب أن لا يزيد عن ٨ - ١٠ ساعات للأسمنت البورتلانست العادي أو لا يزيد عن ٦ ساعات للأسمنت سريع التصلد

مقاومة الأسمنت : هي حساب مقاومة ضغط المواد الاسمنتية .

يتم إجراء اختبار ضغط كعب من الأسمنت والرمل بنسبة ١ : ٢ : ٣ ثم يتم وضعها في مكعب

$$7.07 * 7.07 * 7.07 \quad ( \text{مساحة ذي راسه} = 50 \text{ سم} ) \quad \text{حتى يتم ملئه .}$$

ثم يسيى سطحه ويغمر في ماكينة الهز الجيكانيكي

- يترك المكعب في الحمل لمدة ٢٤ ساعة ثم المكعب ويؤخذ الخرسانة الى حوضاء

( أي بطريق لا تقل عن ٩٨ ٪ ودرجة حرارة ٢٤ م )

- يتم حساب قيمة ضغط (مقاومة) الأسمنت للاعمال بعد ٢ أيام أو ٧ أيام أو ٢٨ يوم

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

حيث :  $P$  حمل الضغط  
 $A$  مساحة السطح

مقاومة الضغط للأسمنت البورتلاندي :

أسمنت بورتلاندي سريع التصلد

٢١٠ كجم / سم	١٢ أيام	٢٧ كجم / سم	١٢ أيام
٢٦٠ كجم / سم	١٢ أيام	٢١٠ كجم / سم	١٧ أيام
٤٢٠ كجم / سم	٢٨ يوم	٢٦٠ كجم / سم	٢٨ يوم

## مواصفات الكور المصري للأسمنت

- ① يجب أن لا يقل زمن الشك الابتدائي عن ٤٥ دقيقة للأسمنت البورتلاندى العادى ولا يزيد عن ٨ - ١٠ ساعات زمن الشك الثانى
- ② عند عدم استخدام الأسمنت من ٤ - ٦ أسابيع منذ تاريخ الإنتاج يجب إجراء اختبار الشك قبل استخدام الأسمنت
- ③ يجب تخزين الأسمنت فى مخازن جيدة التهوية بربصد رش تهوية مباشر على الأسمنت
- ④ - يجب أن لا تزيد الرصة عن ١٠ أمتار
- ⑤ - يجب أن يبتعد الرص عن حائط المخزن مسافة ٥ سم رصين رصين  
وكى رصة أخرى ٥ سم
- ⑥ - فى حالة تخزين الأسمنت فى الهواء - يجب تغطيته بمشبع غير متغذى للماء وعلى أرضيه خشبية
- ⑦ - يجب أن تخزن الأسمنت فى المخازن على أرضيه خشبية ترتفع عن سطح الأرض بمسافة لا تقل عن ١٠ سم - ١٥ سم



Faculty of Engineering

1<sup>st</sup> CIVIL YEAR

الفرقة الأولى مدنى

تكنولوجيا الخرسانة

ماء الخلط

2008

## ماء الخلط Mixing water وبراغها والإضافات

### • وظيفة ماء الخلط:

① - إلماعة للأسمنت: بحسب إضافة نسبة ماء  $\frac{\text{ماء}}{\text{أسمنت}} = (0.26 \rightarrow 0.33) = \frac{\text{لتر}}{\text{كغ}}$

② - بلل الركام

③ - عمل تشحيم بين الركام وعجينة الأسمنت Lubrication

• ما هي أضرار الماء (المواد الضارة في ماء الخلط) - 8 -

① - في حالة زيادة كمية المياه تعمل على ضعف مقاومة الخرسانة + حدوث انفصال حبيبي +

حدوث نضج

② - في حالة وجود أملاح يجب ألا تزيد نسبة كلوريد الصوديوم عن 10٪ في وجود

1٪ كبريتات. (في حالة عدم وجود كبريتات تصل نسبة الأملاح إلى 0.2٪)

③ - يجب عدم استخدام مياه البحر لأن نسبة الأملاح (كلوريد الصوديوم 0.2٪)

④ - عند استخدام مياه نرج - يجب تنظيف فتحة الخرطوم ببشاشة حتى تمنع دخول الشوائب

وتقلل من كمية الأتربة والطين مع ترسيب المياه فتر من البراميل حتى يتم ترسيب الطين والطين

⑤ - القلويات مثل الصوديوم والبوتاسيوم تسرع عملية الشك ولذلك لا تقل الأس الهيدروجيني

للماء عن 7  $[pH > 7]$



## \* ماهي علاقة القوام بالماء :

يوجد علاقة بين القوام والماء حيث يوجد :

① قوام جاف : نسبة الماء به ضعيفة جدًا ، فاقبل  $\frac{w}{c} = 0.4$

② قوام صلب : نسبة الماء به ضعيفة .  $0.4 \leq \frac{w}{c} \leq 0.5$

③ قوام لدن : نسبة الماء متوسطة .  $0.5 \leq \frac{w}{c} \leq 0.6$  المستعملة دائمًا .

④ قوام سيبل : نسبة الماء عالية .  $0.6 \leq \frac{w}{c} \leq 0.7$

⑤ قوام الرخو : نسبة الماء عالية جدًا .  $0.7 \leq \frac{w}{c} \leq 0.8$

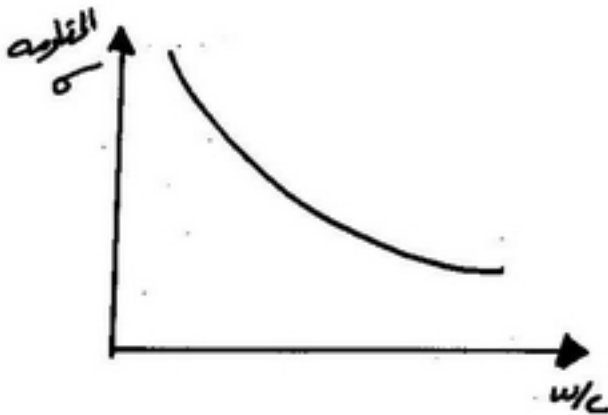
## \* ماهي أضرار زيادة ماء الخلط :

① تسبب ضعف في مقاومة الخرسانة .

② تسبب انفصال حبيبات .

③ تسبب حدوث الشق .

④ زيادة نفاذية الخرسانة لسريان الماء .



\* اشتراطات صلاحية ماء الخلط طبقاً لنكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية :

①- يكون الماء المستعمل في خلط الخرسانة نظيفاً وخالياً من المواد الضارة مثل الزيوت والأحماض والمواد العضوية والأملاح كذلك الرطوبتين والطين.

②- لا يقل - بصفه عامه - الأس الهيدروجيني (pH) لماء الخلط عن (٧)

③- لا يسمح على الإطلاق باستخدام ماء البحر في خلط الخرسانة المسلحة بجميع أنواعها.

④- يجوز استعمال ماء البحر - عند الضرره - في خلط الخرسانة العادية بدون تسليح على أن تصمم خلطه بنفس الماء مع زيادة محتوى الأسمنت في الخلطه.

⑤- يعتبر الماء الصالح في خلط الخرسانة المسلحة صالحاً للاستعمال في معالجتها.

\* الإضافات \*

\* الخرسانة تتكون من رمل + زلط + ماء + أسمنت + عجينة الأسمنت ركام

وأي مادة أخرى غير ذلك تسمى إضافات وهي تضاف إلى الخرسانة كنسبة من وزن الأسمنت . وتخلط مع ماء الخلط

نوع الإضافاتوظيفة الإضافات

- |   |   |
|---|---|
| - إضافات قابلية التشغيل                     | 1- إضافات لتحسين قابلية التشغيل                 |
| - إضافات لتسريع وتصلب الشك                  | - إضافات صرمان ومطبات الشك                      |
| - إضافات لتسريع الشك (إضافات زيادة المقاومة | - إضافات لزيادة المقاومة                        |
| - إضافات النفازية                           | - إضافات لتحسين مسام نفازية الماء داخل الخرسانة |
| - إضافات المواد الحبيبية                    | - إضافات لتخفيف وزن الخرسانة                    |
| - إضافات لدرعته فوق القارة                  | - إضافات لتقليل ماء الخلط                       |

II- إضافات القابلية للتشغيل

إضافات تضاف إلى الخرسانة لتحسين قابلية التشغيل

أنواع الإضافات

① إضافات المواد الناعمة

1- البودرة الناتجة من نسر الحجارة - كاولين - ناتج حرق المخلفات Fly Ashes

c- تضاف بنسبة من 0.5% - 1.0% من وزن الأسمنت

## ⑤ المواد السائلة :-

- مواد كربوهيدراتية معالجة بمحضر السلفونيك (الكبريتك)

وتستعمل ١/٢٠٠ ← ٥/١٠٠ من وزن الأسمنت

وهي تعمل تشتيت الركام بعمل شححات مماثلة ، وتحدث تفاعلات كيميائية الركام .

## ⑥ إضافات الهواء الجبوس

تضاف إلى الخرسانة لإنتاج ٢٠٪ - ٦٠٪ بالحجم فقاعات هوائية داخل

الخرسانة ، وتوضع الإضافات بنسبة ١/١٠٠ ← ٥/١٠٠ من وزن الأسمنت .

أنواع الإضافات

① بودرة الزنك - بودرة الألمنيوم - بيركليسيد الهيدروجين

عند تفاعلهم مع الماء والأسمنت تنفج فراغات (فقاعات) هوائية داخل الخرسانة .

② مواد رغوية :- تعمل على إنتاج هواء داخل الخرسانة .

مميزات إضافات الهواء الجبوس :-

① - تخفيف وزن الخرسانة

② - تقليل حدوث الانفصال الجبوس

③ - تقليل حدوث النضج

④ - زيادة مقاومة الخرسانة للصقيع

⑤ - كل ١٪ فراغات يعمل على تقليل كمية الرمل بنفس النسبة .

⑥ - كل ١٪ فراغات تقلل نسبة الماء حوالي ٢ - ٤٪ .

⑦ - كل ١٪ فراغات تقلل الضغط حوالي ٢ - ٤٪ .

## ٣١ إضافات مسرعات ومبطئات الشك

### \* مسرعات الشك \*

مثل كلوريد الكالسيوم ويضاف بنسبة ١-٢ ٪ من وزن الأسمنت - ملحوظة -

- يجب إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء الخلط ومزجه جيداً حتى لا يحدث شك ويضر للأسمنت

- مميزاتة -

١- يمكن تسريع شك الأسمنت أن يمكن استخدام من صب الخرسانه في الأجواء الباردة ٢-٤ م°

٢- عند انشاء الأعمال صبراً

٣- تقليل فترة المعالجة . ومنزل يمكن استخدام المنشأ بأسرع وقت ممكن

٤- زيادة مقاومة الخرسانه

- عيوبه -

١- ضعف من مقاومة الخرسانه للكبريتات

٢- عند إضافة كلوريد الكالسيوم إلى الخرسانه مباشرة ينتج شك ويضر



## \* صيغيات الشك \*

وهو مواد تؤخر زمن الشك . مثل :

① المواد الكربوهيدراتية مثل السكر - النشا - السليولوز . ونسبة تنازح

ما بين ١٪ - ٥٪

من حالة إضافة السكر بكمية كبيرة . يمكن أن لا تشكل الخرسانة من الأيام الثلاث الأولى وتظل المقاومة بعد ذلك حوالي ١٠٥٪ فإذا زادت عن ٥٪ يمكن للخرسانة أن لا تشكل نهائياً .

## \* مميزات \*

١ - يمكن استخدامها في حالة الصب في درجات الحرارة العالية .

٢ - من تغليف آبار البرك .

٣ - من صب الخرسانات الكتلية .

٤ - من بعض أعمال الديكور ( مثل الركام البارز )



[٤] ملونات فوق العادة \*

وهي مواد تضاف إلى الخرسانة حيث تحصل منها على لونه فوق العادة للخرسانة  
لأن عند إضافة هذه المواد للخرسانة يمكن أن تسبب هبوطاً للخرسانة من  
لا كم إلى كم . أي يمكن تقليل نسبة الماء للحصول على هبوط ٧٠ لا كم  
تصل إلى ٨٠ ر =  $\frac{w}{c}$

- أي يمكن تقليل كمية الماء من حدود ٢٠ - ٥٠ %

- وزيادة مقاومة الخرسانة إلى ٥ - ٧ %

وهي تعمل بعد ١٠ دقائق من إضافتها ← أي ٦٠ دقيقة ونزول تأثيرها بعد ذلك  
ولكن عيبها الوحيد أنها غالية الثمن

[٥] المواد البوزولانية \*

هي مواد لها خواص أسمنتية وعند إضافتها للخرسانة تعمل على

١ - تحسين قابليته للتشغيل

٢ - تحسين من مقاومة الخرسانة للضغط

٣ - تحسين من مقاومة الخرسانة للانفاس والكبريتات

٤ - تقليل التكلفة

وهي مثل: مواد طبيعية

١ - الطين الصفصى والطملة (حرق عند درجة ٦٠٠ م ثم طحنها)

٢ - المواد الناتجة من البراكين

٣ - المواد الأوبالية

## • مواد صناعية •

١- ناتج حرق الطوب ويتم طحنه جيدًا وإضافته للخرسانة .

fly Ashes - ٢

• إشتراطات صلاحية الإضافات طبقًا للكوالمصري •

١- يجب ألا تؤثر الإضافات تأثيرًا ضارًا على الخرسانة أو صلب التسليح

٢- يجب ألا يزيد محتوى أيون الكلوريدات بالإضافة على ٠,٢٪ بالوزن من الإضافات

أو ٢,٠٪ بالوزن من الماء الأسمنتيه من حالة الخرسانة المسلحة .

٣- يجب أن تكون الإضافات المستخدمة من الخرسانة سابقة الإجهاد خالية من الكلوريدات

٤- يجب أن تفر الإضافات بحدود الصلاحيه من مختبرات معتمد قبل إستخدامها

٥- يشترط من الخرسانة المحتويه على إضافات ألا تقل مقاومتها للضغط

والإختناء والتآكل عن ٨٥٪ من الخرسانة بدون إضافات

٦- يفضل إستخدام نوع واحد من الإضافات وإذا إقتضت الضرورة

إستخدام أكثر من نوع من الإضافات من نفس الخلطة فيجب توفر معلومات عن مدى تداخلها

٧- يراعى من حالة إستخدام مواد بوزر لاسيه سواء كانت طبعيه

أو كنوايج ثانويه من الصناعه التأكد من إستقرار تركيب هذه المواد .

المساحة السطحية النوعية

Specific Surface Area (SP.S.A)

وهي مساحة سطح كمية معينة من الركام بالنسبة للوزن.

$$(SP.S.A)_{\text{Sand}} = (60 \rightarrow 100) \text{ cm}^2/\text{gm}$$

$$(SP.S.A)_{\text{Gravel}} = (2 \rightarrow 5) \text{ cm}^2/\text{gm}$$

$$(SP.S.A)_{\text{Mix}} = (26 \rightarrow 28) \text{ cm}^2/\text{gm}$$

سؤال مهم جداً:

\* واشترح تأثير المساحة السطحية على مقاومة الركام و الخرسانة ؟

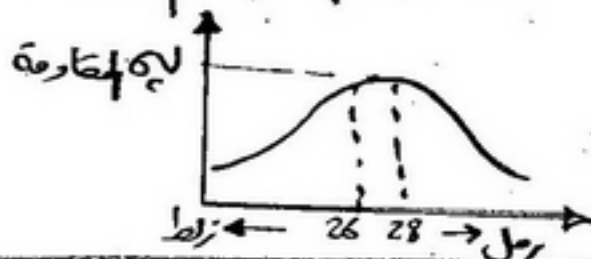
أو لماذا يتم استخدام ركام ضليط من الرمل ونزط في الخلطة ؟

الاجابة

\* المساحة السطحية النوعية للرمل كبيرة جداً ولذلك يحتاج كمية مياه كبيرة لتغليف حبيباته مما يؤدي لتقص مقاومة الخرسانة وتصبح الخرسانة هشة ضعيفة منفذة للمياه لانه هذه المياه تتبخر فيما بعد.

\* المساحة السطحية النوعية للزلط صغيرة جداً ولذلك تقل مساحة القلاص بين الركام الكبير وبعضه وتصبح الخرسانة ضعيفة.

\* عند استخدام ركام ضليط من الرمل ونزط يعطى مساحة نوعية متوسطة (26-28) سم<sup>2</sup>/غم فانه المقاومة تكونه اقل ما يكون.



المساحة السطحية النوعية SP.S.A

(1)

## قوانين حساب المساحة السطحية :

$$S.A = \frac{6}{G} \left( \sum \frac{w_i \cdot f_i}{D_i} \right) = \sqrt{\quad} \text{ cm}^2$$

$G =$  الوزن النوعي للركام المستخدم

إذا لم يعطى يفرض  $G = 2.64$

$w_i =$  نسبة الركام المتبقى بين كل منخليين

ويتم حسابه بطرح نسب الحار من المنخليين المتتاليين.

$$w_i = \frac{\% \text{ Pass} - \% \text{ Pass}}{\text{م. المنخل اعلى} - \text{م. المنخل اقلوى}}$$

$f_i =$  Form Factor  
معامل الشكل

يعطى في المسألة

وإذا لم يعطى يفرض (1) لكل حبيبات  
يفرض 4 حبيبات كلها كروية.

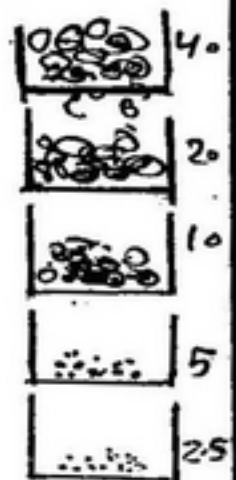
$D_i =$  المتوسط الهندسي لقطر حبيبات

$$= \sqrt{D_i * D_{i+1}}$$

فتحة المنخل اعلى

فتحة المنخل اقلوى

(2)





$$SP.S.A = \frac{S.A}{\sum w_i} = \left( \frac{\text{المساحة السطحية}}{\text{نسبة إعتز كل}} \right)$$

المساحة السطحية لنوعية

## Sheet(2) : No.1

١ - إذا كانت نتيجة اختبار التدرج الحبيبي واختبار تعيين عامل الشكل لعينة من الرمل كما هو مبين بالجدول

٠,٠٨٨	٠,١٧٧	٠,٣٥٧	٠,٧٠٧	١,٤١	٢,٨٣	٤,٧٦	مقاس المنخل (مم)
٠	٥	٢٧	٦٦	٨٨	٩٦	١٠٠	النسبة المئوية المارة
١,٣٢	١,٣٤	١,٤٢	١,٤١	١,٤٣	١,٤٣		عامل الشكل

فإذا كان الوزن النوعي لهذا الرمل ثابتاً لكل المقاسات ويساوي ٢,٦٤

المطلوب حساب المساحة السطحية ثم المساحة النوعية للسطح للرمل.



عامل شكل

فتحة المنخل (mm)	% Pass	W <sub>i</sub>	f <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	$\frac{W_i \cdot f_i}{D_i}$
4.76	100	4	1.43	0.36702	15.58
2.83	96	8	1.43	0.1997	57.285
1.41	88	22	1.41	0.09984	310.7
0.707	66	39	1.42	0.0502	1095.40
0.357	27	22	1.34	0.0251	1174.5
0.177	5	5	1.32	0.0248	528.83
0.088	0				
$\Sigma$		100			$\Sigma = 3182.29$

$W_i =$  (فرصة إنباب لثارة بيم كل منخل)

$D_i =$  فتحة المنخل التالي \* فتحة المنخل

for Example

at  $\begin{bmatrix} 4.76 \text{ mm} \\ 2.83 \text{ mm} \end{bmatrix}$

$$D_i = \sqrt{4.76 * 2.83}$$

$$D_i = 3.6702 \text{ mm}$$

$$\therefore D_i = 0.36702 \text{ cm}$$

حسبه بال (سم)

(4)

$$\therefore S.A = \frac{6}{G} \left( \sum \frac{w_i \cdot f_i}{d_i} \right)$$

$$= \frac{6}{2.64} * 3182.29 = 7232.48 \text{ cm}^2$$

$$\therefore SP.S.A = \frac{S.A}{\sum w_i} = \frac{7232.48}{100} = 72.32 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

note

note

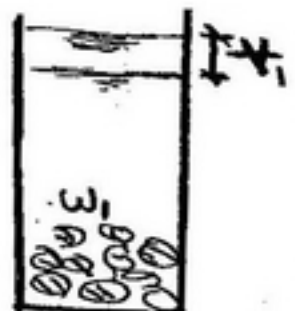
\* إذا لم يعطى ( $G$ ) تُعرَض 2.64

\* يمكن أن يعطى معلومات لحساب الـ ( $G$ ) = لعرض النوع

مثلاً: تم عيّنة من أكرام وزنها ( $w_1$ )

فأزاحت كمية من المياه حجمها ( $v_1$ )

$$\therefore G = \frac{w_1}{v_1}$$



٢- إذا كان المعلوم هو رمل مساحته النوعية للسطح تساوي ٩٢ سم<sup>٢</sup>/جم و زلط مساحته النوعية للسطح تساوي ٤ سم<sup>٢</sup>/جم. المطلوب:

١- نسبة الرمل في ركام خليط (من هذا الرمل والزلط) بحيث تكون المساحة النوعية لسطح الركام الخليط تساوي ٣٠ سم<sup>٢</sup>/جم.

٢- المساحة النوعية لسطح الخليط المكون من نسبة رمل : زلط ١:١ & ٢:١ & ٣:٢

Sol.

No. (2)

$$SP.S.A_{\text{Sand}} = 92 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

$$SP.S.A_{\text{Gravel}} = 4 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

$$SP.S.A_{\text{mix}} = 30 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

المطلوب الأول : نسبة خلط الرمل والزلط للحصول على خليط

له مساحة سطحية نوعية  $SP.S.A = 30 \text{ cm}^2/\text{gm}$

$$X = ?? , \quad y = ??$$

$$SP.S.A_{\text{mix}} = SP.S.A_{\text{Sand}} (X) + SP.S.A_{\text{Gravel}} (1-X)$$

$$30 = 92X + 4(1-X)$$

$$= 92X + 4 - 4X$$

$$30 = 88X + 4 \Rightarrow X = 0.295$$

$$y = 1 - X = 0.704$$

(٥)

المطلوب الثاني : مطلوب  $SP.S.A_{mix} = ??$

Sand : gravel

1 : 1 → الخليط الأول  
1 : 3 → الخليط الثاني  
2 : 3 → الخليط الثالث

	Sand : gravel	X	Y	$SP.S.A_{mix} = 92(X) + 4(Y) = \text{cm}^2/\text{g}$
①	1 : 1	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{1}{2} = 0.5$	$= (92 \times 0.5) + (4 \times 0.5) = 48$
②	1 : 3	$\frac{1}{4} = 0.25$	$\frac{3}{4} = 0.75$	$= (92 \times 0.25) + (4 \times 0.75) = 26$
③	2 : 3	$\frac{2}{5} = 0.4$	$\frac{3}{5} = 0.6$	$= (92 \times 0.4) + (4 \times 0.6) = 39.2$

∴ الخليط رقم (2) هو أفضل نوع

$$SP.S.A = 26 \text{ cm}^2/\text{g}$$

لأنها تعطي أعلى مقاومة

No. 3

٣- ركام خليط (المساحة النوعية لسطحه تساوى ٢٨ سم<sup>٢</sup>/جم) يتكون من خليط من زلط (المساحة النوعية لسطحه تساوى ٥ سم<sup>٢</sup>/جم) ورمل عبارة عن خليط من رمل ناعم (المساحة النوعية لسطحه تساوى ٩٥ سم<sup>٢</sup>/جم) ورمل خشن (المساحة النوعية لسطحه تساوى ٤٥ سم<sup>٢</sup>/جم) بنسب متساوية.  
المطلوب : تعيين نسبة الرمل في الركام الخليط

(7)



Sol.

خليط  
 $SP.S.A = 28 \text{ cm}^2/\text{gm}$   
mix

زلط

$SP.S.A = 5 \text{ cm}^2/\text{gm}$

رمل

$SP.S.A = ??$

رمل ناعم

$SP.S.A = 95$

رمل خشن

$SP.S.A = 45$

والرمل لناعم والرمل الخشن بنسب متساوية

$\therefore X = 0.5, Y = 0.5$

$\therefore SP.S.A = (95 \times 0.5) + (45 \times 0.5)$   
لرمل كله  
 $= 70 \text{ cm}^2/\text{gm}$

مطلوب نسبة خلط الرمل كله (X) في الخليط النهائي

$\therefore SP.S.A_{mix} = SP.S.A_{sand} (X) + SP.S.A_{gravel} (1 - X)$

$\therefore 28 = 70 (X) + 5 (1 - X)$

$\therefore X = 0.353$  نسبة الرمل

$\therefore Y = 1 - X = 0.646$  نسبة الزلط

(8)



No. 7

٧- أجريت اختبارات معملية على عينة من الرمل وعينة من الزلط لاستخدامها كركام للخرسانة وكانت النتائج كالآتي:-

فتحة المنخل (مم)	٢٧,٥	١٩	٩,٥	٤,٧٦	٢,٣٦	١,١٨	٠,٦	٠,٣	٠,١٥
٠/١٠ المار رمل	١٥٥	١٥٥	١٥٥	٩٨	٨٥	٧٥	٤٩	١٢	١
٠/١٠ المار زلط	٩٥	٤٥	١٥	٢,٢	٥	٥	٥	٥	٥

نوع الركام	الوزن الحجمي (كجم/م <sup>٣</sup> )	الوزن النوعي (G)	عامل الشكل لكل المقاييس
الزلط	١٦٠٠	٢,٦	١,٣٥
الرمل	١٦٠٠	٢,٦	١,٣٥

فإذا خلط الزلط والرمل معاً بنسبة ١:٢ عين للركام الخليط خلا من الآتي:-

- ١- منحني التدرج الحبيبي.
- ٢- معايير النعومة والمقاس الاعتيادي الاكبر.
- ٣- المساحة السطحية النوعية.
- ٤- وزن وحدة الحجم من الركام.
- ٥- باستخدام منحني التدرج الحبيبي اوجد النسبة المئوية لحبيبات الركام التي تتراوح مقاساتها من ٣٥ الى ٣٠ مم.

No. 7

Sol

sand: gravel بیل ۱ و ۲ (۱)

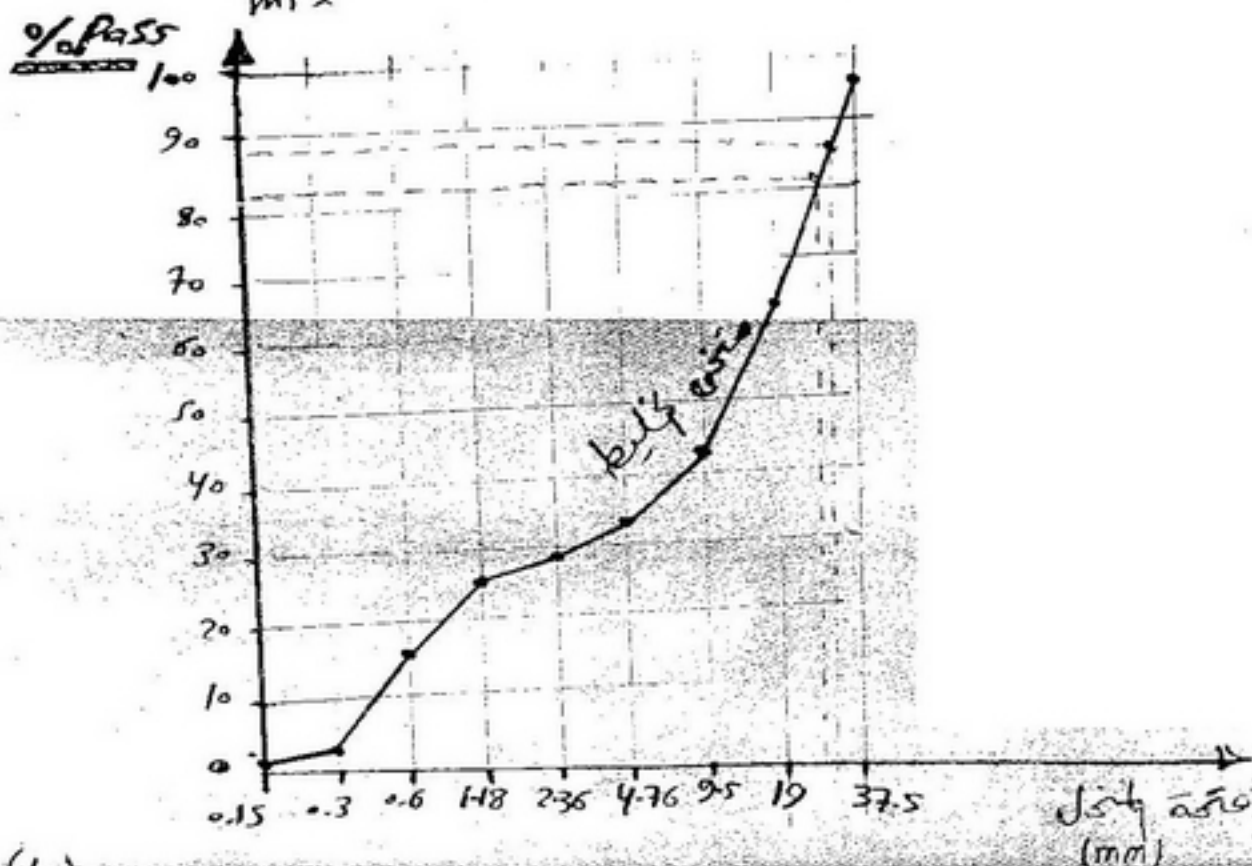
1 : 2

$$\therefore x = \frac{1}{3} = 0.33$$

$$\therefore y = \frac{2}{3} = 0.67$$

0.15	0.3	0.6	1.18	2.36	4.76	9.5	19	37.5	٪ Pass
0.33	3.96	16.17	24.75	28.05	33.8	43.05	63.15	96.65	

$$\% \text{ Pass}_{\text{mix}} = \% \text{ Pass}_{\text{sand}} \times (0.33) + \% \text{ Pass}_{\text{gravel}} \times (0.67)$$



(10)



(2) معايير البتونة للركام الخليلج :

$$\therefore F.M = \left( \frac{\text{مجموع النسب المارة}}{100} - 900 \right)$$

$$\therefore F.M_{mix} = \left( \frac{900 - 309.91}{100} \right) = 5.9$$

\* المقاس الاعتيادي الاكبر للركام الخليلج :

$$M.N.S = 37.5 \text{ mm}$$

(3) مساحة نسبية لنوعية للركام الخليلج : (SP-5-A)

المتخل	% Pass	$w_i$	$f_i$	$D_i$	$\left( \frac{w_i \cdot f_i}{D_i} \right)$
37.5	96.65	33.5	1.35	2.67	120.75
19	63.15	20.1	1.35	1.343	36.44
9.5	43.05	9.25	1.35	0.672	8.39
4.75	33.8	5.75	1.35	0.335	2.60
2.36	24.75	3.3	1.35	0.167	0.743
1.18	16.17	8.58	1.35	0.084	0.972
0.6	3.96	12.21	1.35	0.042	0.692
0.3	0.33	3.63	1.35	0.0212	0.1
$\Sigma$		96.32			170.7

$$\therefore S.A = \frac{6}{G} \sum \frac{w_i \cdot f_i}{D_i}$$

$$= \frac{6}{2.6} \times 170.7 = 393.92 \text{ cm}^2$$

المساحة السطحية النوعية للركام الخليلط

$$S.P.S.A = \frac{S.A}{\sum w_i} = \frac{393.92}{96.32} = 4.09 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

(4) وزن وحدة الحجم من الركام الخليلط :

الكثافة الحجمية للرمل

$$\gamma_{sand} = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{gravel} = 1600 \text{ kg/m}^3$$

إوزن النوع للرمل

$$G_{sand} = 2.6$$

إوزن النوع للتراب

$$G_{gravel} = 2.6$$

الوزن الحجمي للخليط

$$\gamma_{mix} = \left[ \frac{1}{\left( \frac{X}{\gamma_{sand}} + \frac{y}{1000 G_{gravel}} \right)} \right] = \text{kg/m}^3$$

قانون حفظ

$$X = \text{نسبة الرمل في الخليط} = 0.33$$

$$y = \text{نسبة التراب في الخليط} = 0.67$$



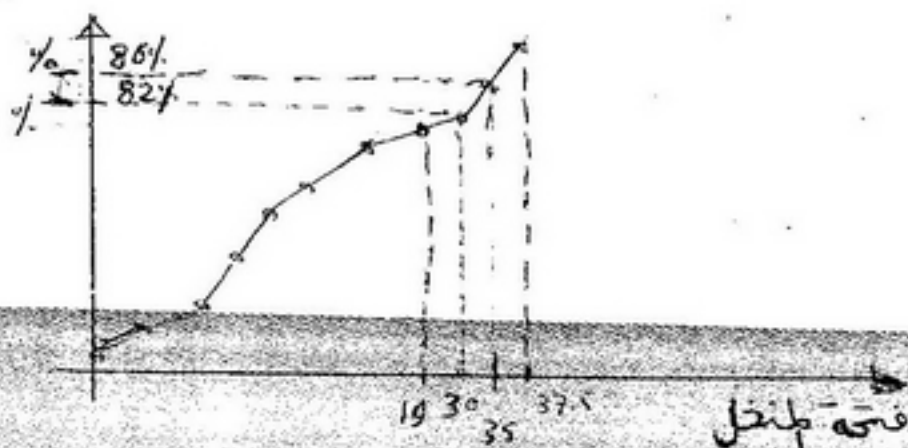
$$\gamma_{mix} = \frac{1}{\left( \frac{0.33}{1600} + \frac{0.67}{1000 \times 2.6} \right)} = 2155.4 \text{ Kg/m}^3$$

الوزن الحجمي للخليط

(٥) نسبة حبيبات الركام التي مقاساتها تتراوح بين  
( 30 mm و 35 mm )

من منحني التدرج الحبيبي للخليط

% Pass  
mix



$$\therefore \Delta = 86 - 82$$

$$\Delta = 4 \%$$

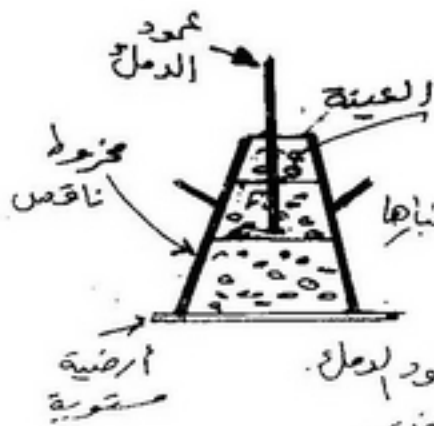


## \* العوامل المؤثرة على القوام : (الهبوط)

- ١- نسبة الماء في الخلطة ↑↑
- ٢- نسبة الزلزال ↑↑ (حيث وزن الزلزال كبير فيعطي سرعة)
- ٣- نسبة الأسمنت ↑↑ (حيث يعمل الأسمنت كمادة مشحمة)
- ٤- نسبة الرمل ↓↑
- ٥- درجة الحرارة ↓↑
- ٦- مقياس الاختبار للركام (M.N.S) ↑↑ (حيث يزداد وزن الزلزال)
- ٧- الزمن من لحظة الخلط حتى وقت إجراء الاختبار ↓↑
- ٨- نوعية الأسمنت ↑↑ حتى حد معين يحدث فيه عدم تجانس للخلطة لوجود حبيبات أسمنت لم تغلف بالماء كعقوى، انزلاقه لركام.
- ٩- نوع الأسمنت لا يؤثر على القوام.

اختبار تحديد القوام :  
 ① اختبار الهبوط slump test  
 ② اختبار كرة كيللي

### ① اختبار الهبوط :-



الأدوات : مخروط ناقص وعمود دمل حديدي

- ① يتم تحضير لعينة (خرسانية) لمعاد اختبارها
- ② يتم وضع العينة في المخروط على ثلاث طبقات مع دمل كل طبقة ٢٥ مرة بعمود دمل.
- ③ يتم تسوية السطح وإزالة الفائض.
- ④ يتم إزالة المخروط.
- ⑤ يتم قياس الهبوط عند مركز المخروط.

مراحل الخرسانة : (1) خرسانة طازجة ، وهي التي لم تتشبع بعد .  
 (2) خرسانة خضراء ، وهي التي شكت ولم تتصلد بعد .  
 (3) خرسانة متصلدة : وهي التي شكت وتصلدت .  
 أي أنها أخذت مقاومة تساعدها على تحمل الأحمال بعد أن

الخواص الأساسية للخرسانة الطازجة :-

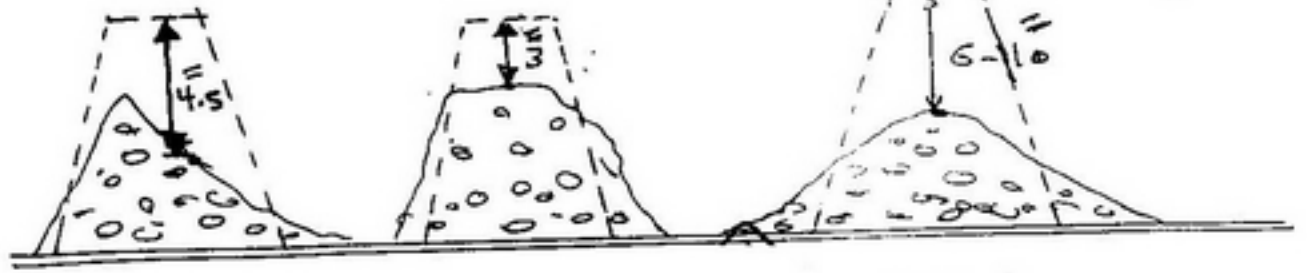
1. القوام : Consistency
2. القابلية للتشغيل : Workability
3. النزيف (النضح) : bleeding
4. الانفصال الحبيبي : Segregation
5. الوزن الحجمي : Unit weight
6. التبعيش

### 1. القوام

القوام : هو درجة بلل الخرسانة (نسبة المياه للأسمنت % ١٠٠) ودرجاته هي :

- |              |   |
|--------------|---|
| 1. قوام جاف  | $w/c \leq 0.4$ ← خرسانة سابقة لتجهيز                  |
| 2. قوام صلب  | $w/c = (0.4 \rightarrow 0.45)$ ← خرسانة ذات تليج قليل |
| 3. قوام لدن  | $w/c = (0.45 \rightarrow 0.55)$ ← <u>معظم المنشآت</u> |
| 4. قوام مبتل | $w/c = (0.55 \rightarrow 0.65)$ ← خرسانة كثيفة التليج |
| 5. قوام رخو  | $w/c > 0.65$ ← خرسانة لمخخ pump                       |

## أشكال الهبوط المتوقع



shear  
(قص)

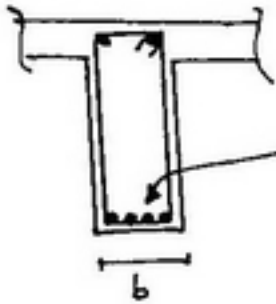
true  
هبوط حقيقي  
✓✓

collapse  
هبوط انهيار  
X X غير مقبول

\* ما الغرض من تحديد لقوام (أهميته) = العوامل التي تتحكم في اختياري لقوام معين؟؟

هي الحصول على خرسانة متجانسة تحققه الظروف التالية:

- 1 نوع المنشأ ودرجة كفاءة الحديد المستخدم للتسليح.
- 2 نوع الدمل (يدوي - ميكانيكي)
- 3 أبعاد المقاطعات



## 2- اختبار كرة كيلي : Kelly ball

تستخدم لتحديد قوام الخرسانة المطازجة مباشرة أثناء الصب في الشدات الخشبية بتعيين مسافة اختراق ثقل معين على شكل نصف كرة 12,7 سم خلال الخرسانة. وكلما زاد اختراقه زاد الهبوط و زاد لقوام.

→ الجهاز يوضع على سطح الخرسانة.



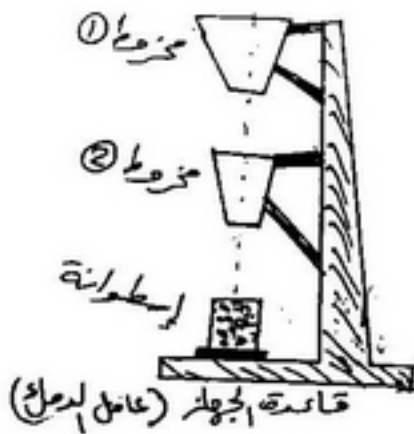


## القابلية للتشغيل

القابلية للتشغيل : هي خاصية الخرسانة تسمح لها بسهولة لصب مع إعطاؤها مقاومة للانفصال الحبيبي وأن تكون خرسانة متجانسة.

\* طرق قياس إمكانية التشغيل :

III اختبار عامل الدمل ( لجميع الخلطات ذات إمكانية للتشغيل منخفضة وخشنة )



① يتم تجهيز عينة المراد اختبارها.

② يتم وضع العينة في مخروط ① حتى يتم ملؤه

③ يتم فتح باب المخروط ① لتسقط العينة على المخروط ②

④ يتم فتح المخروط ② لتسقط العينة على الاسطوانة.

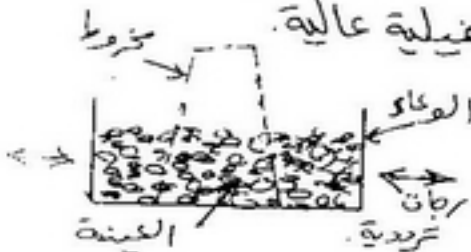
⑤ يتم وزن العينة الموجودة في الاسطوانة (الـ) وهما تسمى مدموكة جزئياً بفعل إسقوط.

⑥ يتم تقطيع الاسطوانة وملؤها بالخرسانة مع دملها على ثلاث طبقات بنمود الدمل ٢٥ مرة لكل طبقة ويتم دملها (الـ)

ويتم حساب معامل الدمل  $\frac{W_1}{W_2}$  وهو أقل من (١)

كلما زاد عامل الدمل كلما زادت التشغيلية ↑↑

IV اختبار إعادة التشكيل باستخدام المخروط (جهاز الانسياب) للخلطات التي لها تشغيلية عالية.



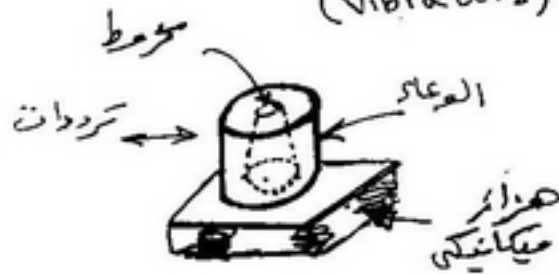
① يتم وضع العينة داخل المخروط في الوعاء

② يتم نشر المخروط

③ يتم هز الوعاء بكل رجات ترددية باليد.

④ يتم حساب زمن إعادة التشكيل لتحويل العينة من مخروط إلى اسطوانة. كلما زاد الزمن قلت التشغيلية.

٣٧ اختبار (V.B test) وهو باعادة التشكيل باستخدام هزاز يستخدم للخطات الجافة التي سيستخدم في دمكها بعد ذلك الهزازات (Vibrators).



\* العوامل المؤثرة على قابلية التشغيل :- Workability

① نسبة المياه للأسمنت (w/c) 44 حتى حد معين يحدث عنده انفعال جسي



② شكل الركام وسطحه : الركام يكون يعطي تشغيلية أعلى .

الركام الحاد والعصى يعطوا قابلية أقل .

سطح الركام الأملس يعطي تشغيلية أعلى من الخشن.

③ نسبة الرمل كلما زادت قلت التشغيلية . 44 ↓

④ نسبة الركام ( رمل ونزل ) كلما زادوا قلت إمكانية التشغيل 44 ↓

⑤ درجة الحرارة 44 ↓

⑥ نعومة الأسمنت : كلما زادت زادت التشغيلية 44 ↑ حتى حد معين .

⑦ الإضافات : تزيد من التشغيلية حيث تقلل من نسبة المياه وتقلل

من حدوث انفصال جسي وتقلل من حدوث انزيف وتشتغيليتها عالية.



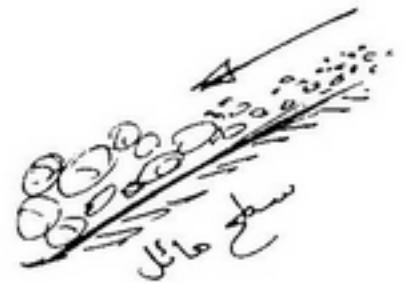
\* الاتصال الجببي: هو عبارة عن انفصال مكونات الخرسانة عن بعضها فيكون توزيعها غير منتظم.

\* أسباب حدوثه: (تفسير ظاهرة وجوده) = (ميكانيكية حدوثه) ؟؟

عند صب الخرسانة (رعى الخرسانة في الشدات ودمكها) كل هذه العمليات تتحول لطاقة حركة في الجسيمات وتزداد كلما زاد وزن الجسيمات، فتسقط الجسيمات ذات الوزن الأكبر أولاً ثم يتبعها الأخف منها.

ويحدث بسبب:

- ① من الخرسانة من ارتفاعات عالية.
  - ② إصبع على سطح مائل ميل شديد.
  - ③ كثرة الدمل.
  - ④ التصميم الغير جيد للخلطة (زيادة نسبة المياه).
  - ⑤ أثناء النقل يحدث رج للسيارات الناقلة للخلطة.
  - ⑥ أثناء الخلط (زيادة سرعة الخلطة أو زمن الخلط).
- \* زمن خلط الخلطة = 2 دقيقة



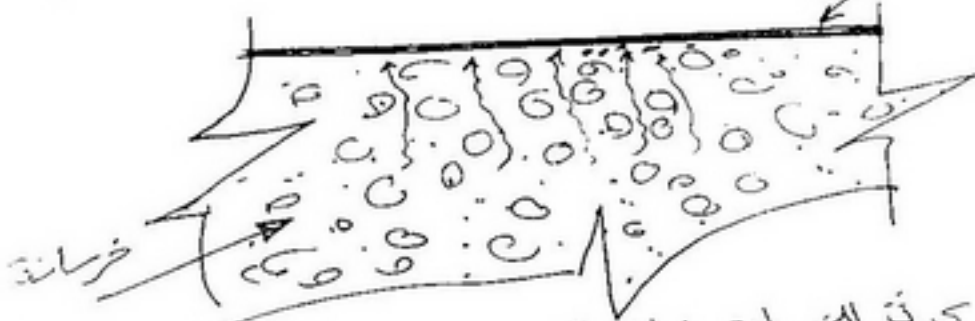
\* ماذا تفعل لتجنب حدوث الاتصال الجببي ؟؟

- ① يتم تصميم الخلطة جيداً.
- ② يتم التحكم في سرعة الخلطة.
- ③ عدم زيادة زمن الخلط عند 2 دقيقة.
- ④ عدم الصب من ارتفاعات عالية.
- ⑤ عدم إصبع على سطح مائل بميل شديد.
- ⑥ عند النقل يجب تجنب الرج للسيارات.
- ⑦ استخدام إضافات كيميائية لتسهيل لتقليل نسبة المياه.

bleeding = لينح

التزيف

سطح الخرسانة



\* ميكانيكية حدوثه: يحدث للخرسانة الطازجة بمجرد صبها في القوالب (الشبان) ارتفاع للمياه بالخاصية الشعرية إلى سطح الخرسانة مما يؤدي لخروج كمية من الأسمنت معها مكونين طبقة ناعمة جداً على سطح الخرسانة (هشة) تعمل فاصل بين الطبقة الحالية والطبقات التالية في حالة الصب على طبقات (ويلزم كشطها)

\* ماهي أسباب حدوثه؟؟ ① زيادة نسبة المياه

② قلة نسبة الأسمنت

③ قلة نسبة الرمل

④ زيادة الرطوبة

⑤ تصميم غير جيد للخلطة الخرسانة

\* كيف نتجنب حدوثه (التزيف)؟؟

① عدم زيادة نسبة ماء الخلط

② زيادة نسبة الأسمنت واستخدام أسمنت ناعم

③ زيادة نسبة الرمل

④ قلة الرطوبة

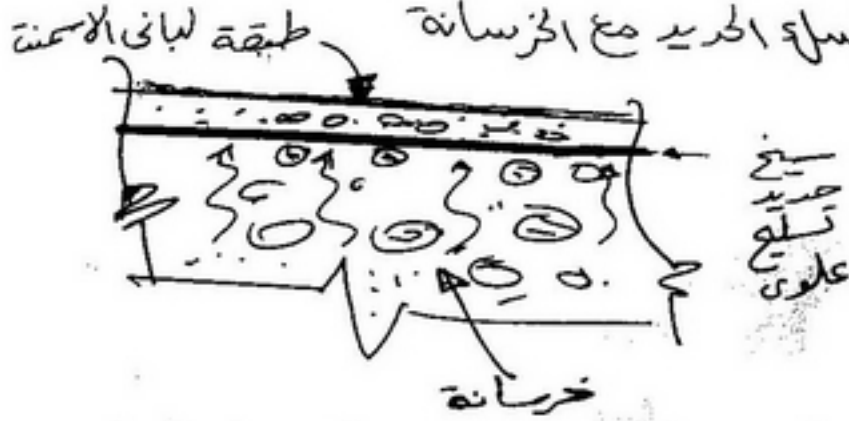
⑤ تصميم جيد للخلطة

⑥ استخدام إضافات لتقليل نسبة المياه وكبسيد لتسغيلية

ماذا الآثار الغير مرغوب فيها للنضج (ما يتركب عليه) ؟؟؟

① نتيجة خروج المياه منها بعض الاسمنت تجعل الخرسانة فقيرة في الاسمنت وتقل مقاومتها.

② خروج المياه يكون فقاعات تحت حديد التسليح مما يؤدي لحروق فراغات ويقلل تماسك الحديد مع الخرسانة



③ نتيجة تكون الطبقة العازلة على السطح تفصل بين طبقات الخرسانة في حالة الصب على طبقات.

كيف نتخلص من النضج اذ احدث ؟؟

يتم كشط الطبقة الهشة العلوية وتنظيف السطح المحرق تماسك مع الخرسانة الجديدة في حالة الصب على طبقات.

⑤: التعشيش

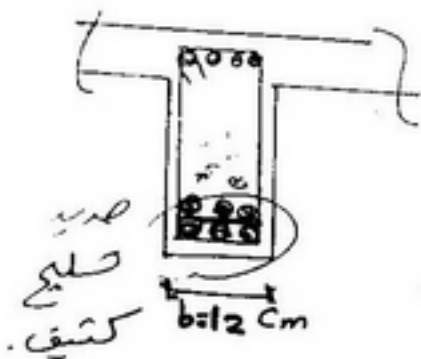
هي ظاهرة تحدث في الخرسانة نتيجة تولد فراغات داخل الخرسانة حدثت

بفعل: ① عدم الدمك الجيد.

② استخدام (N.M.S) كبير

③ نسبة رزط كبيرة في الخلطة.

④ كثافة اسليج التسليح عالية.



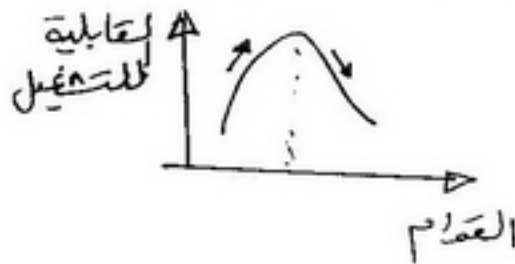
- ما هي آثار التعشيش؟؟
- ① ضعف المقاومة .
  - ② زيادة نفادقة الحرسنة للمياه
  - ③ صرأ صرير التسليح .

ما هي آثار الانفصال المبني؟؟

- ① ضعف المقاومة
- ② حلة التشغيلية
- ③ يتبعه حدوث الانضغ (الترقق)
- ④ حدوث تعشيش .

ما هي العلاقة بين القوام وقابلية للتشغيل؟؟

القوام يعني نسبة المياه في الخلطة وكلما زاد القوام زادت قابلية التشغيل حتى حد معين يثبت عند الانفصال حبيبي فتقل قابلية .





# REVISION MID TERM 2007



جامعة الزقازيق

كلية الهندسة

قسم الهندسة الإنشائية

الفرقة الاولى مدني

تكنولوجيا الخرسانة

مارس ٢٠٠٧

زمن الامتحان ساعة وربع

- ١- اكتب ما تعرفه عن:
  - ١- التفاعل القلوي للركام
  - ٢- ثبات حجم الاسمنت
  - ٣- اذكر اشتراطات صلاحية الإضافات بالكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة.
- ٢- اشرح مع التوضيح بالرسم كيفية اجراء الاختبارات الآتية مع ذكر حدود الكود:
  - ١- تحديد محتوى الطين و المواد الناعمة بالركام
  - ٢- تحديد نعومة الاسمنت
  - ٣- تحديد مقاومة الركام الكبير للتهشيم

٣- أجرى اختبار التحليل بالمناخل على عينه من الرمل والزلط وكانت النتائج كما في الجدول الآتي

فتحة المنخل مم	٤٠	٢٠	١٠	٥	٢,٣٦	١,١٨	٠,٦	٠,٣	٠,١٥	الوعاء
المحجوز بالجرام (زلط)	٤٠٠	٥٠٠٠	٣٠٠٠	١٥٠٠	١٠٠					
المحجوز بالجرام (رمل)					٢٠	١٣٠	١٠٠	٢٦٠	٣٧٠	١١٠

وكان الوزن النوعي والوزن الحجمي لكل من الرمل والزلط ٢,٥ & ١٥٥٠ كجم/م<sup>٣</sup> فاذا خلط الزلط والرمل معا بنسبة ٢ : ١ عين للركام الخليط

- ١- منحنى التدرج الحبيبي
- ٢- معايير النعومة والمقاس الاعتباري الاكبر
- ٣- المساحة السطحية النوعية اذا كانت المساحة السطحية النوعية للرمل ٦٩ سم<sup>٢</sup>/جم وللزلط ٦ سم<sup>٢</sup>/جم
- ٤- وزن وحدة الحجم
- ٤- ما هي اسباب حدوث كل من: الانفصال الحبيبي & نزيف الخرسانة وما هو التأثير السيئ لكل منهم على الخرسانة؟ وأذكر الاحتياطات التي يجب اتخاذها لتلاشي حدوث كل منهم؟
- ٥- ما المقصود بقوام الخرسانة و ما هي العوامل التي تتحكم في تحديد قوام الخرسانة؟ اشرح مع الرسم كيفية اجراء اختبار الهبوط مع رسم الأشكال المتوقعة للهبوط.

مع أطيب التمنيات بالنجاح

أ.د/ حمدي شهاب



السؤال الأول:

أ- أذكر وظيفة كل من:-

الركام - الأسمنت - الماء ( بالخلطة الخرسانية ).

ب- ما المقصود بحرارة إمالة الأسمنت؟ وما هو الأثر الضار لها على الخرسانة.

ج- صف تجربة لتحديد الوزن الحجمي للركام مع ذكر كيفية تعينه.

د- ما ضرر تواجد المواد الناعمة والطين بالركام مع ذكر كيفية التخلص منها.

هـ- ما هي وظيفة الإضافات؟ وما هي تصنيفها مع ذكر سميات ثلاثة أنواع منها مع بيان حدود نسبتها بالخلطة الخرسانية.

و- أجرى تحليل المناخل القياسية لعينتين من الركام " أ " ، " ب " وكانت النتائج كالآتي.

رقم المخل (مم)	٣٨	١٩	٩,٥	٤,٧٦	٢,٨٣	١,٤١	٠,٧٠٧	٠,٣٥٤	٠,١٧٧
نسبة المارة ركام " أ "	١٠	٩٦	٨٤	٦٠	٥٤	٤٢	٣٠	١٢	---
نسبة المارة ركام " ب "	١٠٠	٩٢	٥٢	٢٠	٢٠	٨	٤	٤	---

المطلوب:-

- رسم منحنى التدرج لركام الخليط المكون من رمل ركام " أ " ومن زلط

ركام " ب " والتي تعطي معايير نعومة للركام الخليط ٥,١.

- أيهما أفضل في الخلطة الخرسانية ركام " أ " أو ركام " ب " مع ذكر

السبب.

### السؤال الأول :

فى أحد مواقع الإنشاء بمدينة الزقازيق ، تم إجراء اختبار التحليل بالمناخل على عينة من الرمل وأخرى من الزلط وكانت النتائج كما هى مدونة بالجدول التالى :

Sieve op. ( mm )	40	20	10	5	2.5	1.25	0.63	0.31	0.16	Pan
Commul. % Wt. Ret.	2	19	49	91.5	100					
	"	"	"	1.5	6.5	19.5	37	77	98	100

### المطلوب :

- ١- لرسم منحنى التدرج الحبيبي لكل من الرمل والزلط وكذلك لخليط من الرمل والزلط له معيار نومه = 5.3
- ٢- لوجد المقاس الإعتبارى الأكبر للزلط والركام الخليط.
- ٣- أحسب المساحة النوعية لسطح الركام الخليط إذا علمت أن المساحة النوعية لسطح الزلط  $5 \text{ cm}^2 / \text{gm}$  ، الوزن النوعى للرمل = 2.65 ، وعامل للشكل للرمل = 1.42

### السؤال الثانى :

ضع علامة (✓) أمام الجملة الصحيحة وعلامة خطأ (X) أمام الجملة الخاطئة مع تصحيح الخطأ :

- ١- تزداد مقاومة الخرسانة بزيادة كمية ماء الخلط. X
- ٢- يفضل إستخدام الأسمنت الألوميني فى الأجواء الحارة. X
- ٣- يجب ألا تزيد أملاح الكلوريدات على هيئة  $\text{Cl}^-$  فى ماء الخلط عن ٠,٨ جرام فى اللتر. X
- ٤- المقاومة المبكرة للأسمنت سريع التصلد سببها وجود نسبة كبيرة من الأومينات ثلاثى الكالسيوم. X
- ٥- إضافة مسرعات الشك تكون مفيدة عند صب الخرسانة فى الأجواء الحارة. X
- ٦- يعتبر إختبار الهبوط أحد الإختبارات الهامة فى تحديد قابلية التشغيل للخرسانة فى الموقع. X
- ٧- يحدث الانفصال الحبيبي فى الخرسانة بتكوين طبقة رقيقة من الماء على سطح الخرسانة الطازجة والمصبوبة حديثاً بعد دمكها وتسويتها. X
- ٨- يعتبر القوام اللين للخرسانة مناسب جداً لخرسانات الضخ. X
- ٩- تعتبر حبيبات الركام المفلطح أكثر قابلية للانضغاط عن مثيلاتها الزاوية ولذلك نقل نسبة الفراغات وأيضاً نقل كمية عجينة الأسمنت المطلوبة وتعطى خلطة خرسانية سهلة التشغيل. X
- ١٠- تعرف مقاومة الضغط المميزة للخرسانة بأنها قيمة إجهاد كسر المكعب الخرساني القياسى  $100 \times 100 \times 200 \text{ mm}$  عند ٢٨ يوماً والذي لا يحتمل أن يقل عنه أكثر من ١٠% من عدد نتائج إختبارات تحديد المقاومة أثناء التنفيذ. X

### السؤال الثالث :

- (أ) عرف زمن الشك الابتدائى وزمن الشك النهائى وحدود المواصفات لكل منهما ثم بشرح كيف يمكن تعيينهما عملياً.
- (ب) ما هو المقصود بقوام الخرسانة ؟ وما هى العوامل المؤثرة عليه ؟ بشرح ذلك مستعيناً برسومات بيانية.
- (ج) أذكر تعريف الكود المصرى لتصميم وتنفيذ الخلطات الخرسانية لكل مما يأتى :-  
- رتبة الخرسانة  
- متوسط المقومة المستهدفة  
بين كيف تحدد هذه القيم وما هو مجال إستعمالها ؟

مع أطيب التمنيات بالتوفيق والنجاح ...

## ①- التفاعل القلوي للركام:-

- القلويات الموجودة بالأسمنت عند إذابة الماء تتفاعل مع السيليكا النشطة الموجودة في الركام مكونة مادة جيلا تينية شديدة الإمتصاص للماء وتنفش مسية شروخ الخرمانية.
- لذلك يجب ألا تزيد نسبة القلويات بالأسمنت عن 6 ر.ب.٪

## 2- ثبات حجم الأسمنت:-

- يقصد بذلك عدم زيادة حجم الأسمنت بعد تعمله حيث أن زيادة الحجم تسببه تشويع وتفتت الأسمنت.
- تنتج زيادة الحجم من وجود بعض الشوائب بالأسمنت مثل الجير الغير متحد وزيادة المنجنيز والكبريتات.
- يتم قياس ثبات حجم الأسمنت بطريقة لوشاتيليه.

## 3- اشتراطات ملاحية الإضافات:-

- 1- يجب أن تفي حدود المواصفات القياسية.
- 2- يجب ألا تؤثر تأثيراً ضاراً على الخرمانية أو ملبه الصليح.
- 3- يجب ألا تقل المقاومة الناتجة من استخدام الإضافات عن 15٪ من المقاومة بدون استخدام إضافات.
- 4- يجب أن تكون كمية الإضافات نسبة من وزن الأسمنت وتكون قليلة بغير الإمكان.
- 5- يجب ألا يزيد محتوى أيون الكلوريدات بالإضافات على 2٪ بالوزن من الإضافات.
- 6- يجب عدم إضافة كلوريد الكالسيوم أو الإضافات التي تأسسها الكلوريدات إلى الخرمانية المسلحة.
- 7- يجب ألا يزيد محتوى الهواء بالخلطة ذات الإضافات عن 2٪ من محتوى الهواء في الخلطة بدون إضافات.



## ٤ اختيار تحديد محتوى الطين والمواد الناعمة بالركام:-

وجود الطين والمواد الناعمة بكميات كبيرة يسببه عدم تماسك عجينة الأسمنت مع الركام مما يؤدي إلى ضعف مقاومة الخرسانة.

### ١ الزلط-

- ١- يتم تحضير كمية من الزلط معلومة الوزن ( $w_1$ ) ووضعها على منخل.
- ٢- نسلط تيار من الماء على الزلط حتى يصبح الماء الساقط من المنخل نظيفاً.
- ٣- يتم تخفيف الزلط وتعيين وزنه ( $w_2$ ) ونعين فرق الوزن ( $\Delta w$ ) الذي يمثل وزن الطين والمواد الناعمة بالصينة.



$$\Delta w_1 = w_1 - w_2$$

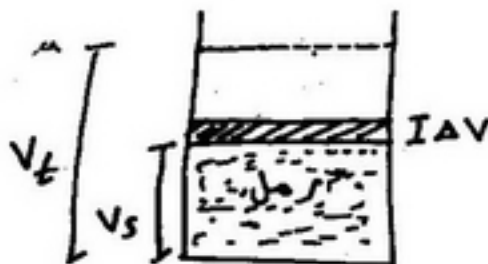
$$\frac{\Delta w}{w} \leq 1\% \quad \text{حدود الكود}$$

### ٢ الرمل-

- ١- نحضر إناء مدرج ونضع به 500 cm<sup>3</sup> ماء ثم نضع رمل حتى يصبح الحجم 100 cm<sup>3</sup> ثم نخفف الماء مرة أخرى حتى يصل الحجم إلى 150 cm<sup>3</sup>.
- ٢- نخرج الإناء جيداً ثم نقوّه على سطح أفقي حتى تتم عملية الترسيب للمواد الناعمة على سطح الرمل ونعين  $\Delta V$

$$\Delta V = V_t - V_s$$

$$\frac{\Delta V}{V_t} \leq 2\% \quad \text{حدود الكود}$$

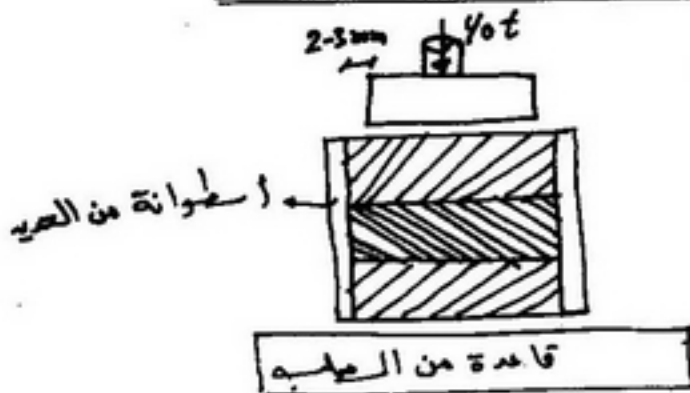


## ② فعومة الأممت :

يتم ليامى فعومة الأممت بأحد طريقتين : ① طريقة نفاذية الهواء ( بلين )  
② " التحليل بالمناخل .

- طريقة التحليل بالمناخل :-

يتم إحضار عينة من الأممت ومخلط على المنخل (رقم ... ) فإذا بقي على المنخل أكثر من ١٠٪ من وزن العينة يكون الأممت خشن .



## ③ مقاومة الركام الكبير للتوشيم :-

- ١- يتم تحضير عينة من الركام وزنها  $w_1$  (الركام المستخدم يجب أن يمر من منخل ١٤ مم ويخزن على منخل ١٠ مم)
- ٢- توضع العينة في أسطوانة من الحديد على ٢ طبقات وتدمك كل طبقة ٢٥ مرة بغطاء الدمل.
- ٣- يتم التأثير على الركام بعمل ٤٠ طن خلال ١٠ دقائق (أى ٤ طن كل دقيقة)
- ٤- يتم رفع الحمل وتفريغ الركام من الأسطوانة على منخل (رقم ٧) ثم يتم هز المنخل فتم المواد الناعمة الناتجة من تطبيق الحمل وتجميع في المواد.
- ٥ - يتم تعيين وزن المواد الناعمة  $w_2$

$$\text{معامل التوشيم} = \frac{w_2}{w_1} \times 100$$

الركام يستخدم في أعمال الخرسانة ٤٥ ≤  
" " " " الطرق ٣٥ ≤  
" " " " الخرسانة ٤٥ →  
الطعام



حجم الفتحة	زلط				رمل			
	المعبور	طبقة المعبور	نسبة الزاكي المعبور	% passing	المعبور	نسبة المعبور	نسبة الزاكي المعبور	% passing
40	400	4	4	96	0	0	0	100
20	5000	50	54	46	0	0	0	100
10	3000	30	84	16	0	0	0	100
5	1500	15	99	1	20	2	2	98
2.36	100	1	100	0	130	13	15	85
1.18	0	0	100	0	100	10	25	75
0.6	0	0	100	0	260	26	51	49
0.3	0	0	100	0	370	37	88	12
0.15	0	0	100	0	110	11	99	1
الرماد	0	—	—	—	10	—	—	—
$\Sigma$	10000	—	741		1000	—	280	

الخليط — رمل : زلط  
2 : 1

$$x = \frac{1}{3} \text{ نسبة الرمل}$$

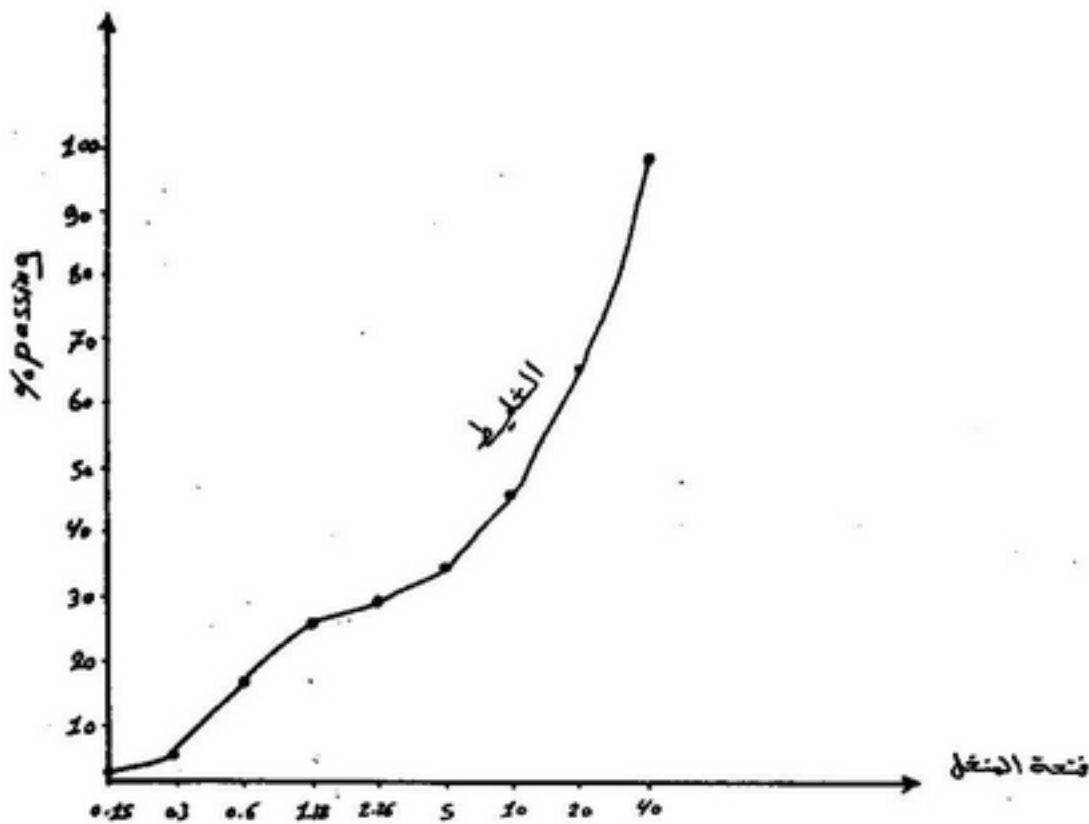
$$y = \frac{2}{3} \text{ نسبة الزلط}$$

$$\% \text{ passing } (M) = \% \text{ passing } (S) * x + \% \text{ passing } (G) * y$$

نسبة الرمل + نسبة الزلط = نسبة الرمل \* الخلية + نسبة الزلط

فتحة النقل	40	20	10	5	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
% passing	97.33	64	44	33.33	28.33	25	16.33	4	0.33

$$\Sigma = 31265$$



معيار الغومة  $F.M = \frac{900 - \sum \% \text{ passing}}{100} = \frac{900 - 312.65}{100} = 5.87$  (ع)

المقاس الاعلى المسموح به  $N.M.S = 40 \text{ mm}$

$SP.S.A(M) = SP.S.A(S) * X + SP.S.A(G) * Y$  (ع)

$= 69 * \frac{1}{3} + 6 * \frac{2}{3} = 27 \text{ cm}^2/\text{gm}$

## ④ أسباب حدوث الانفعال الحبيبي

- ١- التصميم الغير جيد للخلطة الخرسانية
- ٢- زيادة سرعة الخلطة ومدة الخلط
- ٣- تفريغ الخلطة من مسافة غير مناسبة
- ٤- الصب من ارتفاعات كبيرة
- ٥- زيادة قوة الدمك وزمن الدمك

تأثيره :- ١- نقص مقاومة الخرسانة.  
٢- الحصول على خليط غير متجانس.

## الاحتياطات لتلاشي الانفعال الحبيبي :-

- ١- التصميم الجيد للخلطة الخرسانية.
- ٢- العناية بعمليات مناعة الخرسانة. (خلط - نقل - صب - دمك)
- ٣- زيادة تمامك الخرسانة بزيادة نسبة  $\frac{C}{G} < \frac{K}{G}$  وتقليل  $\frac{W}{C}$

## \* أسباب حدوث التزيق (النفخ)

- ١- نقص المواد الناعمة مثل الأسمنت والرمل.
- ٢- الخلطات مبتلة جدًا.
- ٣- زيادة زمن الدمك.
- ٤- استخدام أسمنت خشن

المزارة :- يعود المواد الناعمة للطرح مما يفقد الخرسانة المقاومة المبكرة.

- ٢- ضعف المقاومة نتيجة وجود فجوات هوائية.
- ٣- سريان الماء داخل الخرسانة مما يسبب صدأ الحديد.

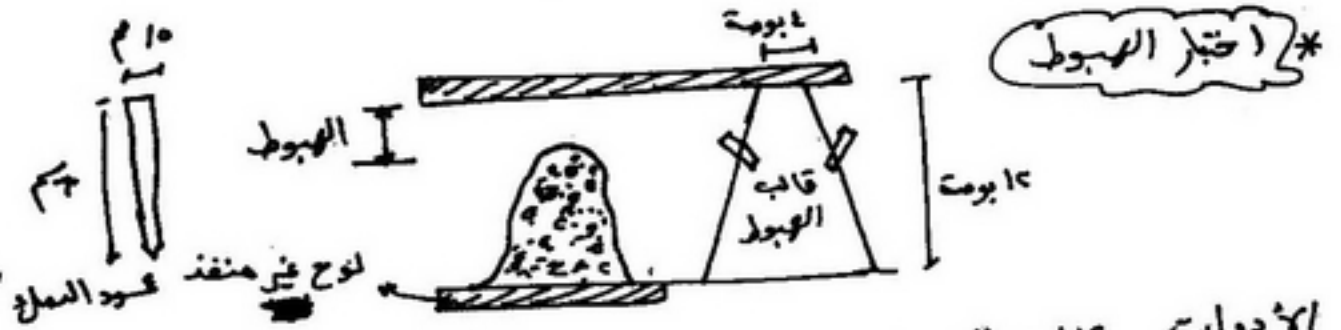
## الاحتياطات :- ١- التصميم الجيد للخلطة.

- ٢- عدم زيادة نسبة المياه بالخلطة
- ٣- استخدام أسمنت ناعم
- ٤- استخدام إضافات لتعديل التزيق

٥) قوام الخرسانة: هو درجة بلل الخرسانة أو النسبة بين الماء والسواد الجاف بالخرسانة.

\* العوامل التي تتحكم في تحديد قوام الخرسانة:

- ١- طبيعة المناء.
- ٢- أبعاد التغطيات الخرسانية.
- ٣- كثافة أسياخ التسليح.
- ٤- مدى توافر المعدات لتصنيع الخلطة الخرسانية.



الأدوات قالب الهبوط - عمود الدمك.

الخطوات

- ١- ينظف سطح الداخل للقالب بحيث لا توجد به أى مياه أو آثار خرسانية.
- ٢- يوضع القالب على سطح أفقى أملس غير منفذ للماء ويثبت جيداً.
- ٣- يملأ القالب على ٣ طبقات كل طبقة تدمك ٢٥ مرة بواسطة عمود الدمك.
- ٤- يتم تسوية سطح الطبقة العليا بعد دمكها مع حافة القالب.
- ٥- يرفع القالب بعد ملئها مباشرة ببطء فى اتجاه رأسى.
- ٦- يقياس مقدار الهبوط بعد رفع القالب مباشرة وهذا الفرق بين ارتفاع القالب وارتفاع مركز عينة الخرسانة.





## ⊗ زمن الشك الابتدائي :-

الفترة الزمنية بين إضافة الماء للأسمنت ولحظة نفاذ دايرة جهاز قيكات (قطرها 1.4 مم) تحت تأثير وزنها إلى مسافة 0 مم تقريباً من قاع قالب جهاز قيكات .

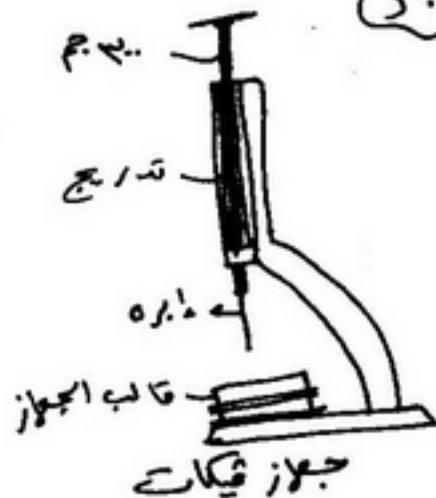
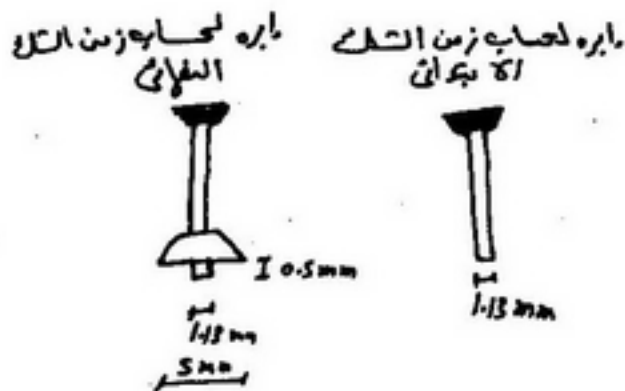
- يجب ألا يقل عن ٤٥ دقيقة ← O.P.C أَسْمَنْت بورتلاندى عادى .
- " " " " ٣٠ دقيقة ← R.H.P.C " " سريع التصلد .

## ⊗ زمن الشك النهائي :-

الفترة الزمنية بين إضافة الماء للأسمنت والحلقة التي تترك في قعر دايرة جهاز قيكات أثر في عجونة الأسمنت دون ظهور الجزء الأثرى حولها عند سقوطها تحت تأثير وزنها .

- يجب ألا يزيد عن ١٠ ساعات .

## ⊗ الاختبار



الأدوات :- جهاز قيكات مع الابر الخاصة لحساب زمن الشك .

## الخطوات :-

- (1) يتم إحضار كمية من الأسمنت و يتم تعيين كمية الماء القياسية لإدخالها الكمية التي تسمح بنفاذ الطرف الأسطواني لجهاز قيكات مسافة 0-7 مم من قاع قالب الجهاز .



(2) احضار كمية من الأسمنت (٤٠٠ جم) وإضافة كمية الماء القياسية التي تم تحديدها ويتم الخلط لمدة  $1 \pm 0.5$  دقيقة.

(3) يملأ قالب الجواز دفعة واحدة بعجينة الأسمنت مع تسوية سطح القالب مع سطح العجينة وذلك بمسطرين (١٢٠ جم).

(4) يتم ترك البيرة الخاصة بحساب زمن الشك الابتدائي للسقوط تحت تأثير وزنها والجزء الأسطواني معاً (٢٠٠ جم) في مواضع مختلفة من العينة.

(5) يحدد زمن الشك الابتدائي بأنه الفترة الزمنية منذ لحظة إضافة الماء للأسمنت ولحظة نفاذ البيرة في عجينة الأسمنت كمافة  $1 \pm 0.5$  مم من قاع القالب.

(6) يتم استبدال بيرة الشك الابتدائي ببيرة الشك النهائي وترك للسقوط تحت تأثير وزنها في مواضع مختلفة من العينة.

(7) يحدد زمن الشك النهائي بالفترة الزمنية بين لحظة إضافة الماء للأسمنت ولحظة ترك البيرة لثرفي عجينة الأسمنت دون ظهور الأثر الدائري حولها.

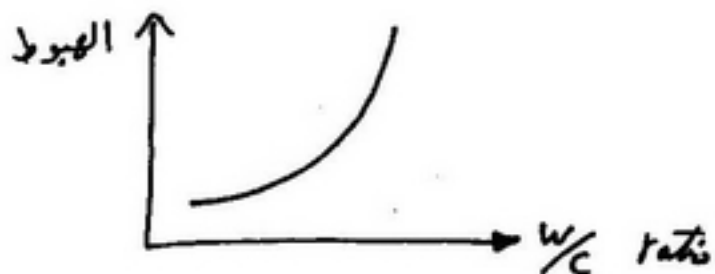
\* قوام الخرسانة: درجة بلل الخرسانة ذو النسبة بين الماء والمواد الجافة بالخرسانة

\* العوامل المؤثرة على قوام الخرسانة.

① نسبة مكونات الخرسانة

② نسبة الماء إلى الأسمنت  $\frac{w}{c}$

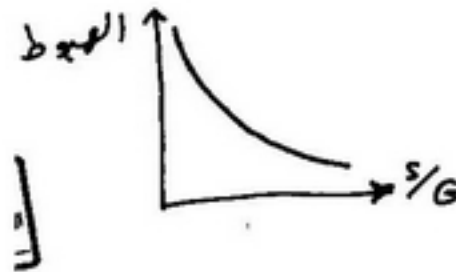
كما زادت كلما زاد البلل وبالتالي الهبوط



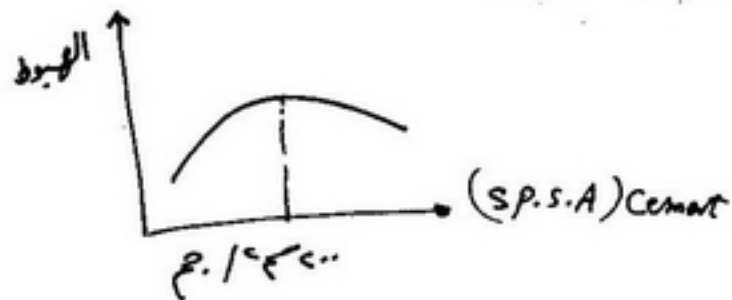
ج) نسبة الأسمنت للركام  $\frac{C}{agg.}$  - كلما زادت يزداد الهبوط



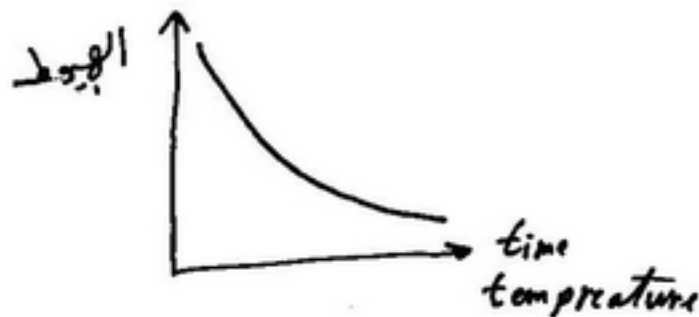
د) نسبة الرمل إلى الزلط  $\frac{S}{G}$  - كلما زادت يقل الهبوط لزيادة المساحة السطحية.



هـ) نعومة الأسمنت



و) درجة الحرارة و الزمن بين المخلوط وإجراء اختبار الهبوط



ز) المقاسي الاعتبار الأخرى N.M.S

يزداد الهبوط بزيادة N.M.S بسبب زيادة وزن الجزيئات.

• رتبة الخرسانة :- قيمة لا جبراً كسر المكعب الخرسانة القياسي  
 150 \* 100 \* 100 مم بعد 28 يوم من الصب والتي لا يحتمل أن يقل عن 1 كتر  
 من 0.5 % من نتائج الاختبار.

④ المقاومة المتوسطة المستهدفة:  $F_H$

المقاومة التي يتم على أساسها تصميم الخلطة الخرسانية

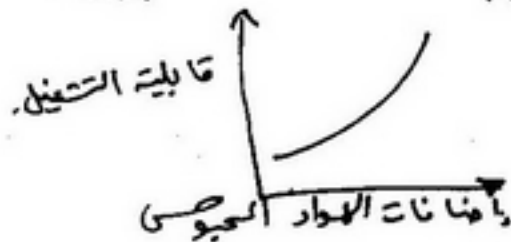
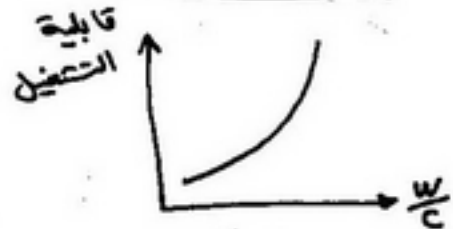
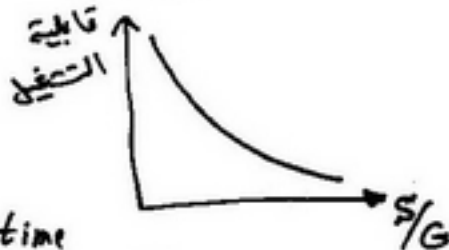
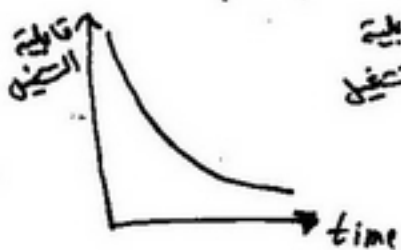
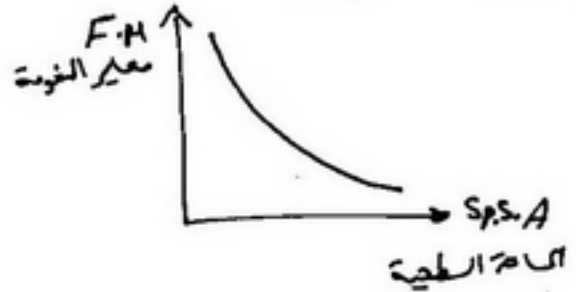
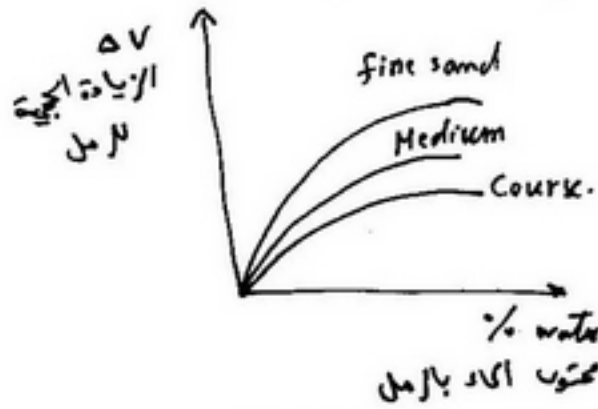
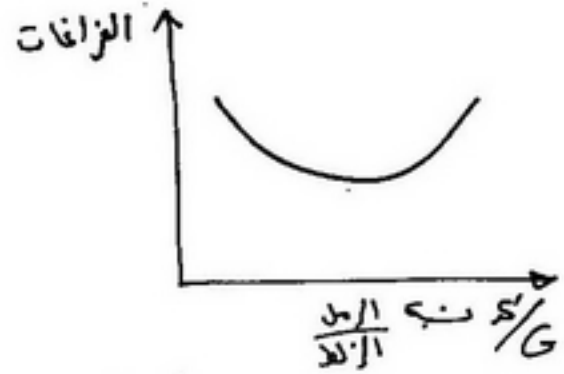
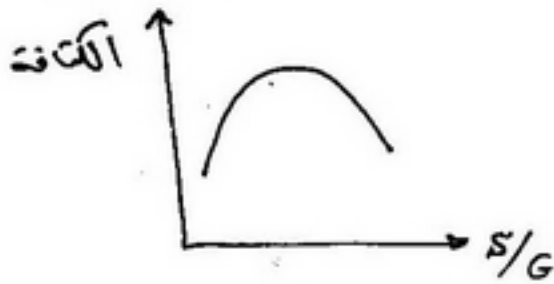
$$F_H = F_{cu} + M$$

⑤ اقترح نوع الأسمنت وإضافات الأعمال الآتية:

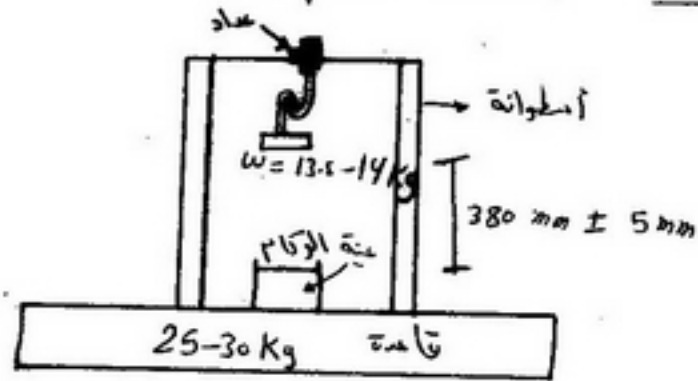
إضافات	الأسمنت	* صب الخرسانة في الأجواء الباردة
مسرعات التصلد	بورتلاند سريع التصلد	* السدود
مبطات الثلج	أسمنت منخفض الحرارة	* خرسانة خفيفة
إضافات الهواد للمخس	" بورتلاند عادي	* تغليف آبار البترول
مبطات الثلج	منخفض الحرارة	* إنتاج خرسانة كتلية
مبطات الثلج	منخفض الحرارة	* صب الخرسانة في الكؤيود الحارة
" "	" "	* إنتاج خرسانة عالية المقاومة
الملدنات	—	* " " ذات ركام بارز
مبطات الثلج	—	* " " انتعاش من التسرع مبكراً
" "	سريع التصلد	

# \* اذكر القوام المناسب للحالات الآتية :-

قوام رخو	* خرسانة منخ
لدن "	* خرسانة هيكل لمشاعدي
مبتل "	* كثيفة التسليح
مهلج "	* " قليلة "
جاف "	* سائقة التجويز
مبتل "	* خرسانة أساسات عادية



## ⑤ معامل الصدم Impact modulus



- ① يتم تحضير عينة من الركاب البار من منغل ١٤ مم والمحبوز على منغل ١٠ مم وزن ١١
- ② يتم إجراء التجربة بإجراء ١٥ صدمة للركاب خلال ١٥ ثانية بواسطة حمل ١٤ - ١٦ كجم
- ③ يتم وضع العينة على منغل ١٧٠.٧ (2.38 mm) ووزن البار  $w_2$

$$(Toughness) (Impact\ value) = \frac{w_2}{w_1} * 100$$

$$Impact \begin{cases} \rightarrow \leq 45 & \text{لأعمال الغمر المائية} \\ \rightarrow \leq 30 & \text{لأعمال الطرق} \\ \rightarrow > 45 & \text{لأعمال الغمر المائية الغمرائية} \end{cases}$$

## ⑥ اختبار الصلادة. جبر عن مقاومة الركاب للبري.

- يتم إجراء الاختبار بماكنة لوس (لنجلوس)
- يتم وضع الركاب العلوم الوزن  $w_1$  والبار من منغل ١٤ مم والمحبوز على منغل ١٠ مم داخل الماكينة
- يتم تشغيل الماكينة حتى ٥٠٠ دورة ثم يتم وزن الركاب  $w_2$
- $\frac{w_2}{w_1} \neq 20\%$
- \* العينة عبارة عن أسطوانة قطرها ٢٥ مم وارتفاعها ٢٥ مم.



## "Mix design"

تصميم الخلطة الخرسانية

الهدف من تصميم خلطة الخرسانة :-

الحصول على تسليد كليات المواد ( رمل - زلط - أسمنت - مياه )  
التي تحقق للقوام و للقابلية للتشغيل و للمقاومة المطلوبة.

### Methods :

- (1) Absolute Volume (طريقة الحجم المطلق)
- (2) A.C.I = American Concrete Institute  
طريقة معهد الخرسانة الأمريكي
- (3) B.S = British Standard Specification  
طريقة المواصفات القياسية البريطانية
- (4) Cairo university (طريقة جامعة القاهرة)
- (5) Ain shams university (Surface Area)  
طريقة مساحة السطوح (جامعة عين شمس)

No. (4) : sheet (5)

Given : grading curve منحني التدرج

$X = 0.25 \Rightarrow (4.76) \%$   
نسبة الرمل

$Y = 0.75$   
نسبة الطرط

$W_c = 350 \text{ kg/m}^3$

$\frac{W_w}{W_c} = 0.45 \Rightarrow W_w = 0.45 \times 350$

$W_w = 157.5 \text{ kg}$

$G_s = G_g = 2.65$

$G_c = 3.15$

$G_w = 1$

$\frac{W_c}{G_c} + \frac{W_w}{G_w} + \frac{W_s}{G_s} + \frac{W_g}{G_g} = 1000 \text{ lit}$

$\frac{350}{3.15} + \frac{157.5}{1} + \left( \frac{W_s + W_g}{2.65} \right) = 1000$

$\therefore (W_s + W_g)_{\text{الحصى}} = 1938.18 \text{ kg}$

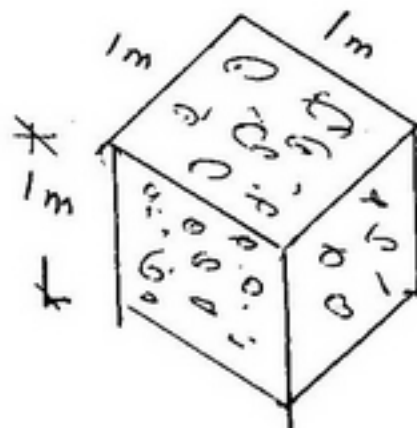
## (1) Absolute Volume Method :

$$G_w = 1$$

وزن خالص  
المياه

$$G_c = 3.15$$

وزن خالص  
الاسمنت



$$\frac{W_c}{G_c} + \frac{W_w}{G_w} + \frac{W_s}{G_s} + \frac{W_g}{G_g} = 1000 \text{ lit}$$

الاسمنت      المياه      الرمل      الزيت

if  $\Rightarrow$  air-entrained خرسان جوفاء

$$e = \text{void ratio} = \left( \frac{W_c}{G_c} + \frac{W_w}{G_w} + \frac{W_s}{G_s} + \frac{W_g}{G_g} \right) = 1000(1-e)$$

if admixture = إضافات

$$W_{admix} = e$$

$$\frac{W_c}{G_c} + \frac{W_w}{G_w} + \frac{W_s}{G_s} + \frac{W_g}{G_g} + \frac{W_{admix}}{G_{admix}} = 1000(1-e)$$

$$W_s = x \cdot (W_s + W_g) = 0.25 (1938.18)$$

$$W_s = 484.5 \text{ kg}$$

$$W_g = y \cdot (W_s + W_g) = 0.75 (1938.18)$$

$$W_g = 1453.63 \text{ kg}$$

النسبة بالوزن : نسبة من وزن الأسمدة

C	W	kg	G	
350	157.5	484.5	1453.63	$W =$
1	0.45	1.384	4.15	$W_g$
				النسبة بالوزن
				زيت
				مياه
				أسمدة

نسبة كل الأوزان على وزن الأسمدة = 350

$$V = \frac{W}{\gamma}$$

بالنسبة للزيت :

C	W	kg	G	
350	157.5	484.5	1453.63	$V = \frac{W}{\gamma}$
7	157.5	$\frac{484.5}{1600}$	$\frac{1453.63}{1600}$	
7	157.5	0.3	0.9	$m^3$

if not given :  $\gamma_s = \gamma_g = (1500 \rightarrow 1700) \text{ kg/m}^3 \rightarrow 1600$



No. ③ :

✓  $W = 80 \text{ kg}$  (الوزن) المسألة

✓  $V_s = 0.065 \text{ m}^3$

✓  $V_g = 0.095 \text{ m}^3$

→  $V_{\text{water}} = 27 \text{ lit} = 27 \text{ kg}$

$\gamma_s = 1580 \text{ kg/m}^3$  ,  $\gamma_g = 1620 \text{ kg/m}^3$

$G_s = 2.62$  ,  $G_g = 2.6$

∴  $W_s = V_s \times \gamma_{\text{sand}} = 0.065 \times 1580 = 102.7 \text{ kg}$   
وزن الرمل

$W_g = V_g \times \gamma_g = 0.095 \times 1620 = 153.9 \text{ kg}$   
وزن الزيت

(5)

حساب حجم هذه العينة

$$\frac{w_c}{G_c} + \frac{w_w}{G_w} + \frac{w_g}{G_g} + \frac{w_s}{G_s} = V$$

حجم العينة

$$\frac{50}{3.15} + \frac{27}{1} + \frac{153.9}{2.6} + \frac{102.7}{2.82} = V$$

$$\therefore V = 141.2 \text{ lit}$$

حجم العينة

$$\therefore \text{الكميات المطلوبة} = \left( \frac{1000}{141.2} \right) \times \text{الكميات المعطاة}$$

$$\therefore w_c = 50 \times \frac{1}{0.1412} = 354.1 \text{ kg}$$

$$\therefore w_w = 27 \times \frac{1}{0.1412} = 191.2 \text{ kg}$$

$$\therefore w_s = 102.7 \left( \frac{1}{0.1412} \right) = 727.33 \text{ kg}$$

$$\therefore w_g = 153.9 \left( \frac{1}{0.1412} \right) = 1089.9 \text{ kg}$$

كمية	G	w	C
2.05	3.07	0.539	1

التي  
بالوزن

قسمنا كل الأوزان على (354.1) وزن الإسمنت

# Cairo University Method

## طريقة جامعة القاهرة Design of concrete Mix

Sheet (S) No(S)

2.4	4.76	19	38	المخل (م)
25				% Pass

$\therefore$  نسبة الرمل في الخليط = 4.76 من 2.4  
 $\therefore x = 0.25$

نسبة الركام في الخليط = 0.75  
 $\therefore y = 0.75$

من الجدول (M.N.S) المقاس الاعتيادي الاكبر للركام  
 $38\text{mm} \approx 40\text{mm}$

نسبة الخرسانة قوامها (لبن)

\* مقاومة الخرسانة بعد 28 يوم =  $400 \text{ كجم/سم}^2$

Sol:

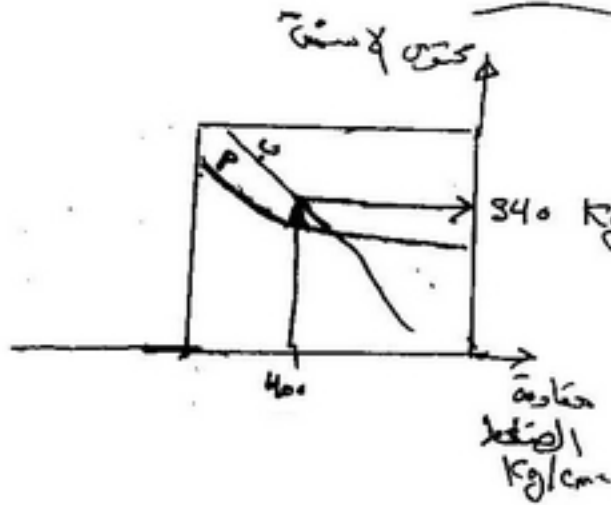
II يتم كد = اسم المنحنى المدرج كجيبس

أ، ب، ج، د، هـ، و، ز، ح

ندخل عند 4.76 ← % Pass = 25

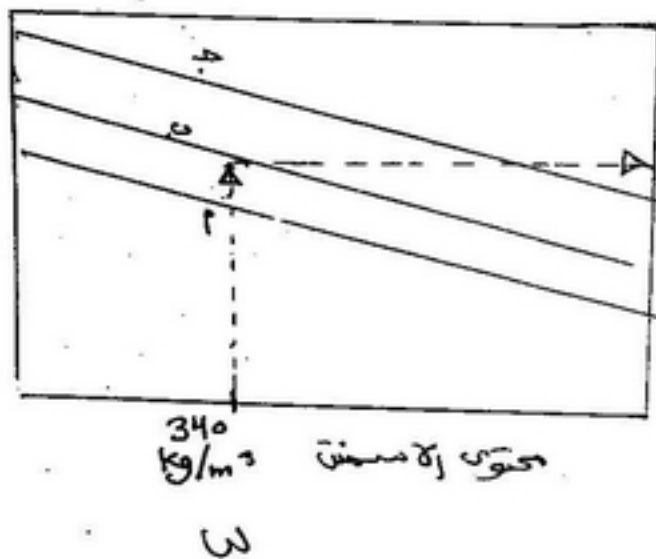
∴ ينطبق مع المنحنى (ب)

III من المنحنى (٣-١١)



$W = 340 \text{ Kg}$   
Cement

IV تحديد محتوى الماء في الخلطة:



150 Lit/m³  
مستوى  
المياه  
في الخلطة

$W_{\text{water}} = 150 \text{ Kg}$



\* Using Absolute Volume Method:

الحجم المطلق

$$\frac{W_{\text{Cement}}}{G_{\text{Cement}}} + \frac{W_{\text{Gravel}}}{G_{\text{Gravel}}} + \frac{W_{\text{Sand}}}{G_{\text{Sand}}} + \frac{W_{\text{Water}}}{G_{\text{Water}}} = 1000 \text{ Li}$$

$\uparrow$  3.15       $\uparrow$  2.65       $\uparrow$  2.65

$$\frac{340}{3.15} + \frac{(W_{\text{Gravel}} + W_{\text{Sand}})}{2.65} + \frac{150}{1} = 1000 \text{ lit}$$

$$\therefore (W_{\text{Gravel}} + W_{\text{Sand}}) = 1966.46 \text{ Kg}$$

أو الركام

$$\therefore W_{\text{Sand}} = 0.25 (1966.46) = 491.6 \text{ Kg}$$

$$\therefore W_{\text{Gravel}} = 0.75 (1966.46) = 1474.8 \text{ Kg}$$

\* للحصول على نسب الخلطات بالوزن :-

Cement	Gravel	Sand	Water
340	1474.8	491.6	150
1	4.4	1.44	0.44

الوزن (كجم)

النسب بالوزن

نسبة مترية بسيطة

نسبة تقسيم 340 (وزن 1 مترية)

# A.C.I Method

American concrete institute

"معهد الخرسانة الأمريكي"

\* نوع المنشأ  $\rightarrow$  Caissons  $\rightarrow$  قيسونات (أساسات عميقة)

\* نوع الدماء (بالهزاز الميكانيكي)

\*  $MNS = 40 \text{ mm}$

\* الخرسانة المستخدمة ذات هواء محبوس.

(air-entrained)

"يستخدم مضخات الهواء المحبوس"

\* مقاومة الضغط =  $350 \text{ كجم/سم}^2$  بعد 28 يوم من الصب

\* معايير التربة للرمال =  $\frac{2.6}{F.M}$

Sol. Mechanical vibrators

المنشأ = قيسونات  $\rightarrow$  Caissons  $\rightarrow$  أساسات عميقة ضخمة

table ①

(الهبوط) slump

	Max slump	Min slump
Caissons $\rightarrow$	10 cm	7.5 cm

نقطة ١ - تقسيم \* (٣) لعمود  
هزاز ميكانيكي

$$S_{\text{ump}} = \left(10 \pm \frac{2}{3}\right) \xrightarrow{\text{max}} \left(7.5 \pm \frac{2}{3}\right) \xrightarrow{\text{min}}$$

$$= 6.7 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm OK}$$

② Water requirements (Kg/m<sup>3</sup>)

$w_{\text{water}} = ?$

→ table (3)

البيط slump	20	M N 5 40	50	70
non air entrained				
air entrained		145		
air entrained		4.5 %		

$$\therefore w_{\text{water}} = 145 \text{ Kg/m}^3$$

$$e = \frac{4.5}{100} = 0.045$$

نسبة الهواء المحبوس

Table (5)

(عمر و د. ب. ب. ب. ب.)

Strength	W/C non-air	W/C air
350	XXX	0.4

$$w_{\text{water}} = 0.4$$

$$w_{\text{cement}}$$

$$w_{\text{cement}} = \frac{w_{\text{water}}}{0.4} = \frac{145}{0.4} = 362.5 \text{ kg}$$

Table (7) Volume of Coarse aggregate

حجم رگم زشتن (بکیر) = حجم (م³)

M.N.S درجه و بکیر	F.M. 2.4	F.M. 2.6	F.M. 2.8
25 40 mm 50		0.74 m³	



$$\therefore W_{\text{gravel}} = \downarrow \times \gamma$$

$$= 0.74 \times 1600 = 1184 \text{ kg}$$

$\text{m}^3$        $\text{kg/m}^3$   
       $\text{ver}$

⇒ Using Absolute Volume Method

$$\frac{W_{\text{cement}}}{G_{\text{cement}}} + \frac{W_{\text{water}}}{G_{\text{water}}} + \frac{W_{\text{sand}}}{G_{\text{sand}}} + \frac{W_{\text{gravel}}}{G_{\text{gravel}}} = 1000(1-e)$$

$$\frac{W_{\text{total}}}{1000} = 1000(1-e)$$

(e) فراغت في الخلطة

$$\therefore \frac{362.5}{3.15} + \frac{145}{1} + \frac{W_{\text{sand}}}{2.65} + \frac{1184}{2.65} = 1000(1-0.04)$$

$\text{فرغ}$        $\text{فرغ}$

$$\therefore W_{\text{sand}} = \boxed{657.53} \text{ kg}$$

**(7)**

## نسب المكونات بالوزن

الاسمنت	رمل	حصى	ماء
C	G	S	W
362.5	1184	657.53	145
1	3.266	1.81	0.4

الوزن (كجم)

النسب بالوزن

إجمالي 362.5

## نسب المكونات بالحجم

الاسمنت	رمل	حصى	ماء
C	G	S	W
$\frac{362.5}{2.5}$	$\frac{1184}{1600}$	$\frac{657.53}{1600}$	145 Lit
= 7.25 مكعب	= 0.74 m <sup>3</sup>	= 0.41 m <sup>3</sup>	

الحجم ب (م<sup>3</sup>)

مكعب رمل = 0.74 مكعب

الوزن  
(الكثافة الحجمية)  
 $\gamma$

$$\gamma_{sand} = \gamma_{gravel} = 1600 \text{ kg/m}^3$$

⑤ Reinforced Foundation, Walls Footings  
أساسات، جدران، وأساسات

⑥ plain footing  
قواعد عادية

⑦ Caissons  
كيسونات

⑧ Substructure walls  
جدران البنية التحتية

⑨ slabs (الأسقف)  
الأسقف (الأسقف)

⑩ Reinforced walls  
الجدران المسلحة

⑪ Building Columns  
العمود

⑫ Pavements  
الطرق

⑬ Heavy mass Construction  
البناء الثقيل (البناء)

20  
1435

B.S.S

British standard specifications  
طريقة المواصفات القياسية البريطانية

No. 7 : Sheet (5) : (B.S.S)

١- نوع الركام كسر حجارة  
(Crushed)  
٢- نوع الإسمنت اسمنت بورتلاند عادي  
Ordinary Portland Cement  
(O.P.C)

٣-  $M.N.S = 20 \text{ mm}$

٤-  $Slump = (10 \rightarrow 30) \text{ mm}$   
الصبغة

٥- المقاومة بعد ٢٨ يوم تساوي  $(400 \text{ كجم/سم}^2)$

٦- معيار الانغوص للرمول  $F.M = 2.6$

٧- الركام لصغير (الرمول) يقع في منطقة رقم (3)  
Zone (3)

Sol.  
↓

P. (148) Book

III



# Step 1: Water Content

المرحلة aggregate		Water Content. kg/m <sup>3</sup>			
M.N.S	type	slump 0 → 30 mm	slump 10 → 30 mm	Slump 30 → 60	slump 60 → 180
10	uncrushed				
	crushed				
20	uncrushed				
	crushed		190		
40	uncrushed				
	crushed				

$\therefore W_{\text{water}} = 190 \text{ kg}$

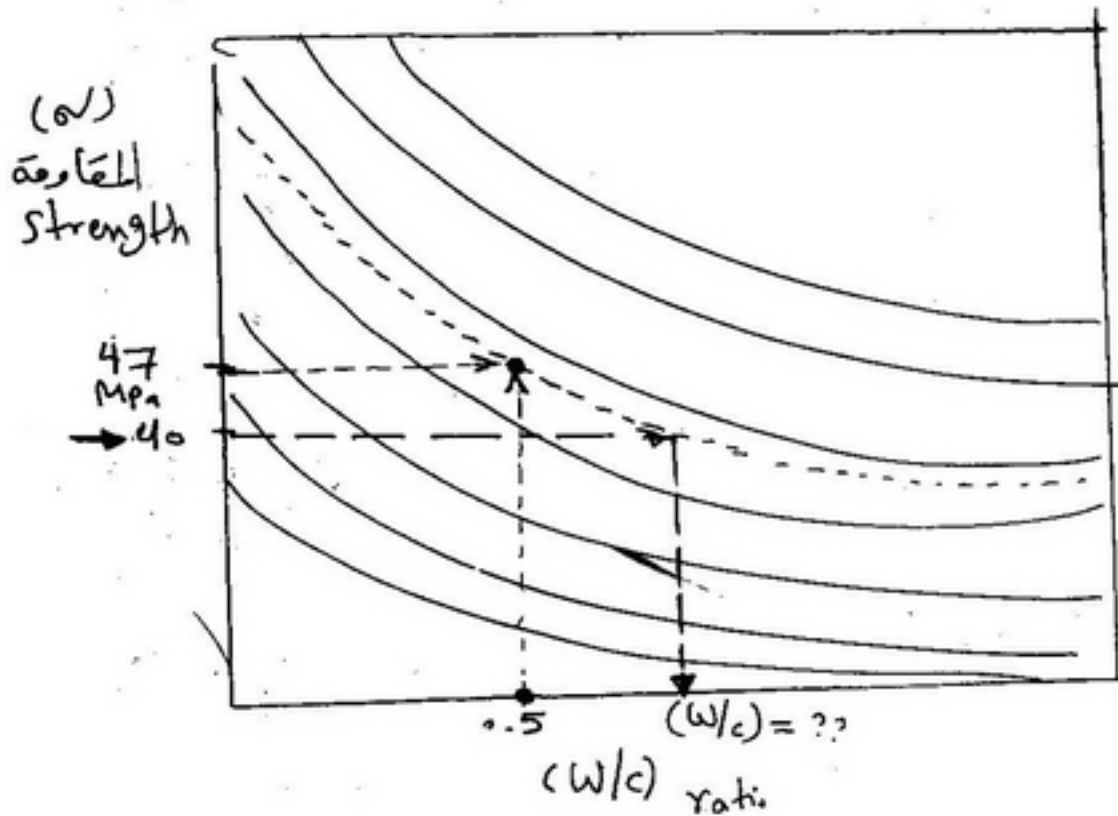
## Step 2:

المادة المتبقية من الماء  
if  $\frac{W}{C} = 0.5$

نوع الإسمنت		age (days)			
نوع الإسمنت		3	7	28	91
O.P.C بوتلاند	uncrushed				
S.R.P بوتلاند مع الماء	crushed			47	
R.H.P بوتلاند مع الماء	uncrushed				
	crushed				

$\therefore \sigma_{\text{concrete}} = 47 \text{ MPa}$  if  $\boxed{\frac{w}{c} = 0.5}$   
 $= \boxed{470 \text{ kg/cm}^2}$

step ③ From Curve P. 152



- (A) يتم توقيع النقطة  $(\frac{w}{c} = 0.5)$  مع  $(\sigma_c = 47)$
- (B) يتم رسم منحنى (.....) يمر بالنقطة المرسومة.
- (C) يتم الدخول بالقيمة  $(\sigma = 400)$  المطلوبة في مائدة
- على هذا المنحنى كبريد و للحصول على  $(\frac{w}{c})$  كبريد.
- $\therefore (w/c) = 0.55$

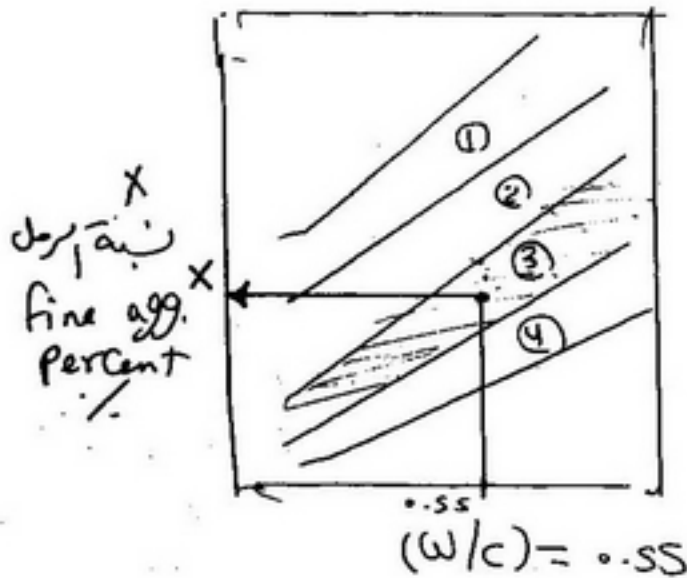
$$\therefore W_c = \left( \frac{W_w}{(W/C)} \right) = \left( \frac{190}{0.55} \right) = 345.45 \text{ kg}$$

وزن الإسمنت

Step ④

P. (150)

Curve slump = (10 → 30) mm



$$\therefore X = 0.27 \quad \text{نسبة الرمل}$$

$$\therefore Y = 1 - X = 0.73 \quad \text{نسبة الخشن}$$

Step ⑤

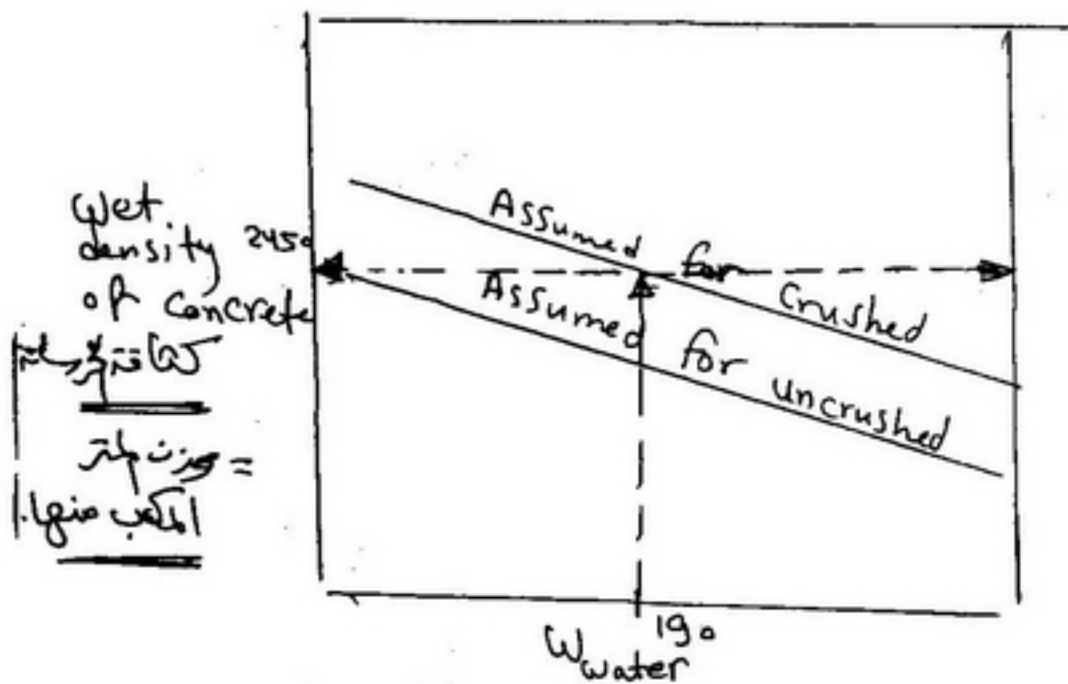
using Absolute  
Vol. =

Step ⑤

using curve

P. (152)





$$W_{concrete\ mix} = 2450 \text{ kg/m}^3$$

$$\therefore W_{concrete} = W_c + W_w + W_s + W_g$$

$$2450 = 345.45 + 190 + (W_s + W_g)$$

$$\therefore (W_s + W_g) = 1914.55 \text{ kg}$$

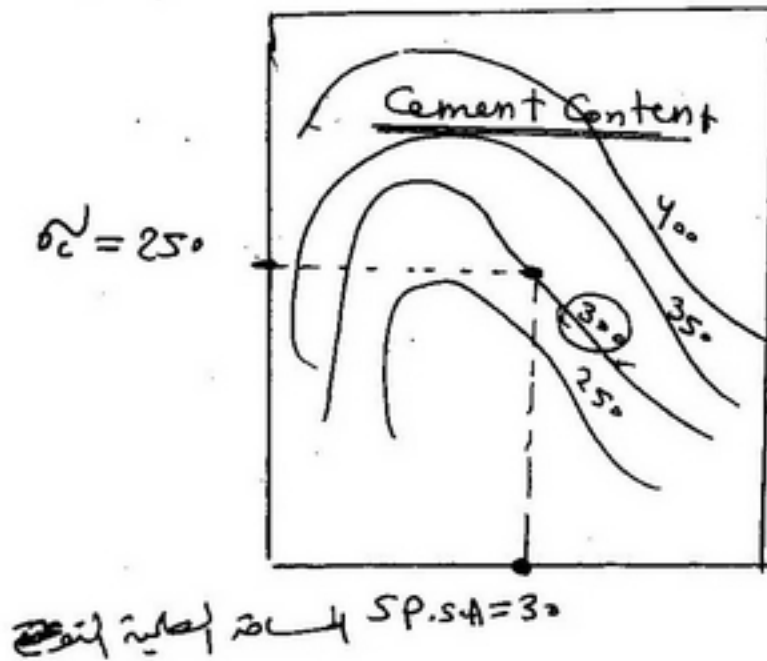
$$\therefore \underline{W_s} = X \times 1914.55 = 516.92 \text{ kg}$$

$$\therefore \underline{W_g} = Y \times 1914.55 = 1397.6 \text{ kg}$$

No-8 : Surface Area Method  
طريقة مساحة السطح  
(جامعة عين شمس)

- $\rho_c = 2500 \text{ kg/cm}^3$   
 →  $G = 2.76$   
 العزل النوعي للخرق  
 →  $SP.S.A = 30 \text{ cm}^2/\text{gm}$   
 → workability = القابلية للتشغيل (متوسطة)

Sol: Step ① Medium workability.

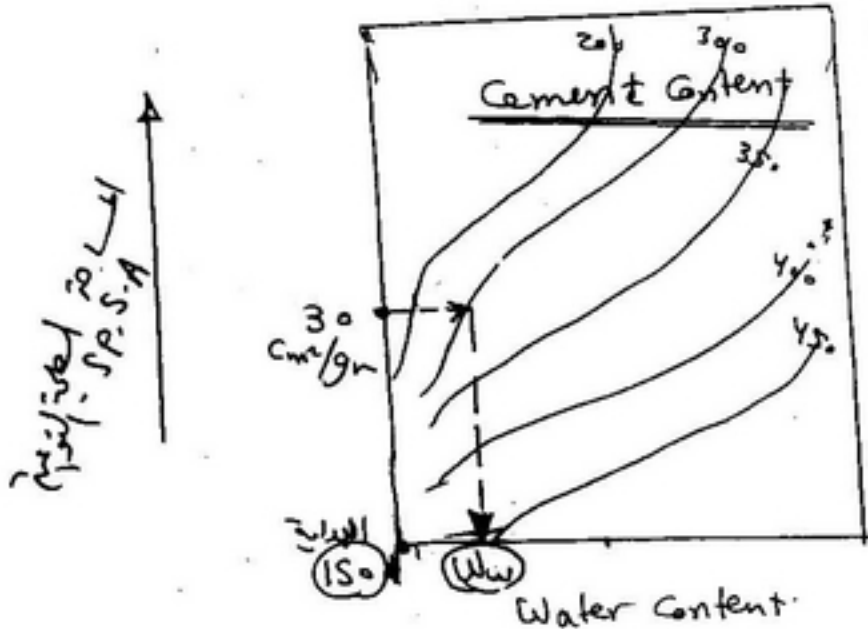




$W_c = 300 \text{ kg}$

Step ②

Water Content



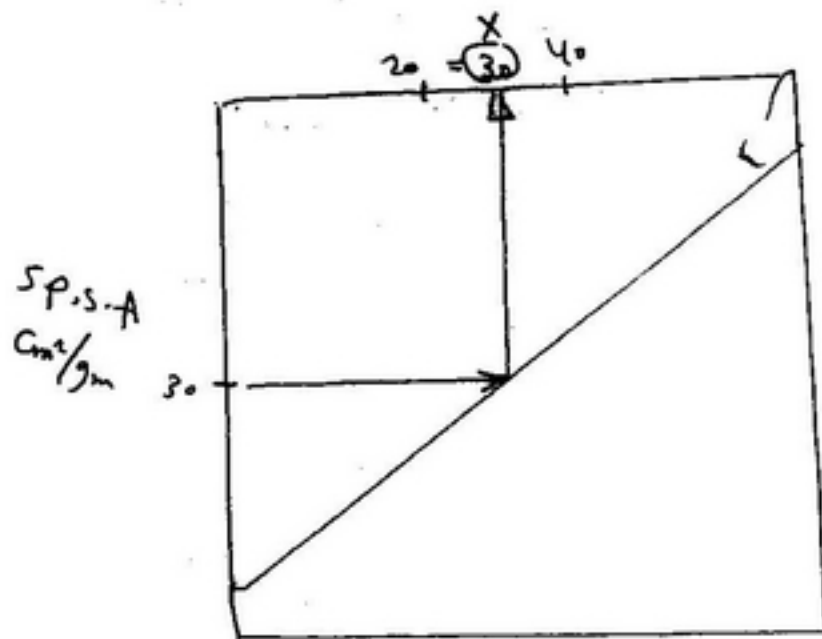
$W_w = 178$

Step ③

Percent of fine aggregate

$X = \text{نسبة الرمل في الخليط}$

(7)



$$\therefore X = 30\% = 0.3$$

$$Y = 70\% = 0.7$$

step 4 using Absolute Vol. Method

$$\frac{W_c}{G_c} + \frac{W_w}{G_w} + \frac{W_s + W_g}{G} = 1000 \text{ lit}$$

$$\frac{300}{3.15} + \frac{178}{1} + \frac{(W_s + W_g)}{2.76} = 1000 \text{ lit}$$

$$\therefore (W_s + W_g) = 2005.85 \text{ kg}$$

[8]

$$\omega_s = \overset{.3}{X} \cdot 2005.85 = 601.75 \text{ kg}$$

$$\omega_g = \underset{.7}{Y} \cdot 2005.85 = 1404.1 \text{ kg}$$



Continue

نسبة التكررات بالوزن

نسبة التكررات بالكم



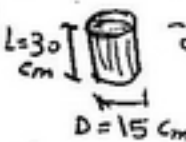
## الخرسانة المتصلدة "Hardened Concrete"

الخرسانة المتصلدة : هي الخرسانة التي تشكلت وجعلت وأخذت مقاديرها للانحلال الخارجية.  
\* كلما تحسنت مقاومة الضغط للخرسانة كلما تحسنت باقي مقاومتها مثل :  
الشد والتماسك والقصر والمتانة : (التحلل مع الزمن) (....)

### ● اختبار تحديد مقاومة الضغط للخرسانة Compression test



أو مكعبات



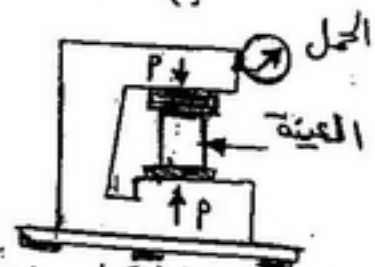
① العينات : إما أن تكون اسطوانية

حيث يتم أخذ العينات من الخلطة أثناء الصب ووضعها على ثلاث طبقات في القالب (مكعب أو اسطوانة) وذلك بعد دهان القالب من الداخل بطبقة زيت خفيف مع دمل كل طبقة بالهزاز لكي لا تنكس.  
② يتم حفظ العينات لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة.  
③ يتم تعليم العينات ثم فك القوالب وغمر العينات في الماء حتى وقت اختبارها.

④ يتم وضع العينة بين فكي ماكينة الاختبار والتحميل بمعدل  $P = \frac{P_{max}}{A}$  كجم/سم<sup>2</sup> / صيغة حتى الكسر، ونأخذ حمل الكسر من الجدول  $P_{max}$ .

$$f_{max} = \frac{P_{max}}{Area} = \text{kg/cm}^2$$

مساحة وجه العينة المعروف للحمل



⑤ يراعى اختبار 3 مكعبات عند 7 أيام والباقي عند 28 يوم.  
حيث تأخذ 7 مكعبات لكل 100 م<sup>3</sup> خرسانة.

ونأخذ متوسط القيم للثلاث مكعبات عند كل عمر للخرسانة

ملاحظة: مقاومة الاسطوانة دائماً أقل من المكعب لنفس الخلطة وذلك لوجود احتكاك كبير بين قلى الماكينة والمكعب فيزيد من مقاومة المكعب وزيادة حمل الإنهيار. ولذلك مقاومة المكعب (مقاومة ظاهرية) والحصول على المقاومة للاسطوانة من اختبارات المكعب

$$f_{cy} \approx 0.8 f_{cube} \quad \text{المقاومة للمكعب للاسطوانة}$$

\* المقاومة المميزة للخرسانة: (رتبة الخرسانة)  $f_{cu}$  characteristic strength

وهي قيمة باجهاد كسر المكعب الخرساني (15 x 15 x 15) سم عند 28 يوم والتي من غير المحتمل أن يقل عنها أكثر من 5% من عدد نتائج اختبارات تحديد المقاومة.

وهي التي يجري عليها المهندس المصمم (الانشائي) حساباته لتصميم لقطاعات الخرسانية المسلحة.

\* هامش امان تصميم الخلطة: وهو يعتبر كعامل امان لتصميم الخلطة.

$$M = K \cdot S$$

الانحراف المعياري  
نتائج اختبارات تحديد المقاومة المتاحة  
1.64 ثابت  
هامش امان

\* مقاومة المستهدفة  $f_m$  "Target mean strength"

وهي متوسط المقاومة المستهدفة والتي يتم تصميم الخلطة الخرسانية عليها

$$f_m = f_{cu} + M$$



حيث (M) هو هامش أمان لتصميم الخلطة

$600 \geq f_{cu} \geq 400$	$400 > f_{cu} \geq 200$	$f_{cu} < 200$	البيانات الخاصة
$M = 1.64 S$ ولا يقل عن: $75 \text{ Kg/cm}^2$	$M = 1.64 S$ ولا يقل عن: $60 \text{ Kg/cm}^2$	$M = 1.64 S$ ولا يقل عن: $40 \text{ Kg/cm}^2$	توافر 40 نسيجة اختبار بمواد مماثلة أو أكثر
M لا يقل عن: $150 \text{ Kg/cm}^2$	M لا يقل عن: $120 \text{ Kg/cm}^2$	M لا يقل عن: $0.6 f_{cu}$	عدم توافر أي اختبارات أو توافر أقل من 40 اختبار

Sheet ⑤ No.1

$$f_{cu} = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

المقاومة المميزة

$$f_m = ??$$

المقاومة المستهدفة

Case ① : (عدم توافر بيانات)

$$f_m = f_{cu} + M = 250 + 120 = 370 \text{ Kg/cm}^2$$

Case ② (يوجد نتائج V. اختيار بأشرف معيار)

$$S = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore f_m = f_{cu} + M$$

$$\therefore M = 1.64 S = 57.4 \text{ Kg/cm}^2$$

الأكبر  
منها

$$\text{and } M \leq 60 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore \underline{M = 60 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$\therefore f_m = 250 + 60 = 316 \text{ Kg/cm}^2$$

المقاومة المستهدفة

**الخلطات التجريبية** يقوم بها المهندس المعتمد للخلطة الخرسانية في العمل وذلك للتأكد من التشغيلية وإعطاء المقاومة. ولأن يجب أن تكون حقيقة للقيمة المستهدفة ( $f_m$ ) في ظروف العمل.

**الخلطات التأكيدية** في الموقع (الزامية) ويقوم بها منتج الخرسانة بعمل ثلاث خلطات وأخذ 9 مكعبات من كل خلطة واختبارها في معازل معتمدة بعد 28 يوم ويمكن اختبار 3 منها بعد 3 أيام وثلاثة بعد 7 أيام وثلاثة بعد 28 يوم.

⑤ شروط قبول الخلطات التأكيدية حسب الكود المصري (2001) :-

① متوسط المقاومة للاختبارات الثلاثة لا يقل عن 90% من المقاومة المستهدفة  $F_m$

② متوسط مقاومة الخلطات الثلاثة يجب أن لا يزيد عن ( $F_{cu}$ )

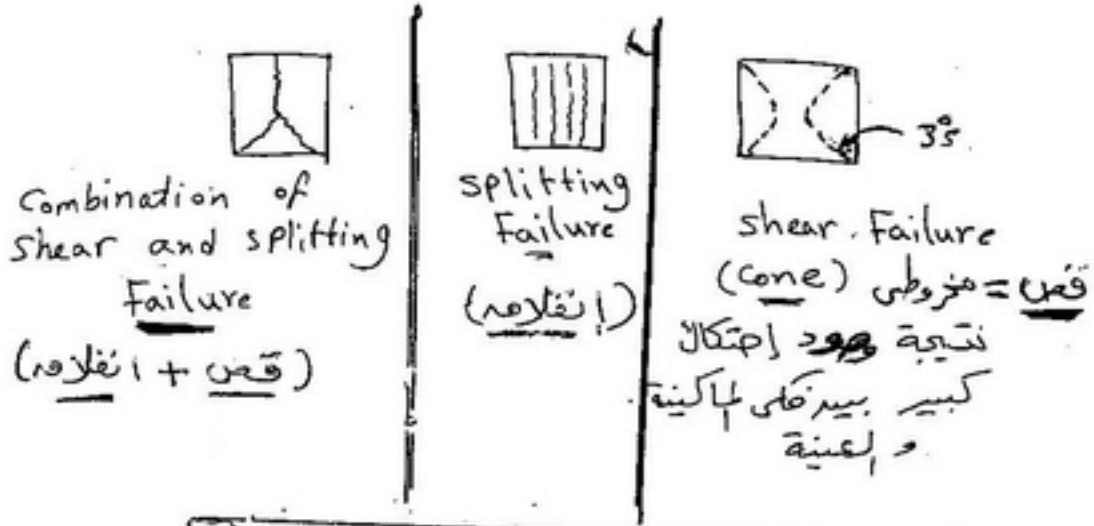
بما لا يقل عن :  $40 \text{ kg/cm}^2 \leftarrow F_{cu} < 200$   
 $60 \text{ kg/cm}^2 \leftarrow 200 \leq F_{cu} < 400$   
 $75 \text{ kg/cm}^2 \leftarrow 400 \leq F_{cu} \leq 600$

③ نتيجة مقاومة الضغط لأي مكعب في أي اختبار لا تقل عن  $F_{cu}$

④ لا يزيد الفرق بين أكبر مقاومة للمكعب وأصغرها في الاختبار لظاهرة

عن 15% من متوسط ههنا اختبار -

## \* types of failure in Compression test :-

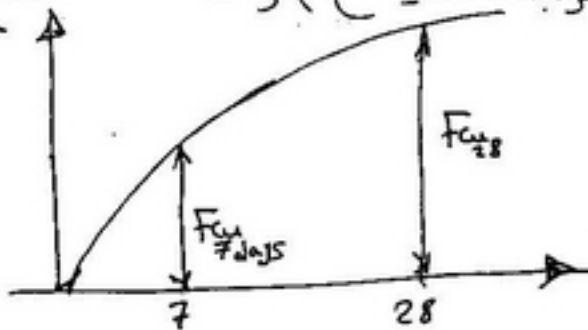


أشكال الانهيار في ضغط العينات

- مميزات الأيسطوانة ① تعطي قيم أكثر واقعية للمقاومة  
② تستخدم في تعيين واختبار لشد غير مباشر  
③ تستخدم في تعيين لتغيرات الحجمية ومعايير لمرونة
- مميزات المكعب: ① لا يحتاج لصنوية السطح للتحميل  
② أخف في الوزن من الأسطوانة

$f_{cu}$   
 $kg/cm^2$

مقاومة الخرسانة تزيد مع الزمن



note

$$f_{cu, 7 days} = \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{4}\right) f_{cu, 28}$$

$$\rightarrow f_{cu, 28} = (1.3 \rightarrow 1.5) f_{cu, 7 days}$$

sheet ⑤ No 2

المجموعة الأولى من الاختبارات : 250 ، 260 ، 270 كجم/سم<sup>2</sup>

$$\therefore \text{متوسطهم} = \frac{(270 + 260 + 250)}{3} = 260 \text{ كجم/سم}^2$$

$$\therefore \text{افرنه بينه اقل واختبار} = (250 - 270) = 20 \text{ كجم/سم}^2$$

$$\therefore \Delta_{20} \leq 0.15 \Delta \quad \Delta = 39 \text{ kg/cm}^2$$

ok

المجموعة الثانية من الاختبارات : 250 ، 270 ، 320 كجم/سم<sup>2</sup>

$$\therefore \text{متوسطهم} = 246.7 \text{ كجم/سم}^2$$

$$\therefore \text{افرنه بينه اقل واختبار} = (250 - 320) = 70 \text{ كجم/سم}^2$$

$$\therefore \Delta_{70} > 0.15 \Delta \quad \Delta = 37 \text{ kg/cm}^2$$

Not ok

المجموعة الأولى أفضل والمجموعة الثانية غير مطابقة للكون.

# القيم التقريبية للمقاومات بدلالة مقاومة الضغط $f_{cu}$

1] مقاومة الشد (tension)

$$f_t \approx 0.1 f_{cu}$$



2] مقاومة الشد لإنتاج عزوم الانحناء (bending)

$$f_{tb} \approx 0.16 f_{cu}$$

3] مقاومة القص (Shear)

$$f_{sh} \approx 0.1 f_{cu}$$

ولا تزيد عن 1.0 كجم/سم<sup>2</sup>

4] مقاومة التماسك (bond)

$$f_{bond} \approx (0.03 \rightarrow 0.04) f_{cu}$$

للأسلاك الملساء

$$f_{bond} \approx (0.07 \rightarrow 0.1) f_{cu}$$

للأسلاك المشدودة

5] Modulus of elasticity معيار المرونة

$$E_c = 14000 \sqrt{f_{cu}} = \text{kg/cm}^2$$

6] مقاومة الاستطالة  $f_{cy}$

$$f_{cy} = 0.8 f_{cu}$$

استطالة



# Sheet (7) - No. 1

$$\therefore f_{cu} = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\textcircled{1} f_{cyl} = 0.8 f_{cu} = 240 \text{ kg/cm}^2$$

الضغط

$$\textcircled{2} f_t = 0.1 f_{cu} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

الشد

$$\textcircled{3} f_{tb} = 0.16 f_{cu} = 48 \text{ kg/cm}^2$$

شد الانحناء

$$\textcircled{4} f_{shear} = 0.1 f_{cu} \left. \begin{array}{l} \text{القصر} \\ \rightarrow 10 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right\} \approx 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\textcircled{5} f_{bond} = (0.03 \rightarrow 0.04) f_{cu} = 0.035(300) = 10.5 \text{ kg/cm}^2$$

التماسك

مع سطح التسليح

$$f_{bond} = (0.07 \rightarrow 0.1) f_{cu} \approx 0.085(300) = 25.5 \text{ kg/cm}^2$$

التماسك

الاسلاك المرسية (ذات التواءات)

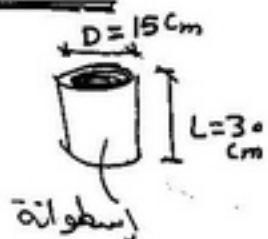
$$\textcircled{6} E_c = 14000 \sqrt{f_{cu}} = 242487.1 \text{ kg/cm}^2$$

معامل مرونة

Sheet (7) (No. 5) :

$$\Delta D = 0.0013 \text{ cm}$$

$$\Delta L = 0.028 \text{ cm}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \therefore \text{نسبة بواسون} = \left( \frac{\Delta D / D_0}{\Delta L / L_0} \right) = \frac{\text{الانفعال العرضي}}{\text{الانفعال الطولي}} \\ = \left( \frac{0.0013 / 15}{0.028 / 30} \right) = 0.09 \end{array} \right.$$

$$\therefore \Delta L = \frac{PL}{EA} \Rightarrow 0.028 \text{ cm} = \frac{P \times 30}{210 \times \frac{\pi}{4} (15)^2} \Rightarrow P = 34.6 \text{ ton}$$

معامل مرونة

# Tension tests اختبار الشد

\* أهمية تحديد مقاومة الشد:

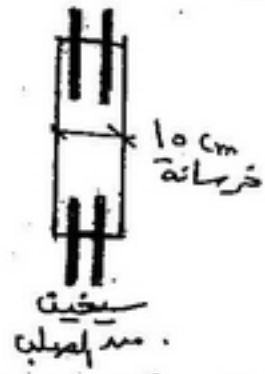
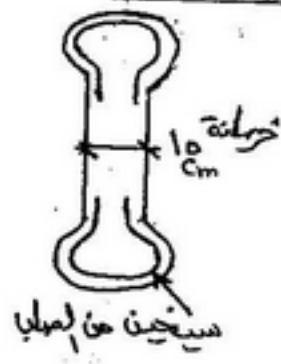
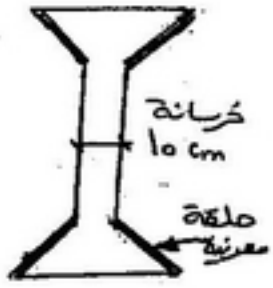
- 1- تحديد الإجهاد الذي عنده تحدث الشقوق للمنشآت الخرسانية.
- 2- تحديد مقاومة الخرسانة للشقوق الشعرية الناتجة من انكماش الجفاف.

\* ولكن لا تنقص المواصفات القياسية على ضرورة إجرائه ويمكن أخذ

$$f_t \approx 0.1 f_{cu}$$

\* الطرق المختلفة لإجراء اختبارات الشد:

## III اختبار الشد المباشر (direct tension)



↑ كمال العينات

يتم وضع العينة في ماكينة الاختبار وشد حتى الانهيار.



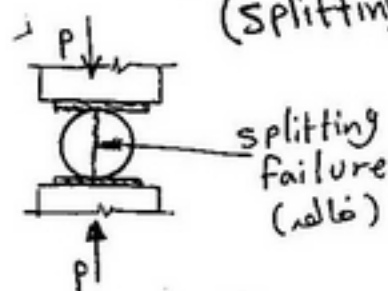
$$f_t = \frac{P}{A}$$

والانهيار يكون شرح محمولى الشد

وهذا الاختبار صعب جداً لصعوبة تثبيت العينات ولكنه يعمل مقاومة الشد فعلية مباشرة

## ٢٢ اختبار الشد الغير مباشر (إشد الرأسي) = (indirect tension)

وفيه يتم وضع العينة الاسطوانية ( $15 \times 30$ ) بين مكدتين من الخشب ووضعها بين فكي ماكينة الاختبار والتحميل حتى الانهيار الانهيار يكون على شكل فاله (Splitting)



$$f_t = \frac{2P_{max}}{\pi D L} \leftarrow \text{kg/cm}^2$$

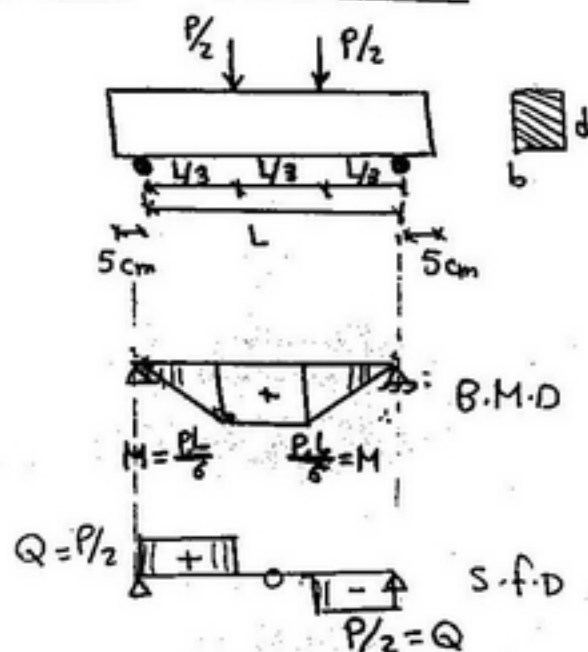
الاجهاد  
indirect

$D = 15 \text{ cm}$   
 $L = 30 \text{ cm}$

## ٢٣ اختبار الانحناء (Bending test)

١- يتم صب الخلطة عينة بأبعاد  $10 \times 10 \times 50 \text{ cm}$   
 $15 \times 15 \times 75 \text{ cm}$

٢- يتم وضع العينة المراد اختبارها تحت ماكينة والتحميل سواء كان التحميل في نقطتين أو نقطة واحدة



٣-٢٠ حساب اجهاد الكسر ( $f_t$ ) : حسب موقع الانهيار

في حالة الكسر في الثلث الأوسط من العينة.

$$f_t = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{P_{max} \cdot L}{b \cdot d^2}$$

شكل الانهيار بسبب الشد

في حالة الكسر خارج الثلث الأوسط بحيث  $X \leq 0.05L$

$$f_t = \frac{3 P_{max} \cdot a}{b \cdot d^2}$$

شكل الانهيار بسبب الشد والقص

\* اختبار إقص (Shear test)

لا يتم عمل اختبار إقص للزسنة حيث كيدة الانهيار للعينة في إشد قبل انهيار إقص. ولذلك يمكن أخذ مقاومة إقص تقريبياً

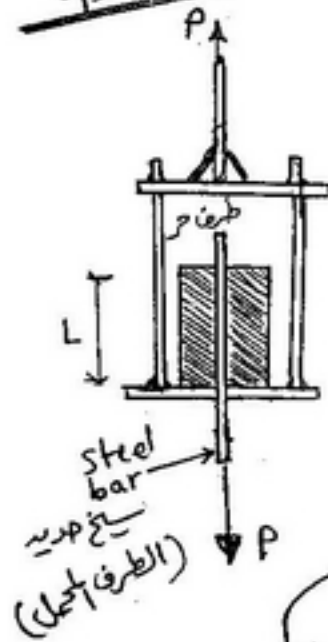
$$f_{sh} \approx 0.1 \text{ (مقاومة الضغط)}$$

\* ولكن يمكن حساب اجهاد إقص من اختبار (torsion)





## اختبار مقاومة التماسك (bond strength) بين الحديد والحجر



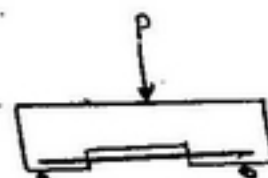
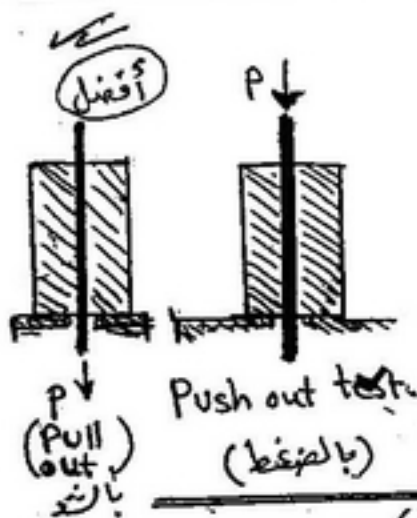
• اختبار الانزعاج (Pull out test) وهو أفضل الطرق

- ١- يتم صب الخرسانة (عينة اسطوانية) ويها سيخ حديد.
  - ٢- يتم وضع العينة في الماكينة كما بالشكل وبدأ الشد.
  - ٣- يتم حساب الحمل الذي عنده يحدث أول انزلاق للطرف الحرس الإسخ، أو الحمل الذي عنده يحدث انزلاق قيمته (0.25 مم) للطرف الحمل بالحمل.
- فأيهما يحدث أولاً نأخذه  $P_{max}$

$$f_{bond} = \left( \frac{P_{max}}{\pi d \cdot L} \right) = \text{kg/cm}^2$$

صبي (d) = قطر الإسخ (بالسم)  
L = طول الاسطوانة

\* الأشكال الأخرى لا جرد اختبار مقاومة التماسك ن



\* أنواع قوى التماسك بين الحديد والخرسانة: (مصادر ها)

- (أ) قوى التماسك: وهي تتوقف على مساحة التماس بين الحديد والخرسانة.
- (ب) قوى الاحتكاك: وهي تعتمد على سطح الحديد (خشنة أو ناعمة).
- (ج) قوى الارتكاز: وهي تحدث في الإسخ ذات الفتحات فقط وهي تزيد من مقاومة التماسك.



## \* العوامل المؤثرة على مقاومة التماسك :

bond



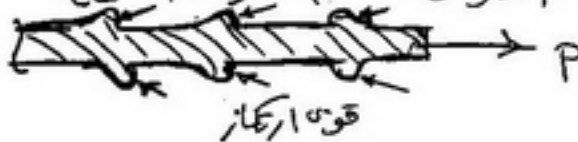
- ① محتوى الاسمنت كلما زاد، كلما زادت مقاومة التماسك.
- ② مقاومة الضغط بزيادة تزداد التماسك.  $\sigma_{cu}$
- ③ القوام اللدن يعطي تماسك أعلى.
- ④ شكل اسياخ التسليح [ ذات الفتوات تعطي مقاومة أعلى من الملساء ]
- ⑤ وضع اسياخ التسليح [ الاسياخ الرأسية تماسكها أعلى من الأفقية لأنه الخرسانة تحيط بها إحاطة كاملة جيداً .
- ⑥ كلما زاد طول الجزء المدفون داخل الخرسانة كلما زاد التماسك.
- ⑦ نهاية الحديد [ الحديد المجهنق Hook ] يعطي مقاومة تماسك أعلى من الاسياخ بدون جهنق ( — )

## \* أهمية تماسك الخرسانة مع حديد التسليح :-

وظيفة الحديد في الخرسانة هو تحمل مجهادات الشد بدلاً من الخرسانة لأنها ضعيفة جداً في الشد ؛ ولو لم الحديد غير متماسك مع الخرسانة فإنه الخرسانة تتحمل بمفردها، مجهادات الشد مما يؤدي لانتهيارها.

\* و الاسياخ ذات الفتوات تعطي مقاومة تماسك أعلى من الملساء

حيث تتولد قوى ارتكاز عند الفتوات تقاوم انزلاقه السطح.



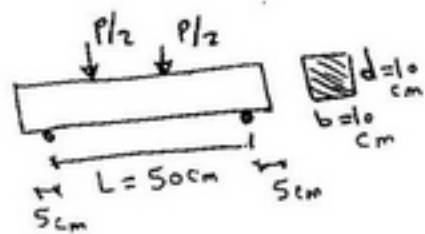
## sheet (7) (No. 2)

$$f_{cu} = 300 \text{ kg/cm}^2$$

(1) Bending test : 7. x 1. x 1. <sup>العين</sup>

$$f_{tb} = \frac{P_{max} \cdot L}{b \cdot d^2} \leftarrow \text{الحد الأقصى}$$

$$\therefore (0.16 f_{cu}) = \frac{P_{max} \cdot 50}{10 \cdot (10)^2} \Rightarrow P_{max} = \text{kg}$$

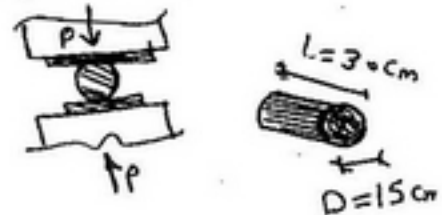


(2) Brasilian tension ( <sup>الشد بالضغط</sup> )

$$f_t = \frac{2P_{max}}{\pi D L}$$

$$(0.1 f_{cu}) = \frac{2P_{max}}{\pi \cdot 15 \cdot 30}$$

$$\therefore P_{max} = \text{kg}$$



(3) Modulus of elasticity <sup>معامل المرونة</sup>

$$E_c = 14000 \sqrt{f_{cu}} = 14000 \sqrt{300} = \text{kg/cm}^2$$

## Sheet (7) No (3)

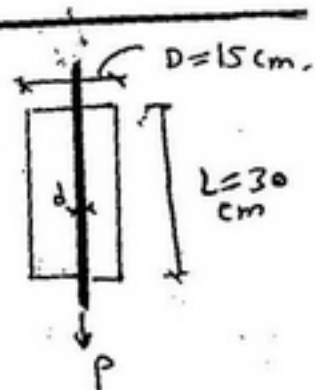
$$d = 18 \text{ mm} = 1.8 \text{ cm}$$

$$P_{max} = 3.56 \text{ ton} = 3560 \text{ kg}$$

عند 0.25  
الشد  
للطرف المحمل

$$f_{bond} = \frac{P_{max}}{\pi \cdot d \cdot L} = \frac{3560}{\pi \cdot 1.8 \cdot 30} = \text{kg/cm}^2$$

( <sup>اختبار الشد</sup> )  
Pull out test



# Sheet (7) (No. 4)

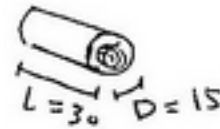
①  $f_{cu} = \left( \frac{P}{A} \right) = \frac{65 \times 1000}{15 \times 15} = 288.9 \text{ kg/cm}^2$

مقاومة الضغط

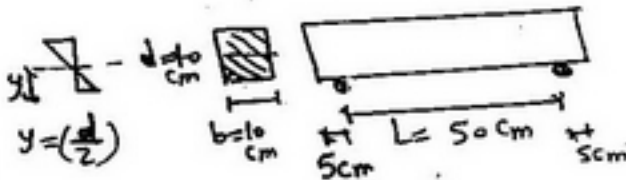


② indirect tension (البرازي)

$$f_t = \frac{2 P_{max}}{\pi D L} = \frac{2 \times 10000}{\pi \times 15 \times 30} = 14.14 \text{ kg/cm}^2$$



## ③ Bending (حمل واحد في منتصف)



$P = 2000 \text{ kg}$

$$M = \frac{PL}{4} = \frac{2000 \times 50}{4} = 25000 \text{ kg.cm}$$

$$f_{tb} = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{25000 \times \left( \frac{10}{2} \right)}{\left( \frac{10 \times 10^3}{12} \right)}$$

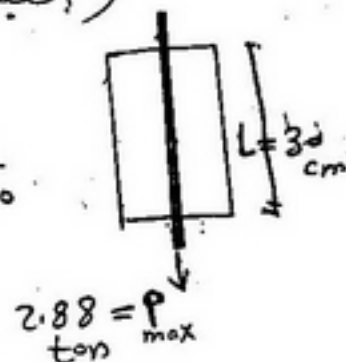
$$\therefore f_{tb} = 150 \text{ kg/cm}^2$$

## ④ Pull out test (اختبار الخلع)

$d = 1.6 \text{ cm}$

$$f_{bond} = \frac{P_{max}}{\pi \cdot d \cdot L} = \frac{2.88 \times 1000}{\pi \times 1.6 \times 30} = 19.09 \text{ kg/cm}^2$$

مقاومة التماسك



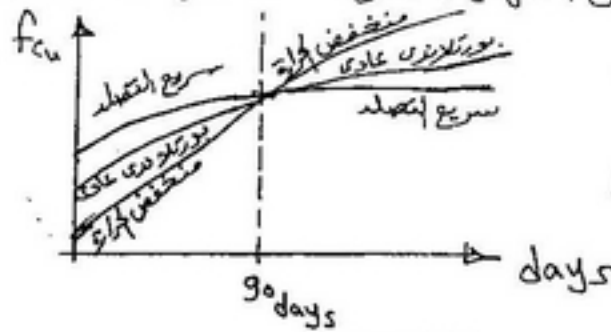
## ما العوامل المؤثرة على مقاومة الضغط للمخسنة ؟

1. الاسمنت : كلما زاد محتوى الاسمنت زادت المقاومة ولكنه يزيـد الانكماش.

← نعومة الاسمنت : كلما زادت نعومة الاسمنت كلما أعطى مقاومة مبكرة.

← نقى الاسمنت : كلما استخدمنا اسمنت سريع التصلد اعطى مقاومة عالية مبكرة

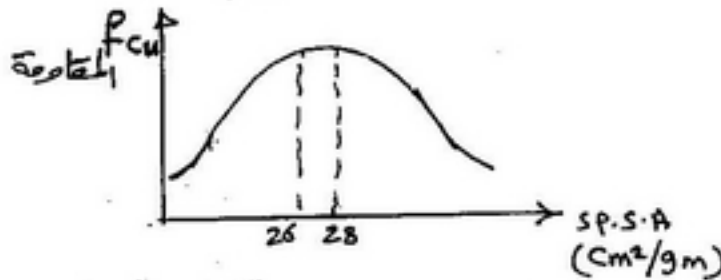
لكن فى النهاية المقاومة تكون اقل من البورتلاند عادى.



- \* بورتلاند عادى O.P.C
- \* سريع التصلد R.H.P.C
- \* منخفض الحرارة L.H.P.C

2. تأثير الركام : كلما زاد محتوى الركام زادت المقاومة حتى حد معين  
يكتف عندئذ عدم تجانس الخلطة وتقل المقاومة.

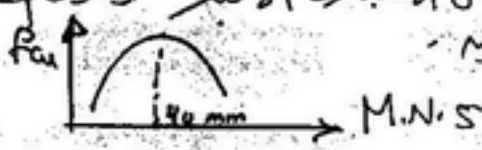
\* المساحة السطحية النوعية للركام (S.P.S.A)



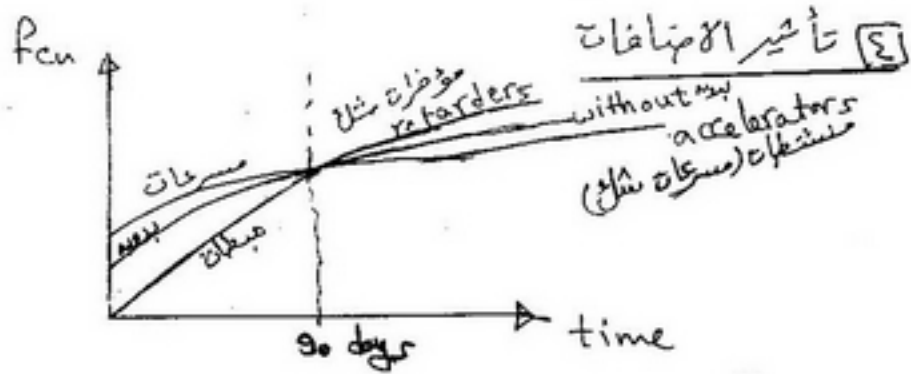
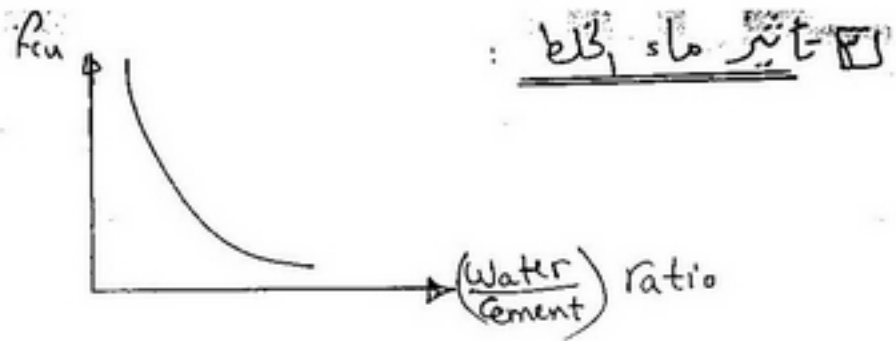
\* حالة سطح الركام : كلما زادت خشونة زادت المقاومة.

\* كلما زاد معيار النعومة زادت المقاومة

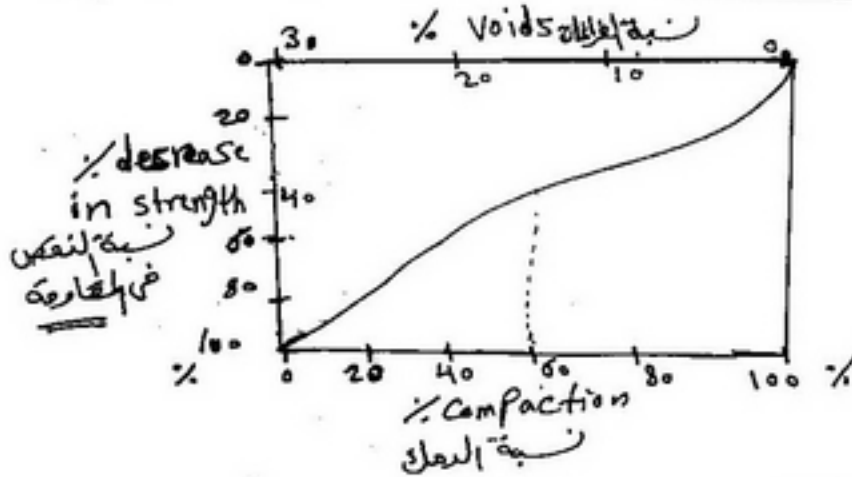
\* كلما زاد لفاصل الاعبارى الاكبر ف.M  
حد معين



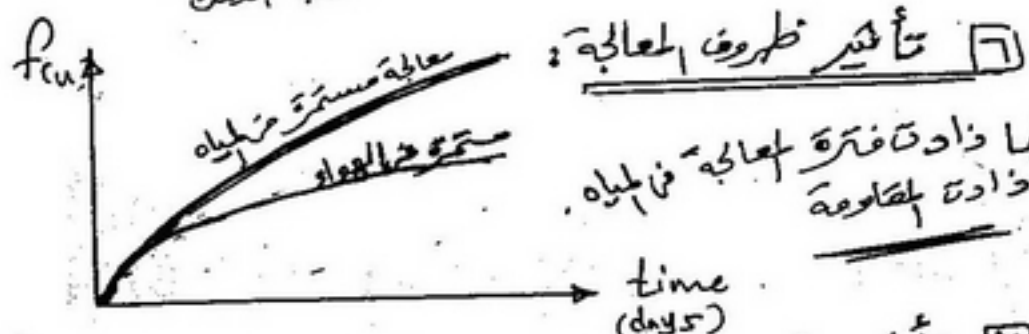




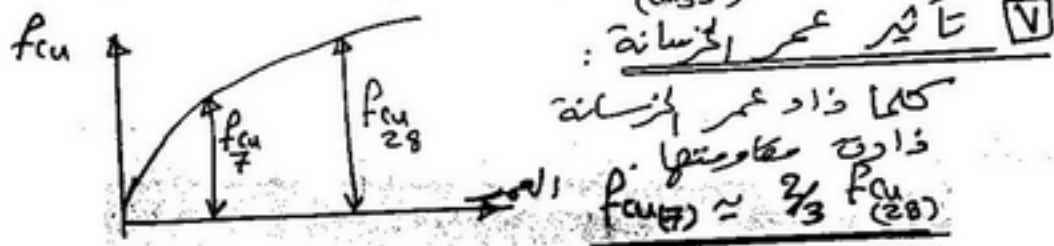
٥- تأثير درجة دمل الخرسانة : كلما زاد الدمل قلت المقاومة وقلت لفراغات.



لاحظ :-  
فصلالة زيادة الدمل  
عدم تطويع كدق  
الفعوال حببي



كلما زادت فترة المعالجة من المياه  
زادت المقاومة

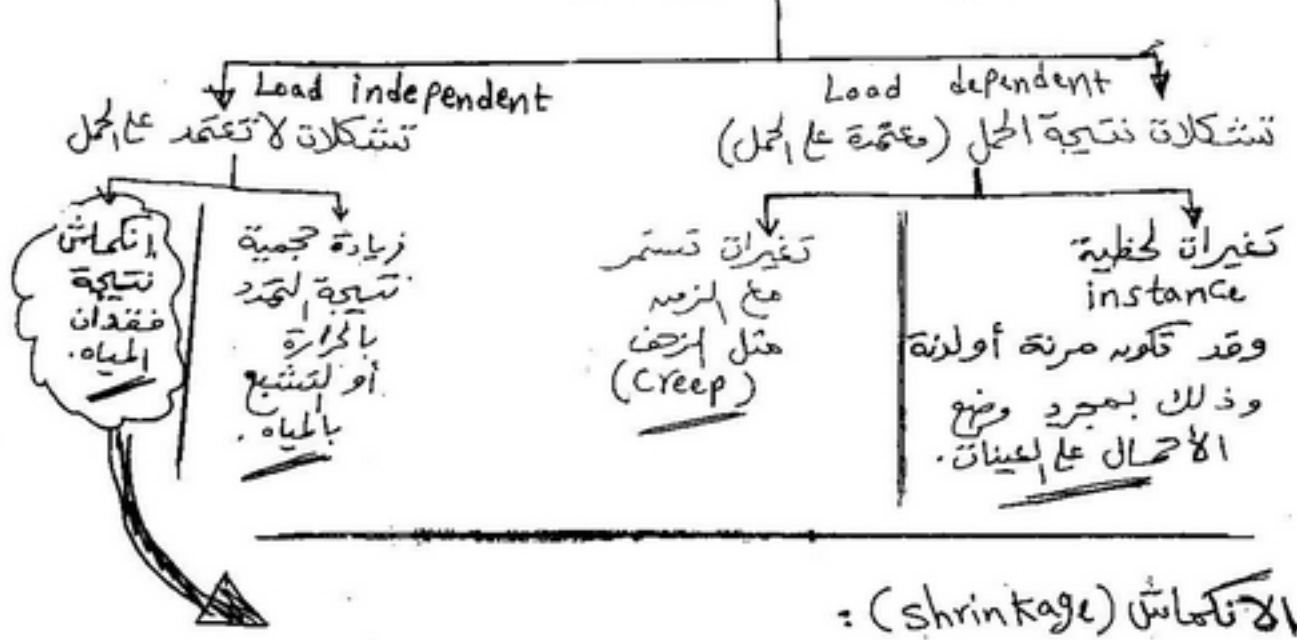


كلما زاد عمر الخرسانة  
زادت مقاومتها  
 $f_{cu(7)} \approx \frac{2}{3} f_{cu(28)}$



13

## أنواع التشكلات والتغيرات الحجمية للخرسانة dimensional changes



الانكماش (shrinkage) :

١- الانكماش الذاتي : وهو يحدث للخرسانة بمجرد خلطها نتيجة استهلاك جزء من ماء الخلط في امالة الاسمنت فيقل الحجم .

٢- الانكماش اللدن : وهو يحدث للخرسانة التي تشكبت ولم تتصلد بعد ؛ نتيجة تبخر المياه من سطح الخرسانة وقد ينتج بسببه شروخ في سطح الخرسانة تؤثر على تحمل الخرسانة مع الزمن (المتانة) ولتجنب الانكماش اللدن يجب معالجة الخرسانة بالمياه أو بتغطيتها بخيش مبلى بالمياه وذلك في الأجواء الحارة .

٣- انكماش الجفاف : وهو يحدث للخرسانة التي تصلدت نتيجة جفاف ماء الغالبية ويتوقف على رطوبة الجو المحيط ودرجة الحرارة للجو ونسبة المياه وكمية الاسمنت . وهو يؤدي لحداث شروخ على أسطح الخرسانات ويمكنه التغلب عليه بالمعالجة بالمياه لفترة طويلة .

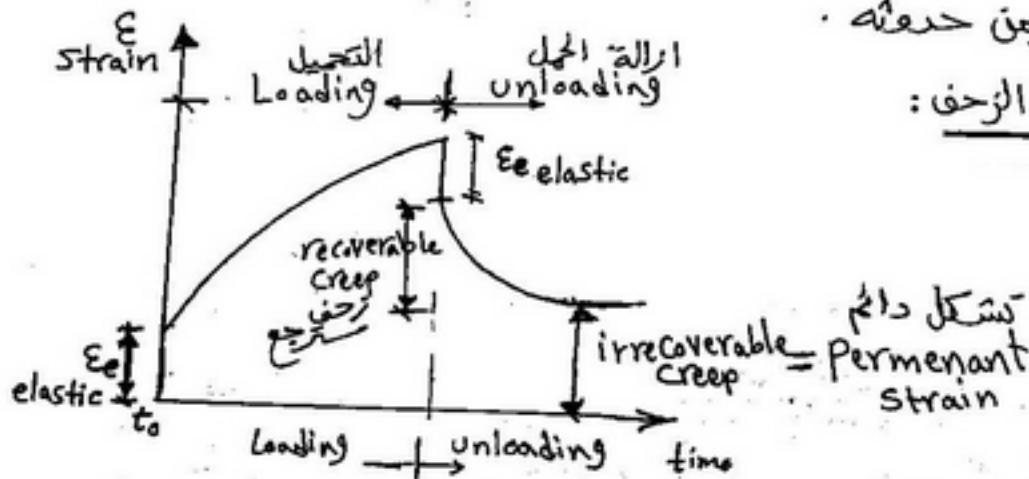
## ٤٤ انكماش الكربنة (Carbonation shrinkage)

- تحدث تفاعل بين  $CO_2$  والمياه مكوناً حمض الكربونيك ويتفاعل حمض الكربونيك مع هيدروكسيد الكالسيوم الموجود بالحرسانة مكوناً كربونات الكالسيوم ويكون ذلك التفاعل مصحوباً بانكماش مما يؤدي لحوث شروخ ويؤدي لنقص المتانة ونقص قلوية الحرسانة (pH) وبالتالي يؤدي لصدا عدد التسليح. ولكن له مميزات: حيث أنه يزيد مقاومة الحرسانة لنفاذية المياه وزيادة التحمل مع الزمن حيث تتسد كربونات الكالسيوم الفراغات في الحرسانة

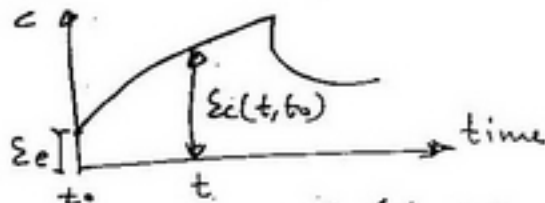
## ⊠ الزحف (Creep)

وهو تشكل معتمد على الزمن ويحدث تحت تأثير حمل ثابت وعند إزالة الحمل يسترجع جزء من هذا التشكل بمرور من استرجاعه أكبر من زمن حدوثه.

### تفسير ظاهرة الزحف:



\* تفسير ظاهرة الزحف: يحدث الزحف نتيجة خروج الماء الموجود داخل الحرسانة إلى الفراغات الموجودة في الحرسانة ويكون هذا بين جزيئاته تصعب من رجوعه مرة أخرى فيرجع جزء منه فقط (recoverable) ويبقى جزء (irrecoverable)



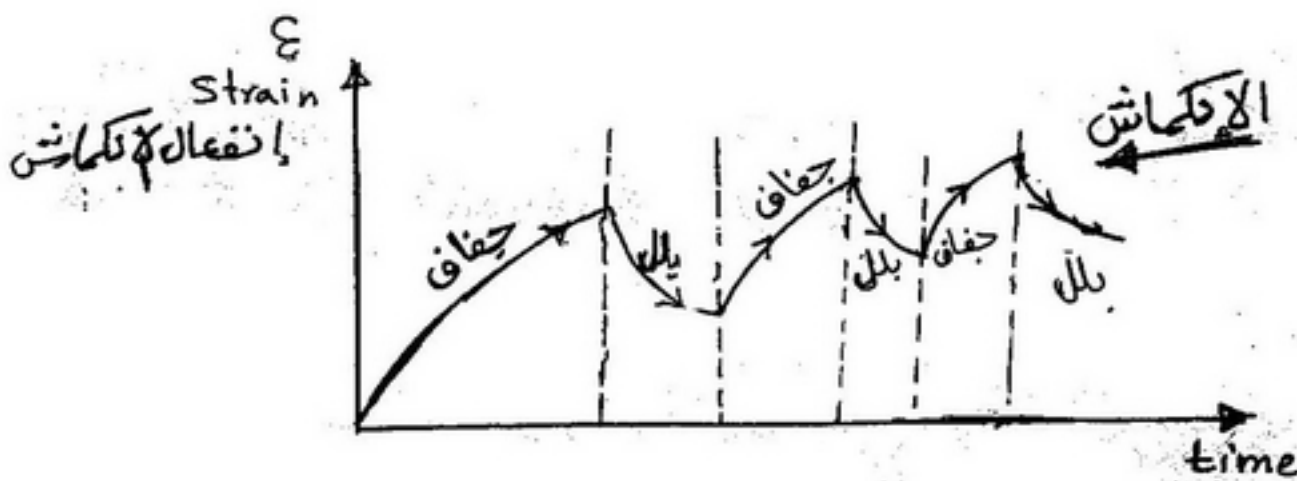
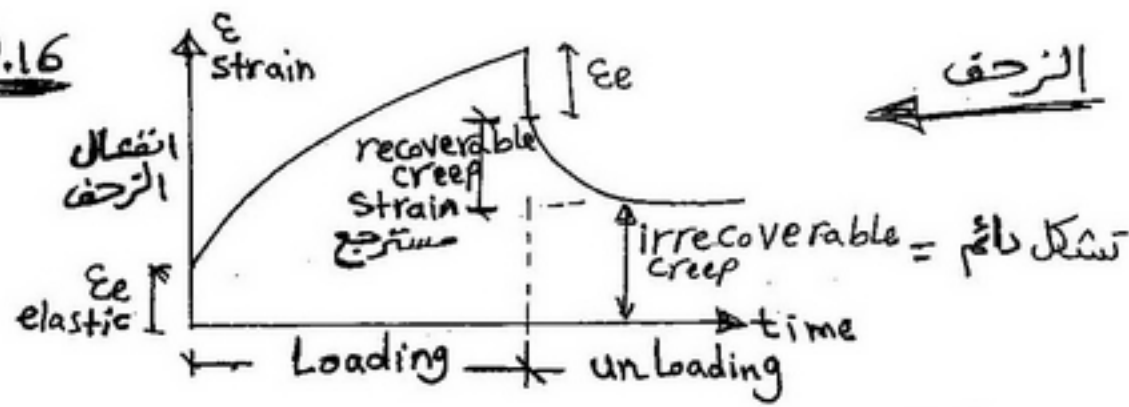
\* معامل الزحف :  $(\phi)$

$$\phi = \frac{\epsilon_c(t, t_0)}{\epsilon_e(t_0)}$$

وهو النسبة بين الانفعال الناتج عن الزحف عند زمن  $(t)$  إلى الانفعال اللحظي عند الزمن  $(t_0)$  والذي يحدث بمجرد وضع الحمل.

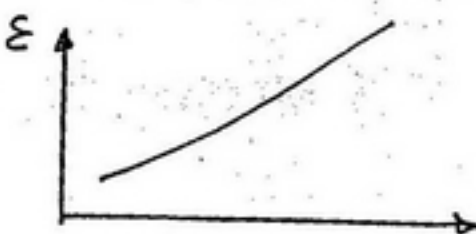
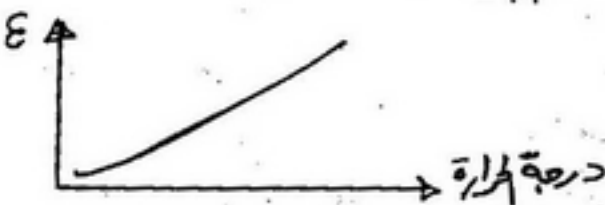
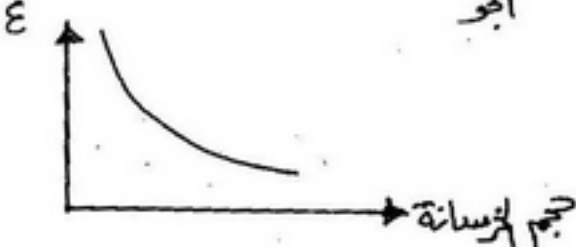
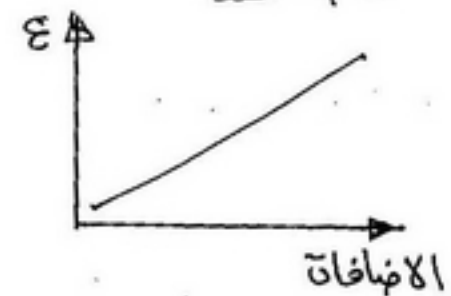
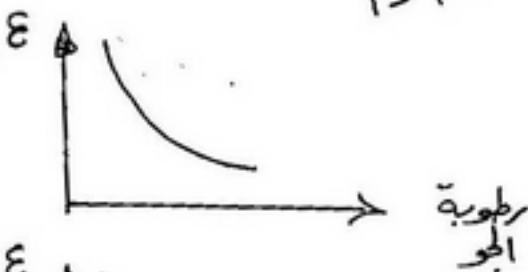
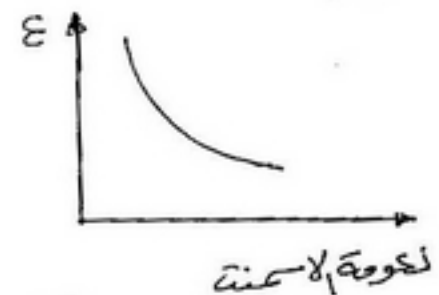
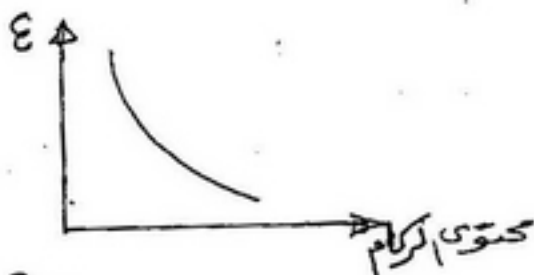
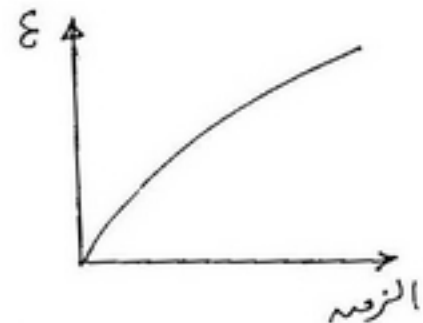
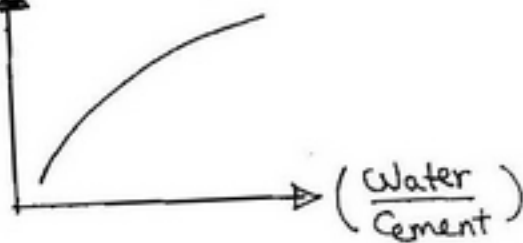
\* الانفعال المرن المتأخر: هو الانفعال المسترجع من الزحف عند إزالة الحمل (unloading) وهو يتكوّن بعد فترة طويلة ولذلك يسمى بانفعال متأخر.

Q.16



# العوامل المؤثرة على الزحف هي نفسها المؤثرة على الانكماش : Q17

ε انفعال الانكماش أو الزحف



كلما زادت نسبة الإسمنت كلما زاد الانكماش

نسبة الإسمنت



# صناعة الخرسانة (Sheet 6)

## مراحل صناعة الخرسانة :-

### أولاً : مرحلة ما قبل الصب :

- \* اختيار مكونات الخرسانة
- \* تخزين المواد بالموقع
- \* اعداد القرم (الشركات)
- \* تحضير الكميات لمواد الخرسانة

### ثانياً : مرحلة الصب :

- \* الخلط
- \* النقل
- \* الصب
- \* الدمل
- \* الانتهاء والتشطيب

### ثالثاً : مرحلة ما بعد الصب :

- \* المعالجة
- \* ازالة القرم والشركات
- \* حماية الخرسانة
- \* ترميم الأجزاء المعطوبة بمونة ايدستية
- \* معالجة سطح الخرسانة

دغسيل الخرسانة بالمياه مع فرشاة لسلك  
أو استخدام السواح مع المبلل أو  
الإبركاج ثم إفرم إعطى سطح أملس  
أو دغسيل السطح بأيدستية مع  
ش الماء



## أولاً : مرحلة الإعداد والتجهيز (مرحلة ما قبل الصب)

(١) مرحلة اختيار المواد : زلط ورمل واسمنت ومياه ويجب أنه تفي باشتراطات الكود ويتم أخذ عينات منه لموقع وبعدها اختبارها .

(٢) التشوين والتخزين :

الركام : يخزن في مكانه نظيف على أرضية خشبية أو خرسانية نظيفة ويوضع على شكل كومة بارتفاع ٣ م على الأقل .  
الاسمنت : يخزن في شكاير ٥٠ كجم ولا يزيد عدد الشكاير فوق بعضها عن ١٠ شكاير وتوضع على أرضية خشبية في مكانه جاف .  
 أو يخزن في صوامع خالية من الرطوبة .  
المياه : تخزن في خزانات معملية بمواد غير قابلة للصدأ .

(٣) اعداد لفرم ← خشبي  
 ← صلب  
 ← بلاستيك  
 المهم أنه تكونه قوية ومستوية لتتحمل الأحمال الكلية والحيطة للخرسانات والعربات والأفراد .

ويتم دهانه لفرم الخشبية بالزيت لمنع امتصاص المياه من الخرسانة ويجب أنه تتركز لقوائم على أرضية ثابتة  
 (٤) تخصير الكميات : بالوزن أو بالحجم . (بالوزن أفضل)

لكل عيوب الحجم ← ① لتغير في حجم الرمل نتيجة الرطوبة .  
 ← ② عدد الدقة في الوعاء نفسه  
 ← ③ عدم الدقة في عدد الأوعية  
 ولذلك يتم استزمام الإضافات بالوزن لزيادة الدقة .

## ثانياً: مرحلة الصب (الحرسنة المازجة)

(١) الخلط Mixing وهو يعرف لعمل خليط متجانس من المكونات.

أنواع الخلط ← ① يدوي مع أرضية نظيفة.  
← ⑤ ميكانيكي وهو أسرع وأفضل.

\* أنواع الخلطات الميكانيكية: (١) خلطة ذات العبوة الواحدة.

(٢) الخلطة المستمرة وهي تعطي خليط غير متجانس.

(٣) عربة الخلط حيث يتم الخلط قبل الوصول للوقع المطلوب.

(٤) الخلطة المركزية.

\* أنواع الخلط حسب موقع الخلط:-

← (١) خلط في الموقع وهو أسرع حيث الإشراف الكامل.

← (٢) خلط في خلطة مركزية وهو غير مفضل حيث تتقدم فيه المتابعة والإشراف ويمكنه أن تشتت الحرسنة في الطريق.

← (٣) خلط أثناء النقل وهو أفضل من حيث

توفير الوقت ومنع حدوث انفصال جسيبي

وعدم حدوث تشقق سريع.

احتياطات الخلط الميكانيكي: كلما زاد الزمن تحسن الخلط حتى

حد معين يحدث عنده انفصال جسيبي.

① عدم حدوث انفصال جسيبي.

② عدم زيادة سرعة الخلطة عن سرعة الجمع بها.

③ عدم زيادة المدة عن (١-٥) دقيقة.

④ عدم زيادة حجم المواد عن سعة الخلطة.

تأثير إعادة خلط الخرسانة التي شكلت جزئياً :

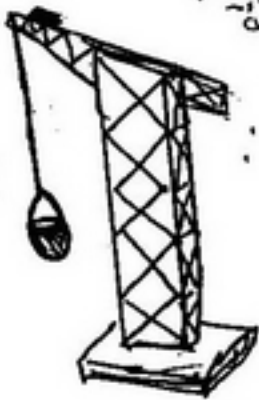
\* يزيد من المقاومة وتوسع من الاتصال وتقلل الانكماش لكن له موصفات تمنع ذلك

(٢) النقل : الاحتياطات اللازمة :-

- (١) عدم حدوث انفصال حبيبي .
- (٢) عدم حدوث جفاف للخرسانة .
- (٣) عدم حدوث تماسك بين الخرسانة والوعاء الحامل لها .
- (٤) عند نهاية النقل بحري إختيار الهبوط للتأكد من إتمام .

طرق النقل :

- ① العربات ذات العجلات الكا وكشور
- ② الرافع
- ③ السيور الناقلة
- ④ الأوعية اليدوية
- ⑤ لوش
- ⑥ اللوري
- ⑦ المضخات Pumps
- ⑧ مجاري الخشبية



روافع



أوعية يدوية



عربات



مجاري خشبية



### (٣) لصب :

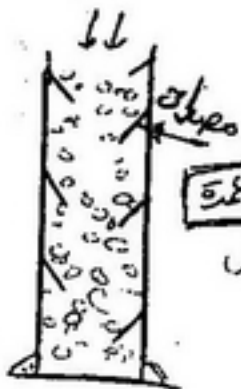
- (A) الاعداد للصب :
- ① مراجعة طقاسات وحديد التسليح و لمتاسيد.
  - ② توفير المعونات و استقلالات والأجهزة.
  - ③ توفير اعماله ④ توفير الكميات المطلوبة.

(B) رمي الخرسانة : يتم صب الخرسانة على طبقات لا تزيد عن 30 سم

- مع دمل كل طبقة جيداً .
- عدم لصب من ارتفاعات أعلى من 1.5 م مع مراعاة عدم خروج الخرسانة من مكانها بالفرم وعدم لتعشيش.
  - عند لصب على خرسانة قديمة يتم تنظيف سطحها وتعشيشه حتى يمكن للخرسانة التماسك مع القديمة.

(C) امالته إيقاف لصب : عند مواقع عزم إختفاء = صفر حيث يترك السطح أفقياً خشناً للامدة ومائل خشناً للبلاطات والكمرات ويتم البدء بالصب للكمات الرئيسية ثم الثانوية ثم البلاطات .

(D) لصب وعلاقته بالانفصال الحبيبي :



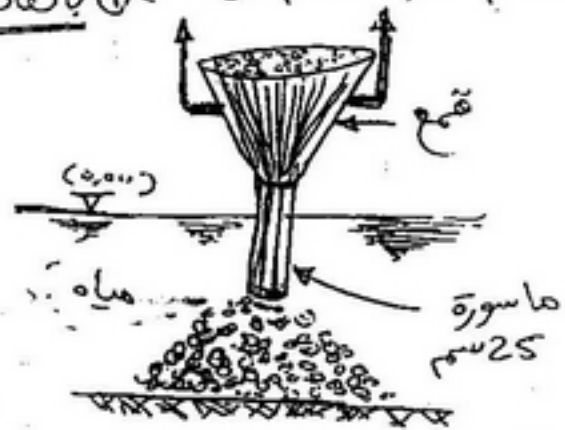
عند لصب من الفرع العميقة يحدث انفصال حبيبي مثل الأمدة حيث يسقط الزلط أولاً ويطن فوقه الاسمنت والماء ليزل ويمكنه تلافى ذلك بالصب خلال أنابيب أو وضع مصببات داخل لشدة الحشوية.

\* عند لصب على مستويات مائلة يحدث انفصال حبيبي فيجب ألا يكون الميل شديداً .

\* صب الخرسانة تحت الماء بمدة انفصال حبيبي

(E) صب الخرسانة اللتلية : يكون على طبقات ٤-٥ سم كما في حالة اللبشة) ويتم تنظيف السطح بعد كل طبقة ورشه بماء.

(F) اصبا كت الماء ← ① بالقادوس : يلزم أن يكون هبوط الخرسانة على (١٠-١٥ سم) ورفع القادوس كلما ارتفعت الخرسانة فيه .



② طريقة الدلو : وفيها يتم ملئ الدلو

القابل للفتح من أسفل عند انزاله في المياه ويمكن به صب خرسانة أقل لدونة من السابقة.

③ طريقة كمن بأنابيب لباني الاسمنت في اركان.

④ طريقة الأ كياس حيث ترصد كياس بجانب بعضها.



⑤ ضخ الخرسانة وهو يشبه القادوس ولكنه

فيها مضخة عند وجود التواء في المواسير



## (G) الدمك : الهدف من الدمك :

- ① تحقيق الترابط بين مكونات الخرسانة .
- ② تحقيق التماسك بين الحديد والخرسانة .
- ③ تقليل الفراغات وقلّة التغير الحجمي .
- ④ زيادة الكثافة .

أنواع الدمك :- ① دمك يدوي للخرسانة ذات التشغيلية العالية .  
ولم يستعمل الدمك يؤدي للتزيف ولا تفصال حبيبي .

② دمك ميكانيكي بالهزازات للخرسانة ذات  
القابلية للتشغيل منخفضة ويمكنه استخدام  
هزازات داخلية أو خارجية على سطح الشدة .



أكثر لمادة الدمك أكثر من مرة : حدوث إتفصال حبيبي

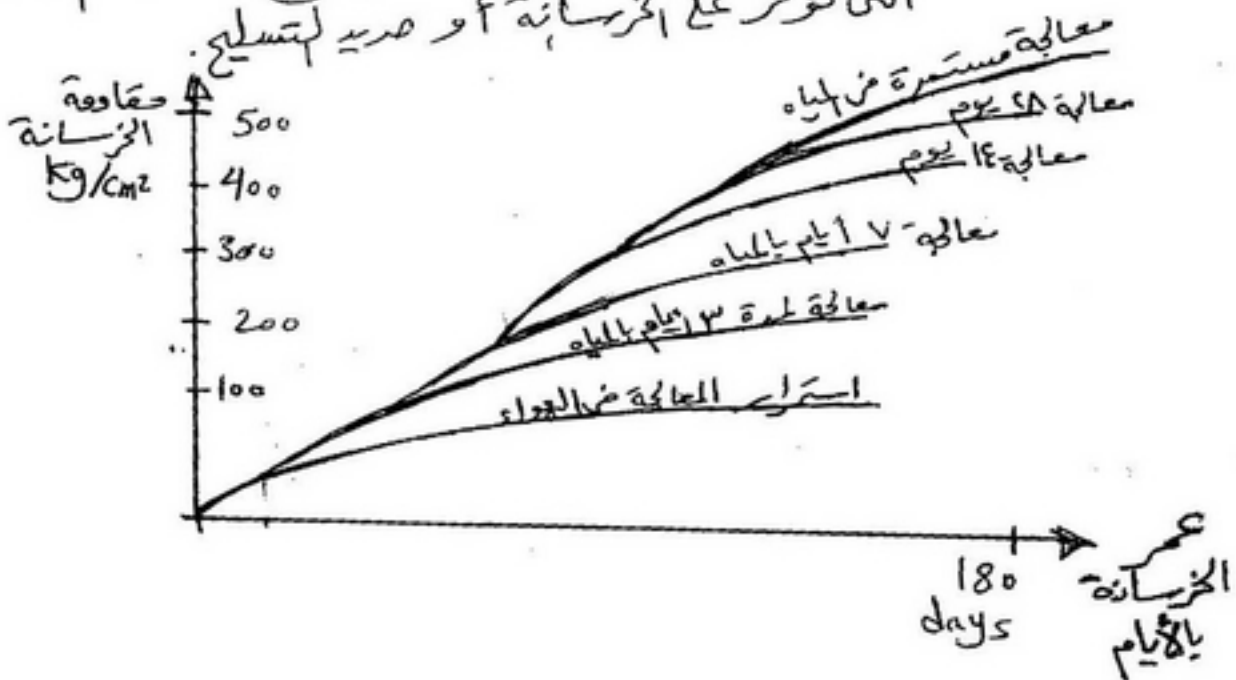
## احتياطات صب الخرسانة في الأجواء الحارة :- (٣٢-٤٢م)

- ① يستخدم ماء بارد
- ② تبريد الزكام في تلوحيات أو رشه بالماء البارد .
- ③ إبعاد الزكام عن الشمس .
- ④ رش الزفر بالمياه قبل الصب .
- ⑤ صب الخرسانة من الصباح الباكر أو المساء لتأثير
- ⑥ كغطاية الخرسانة المصبوبة بالبيتون البيل أو لفتش بيليل
- أو الرمل البيليل بالماء .

## الماء : مرحلة ما بعد الصب :

① المعالجة : وهي تعرف الى المحافظة على ماء الخلط داخل الخرسانة فترة كافية لعملية الاندماج للاسمنت ومنع جفاف السطح الخرساني حتى لا يحدث انكماش رئيسي يسبب شروخ .

فترة المعالجة : لمدة (٣-٧) أيام من الصب بعد ٣ ساعات من الصب ويتبعه ماء المعالجة خالي من الأملاح الضارة ولشرايب التي تؤثر على الخرسانة أو صدي التسليح .



## طرق معالجة ① الرش بالمياه ٢-٣ مرات يومياً

- ⑤ التغطية بالخيش أو القماش الجليل بالمياه أو طبقة رمل مبلل.
- ⑥ الغمر من الأضواء للزينة سابقة الصب.
- ⑦ طلاء سطح الخرسانة بالبستومين (البلاء)
- ⑧ المعالجة بالبخر وهي سرعة وتعطى مقاومة أعلى للكبريتات وتزيد من سرعة التصلد للخرسانة وتقلل من الانكماش للنصف ولكن العيب الوحيد هو نقص التماس مع أسياخ التسليح.
- ⑨ بالكرينة في جو ساخن من بخار  $CaO$  لزيادة التصلد ولتقاؤه والتحل مع الزمن وتقليل الانكماش

⑩ إزالة القرم ← يجب أن يكون المنشأ متزن وخرسانة أضدت تقاوفاً

← عدد الأيام للأعمدة ٧ أيام وفي لباني لصغيرة يومين.

← عدد الأيام للبلاطات ٢٠

← للكمرات ٢٠

← للكوابيل ٢٠

← كلما زادت نسبة الأسمنت وقتلت المياه واستخدم أسمنت سريع التصلد كلما أمكنه قل الشدة بدرجة

2 + 2a	لللبلاطات
2 + 2L	للكمرات
4 + 2L	للكوابيل

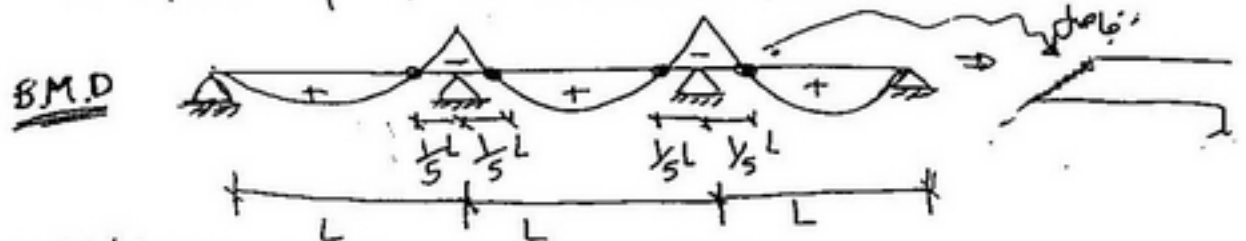
بدراسة

ولا يتم فلأ القرم الكاملة لأحالة أخرى إلا بعد ١٥ يوم.

- ⑪ حماية الخرسانة : يجب طلاء الخرسانة تحت سطح الأرض بالبستومين لمنع تسرب المياه ولا يجري إرساء إلا بعد الطلاء

## ١٢- أنواع الفواصل :- الفواصل حسب : عند نهاية يوم عمل أو

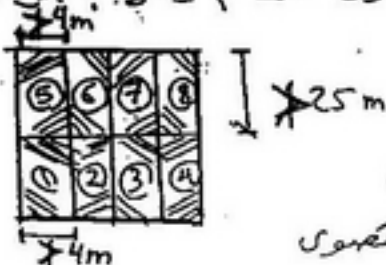
المواد أو لأي سبب.  
ويراعى أنه تكون عند مواقع القيم الدنيا لتقوى القص  
أو عند نقط ما فتلا ب الغزوم بجوار الركائز.



و يراعى أنه يكون الفواصل عمودياً على الاتجاهات الداخلية.  
(Bending moment) (مجموعى على شكل)  
ويجب تنظيف السطح عند إعادة الصب وتخشيشه ورش لباي  
أسمنت عند الفواصل لربط الخرسانة القديمة بالجديدة.

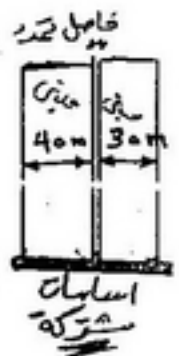
## ١٣- فواصل الانكماش :- ( لتلافى حدوث تشققات )

من حالة السلطات الواسعة مثل أرضية الطور و الطارات و المصانع وغيرها...  
تقسم هذه المساحات إلى مجموعة أجزاء لا يتجاوز عرضها ٤ متر ولا يتجاوز طولها  
٢٥ متر ثم يتم صب الأجزاء الفردية كلها ثم انزوية بعد مضي أسبوع  
مع عمل فواصل بين انزوية و انزوية = بعرض 2٥ مم يملأ بالبيتومين.



## ١٤- فواصل التمدد : تكون مسافة القصوى

بين فواصل التمدد للمنشآت العادية : ٤٠ ← ٤٥ متر للمناطق المعتدلة  
٣٠ ← ٣٥ متر للمناطق الحارة.



ويمكنه أنه يسمح بزيادة هذه المسافات بشرط ألا تقل عن ١٠ أمتار عند  
التصميم تأثر عوامل التمدد والانكماش وارتفاع.



# Revision Final 2007

## No. 4

Course Name: Concrete technology (1)  
Course Code: STC 124  
Level : First  
Department : Structural Engineering

Final Term Exam  
Date : 5/6/2007  
Time : 3 hours  
No. of pages : 3

### السؤال الأول:

أ- اذكر وظيفة كل من:-

الركام - الأسمنت - الماء (بالخلطة الخرسانية)

ب- ما المقصود بحرارة إمالة الأسمنت؟ وما هو الأثر الضار لها على الخرسانة.

ج- صف تجربة لتحديد الوزن الحجمي للركام مع ذكر كيفية تعينه.

د- ما ضرر تراكد المواد الناعمة والطين بالركام مع ذكر كيفية التخلص منه.

هـ- ما هي وظيفة الإضافات؟ وما هي تصنيفها مع ذكر مميزات ثلاثة أنواع منها مع بيان حدود نسبتها بالخلطة الخرسانية.

و- أجرى تحليل المناخل القياسية لعينتين من الركام "أ" و "ب" وكانت النتائج كالآتي.

رقم للمنخل (مم)	٢٨	١٩	٩,٥	٤,٧٥	٢,٨٢	١,٤١	٠,٧٠٧	٠,٣٥٤	٠,١٧٧
نسبة المار % ركام "أ"	١٠٠	٩٦	٨٤	٦٠	٥٤	٤٢	٣٠	١٢	---
نسبة المار % ركام "ب"	١٠٠	٩٢	٥٢	٢٠	٢٠	٨	٤	٤	---

### المطلوب:-

رسم منحنى التدرج لركام الخليط المكون من رمل ركام "أ" ومن زلط

ركام "ب" والتي تعطي معايير نعومة للركام الخليط ٥,١.

أيهما أفضل في الخلطة الخرسانية ركام "أ" أو ركام "ب" مع ذكر

السبب.

السؤال الثاني:-

أ- أذكر ثلاث عوامل يمكن مراعاتها أثناء صناعة الخرسانة والتي يمكن

تحسين مقاومة الخلطة الخرسانية دون تغيير في نسب مكوناتها؟

ب- أذكر الاحتياطات الواجب إتباعها عند تصميم الخلطات الخرسانية لكل

من خرسانة السدود وخرسانة عالية المقاومة وذلك مع ذكر السبب.

[ نوع الأسمنت - المقاس الاعتباري الأكبر ..... ]

ج- عرف كل من القوام ودرجة التشغيل للخرسانة الطازجة وهل يوجد

علاقة بينهما.

د- عرف كل من الانفصال الحبيبي والنضج للخرسانة الطازجة مع ذكر

أسباب حدوثهما وكيفية تلافي حدوثهما.

هـ- المطلوب تحديد كمية المواد المطلوبة لصب ٥٠٠ متر مكعب خرسانة

للخلطة خرسانية مكونة من شيكارة أسمنت - ٠,٠٥٥ متر مكعب رمل -

٠,٠٩ متر مكعب زلط ونسبة الهواء المحبوس ٣%

السؤال الثالث:-

أ- أذكر الاحتياطات الواجب إتباعها أثناء صب الأعمدة والبلاطات اللبشة

الخرسانية من زمن الخلط إلى الصب.

ب- أذكر تأثير فترة المعالجة في مقاومة الضغط للخرسانة مع ذكر طريقتين

مختلفتين من أنواع المعالجة.

ج- أذكر أهمية معينة معايير المرونة للخرسانة وما هي العوامل المؤثرة عليه

وأذكر ثلاث طرق مختلفة لتحديد قيمتها.

د- لتحديد مقاومة الضغط لخلطة خرسانية كان حمل الكسر لأسطوانة قياسية

قطرها ١٥ سم وارتفاعها ٣٠ سم هو ٥٠ طن فما هو حمل الكسر لمكعب قياسي

١٥ × ١٥ × ١٥ أقيم لخرسانة هذه الخلطة مع ذكر القيمة التقريبية لقيمة معايير

المرونة لخرسانة هذه الخلطة

هـ - اشرح تفسير ظاهرة الزحف مع بيان ذلك بالرسم.

و - اذكر أمثلة لتأثير العوامل الآتية على المنشآت الخرسانية

- التأثير المفيد للزحف.
- التأثير السىء للزحف.
- تأثير الانكماش اللدن.
- تأثير الانكماش الكريبي.
- تأثير أملاح الكبريتات.
- تأثير أملاح الكلوريدات.

#### السؤال الرابع:

أ - المطلوب حساب حمل الانهيار لكمرة خرسانية أبعادها  $40 \times 10 \times 10$  سم تحت تأثير حمل مؤثر على ركيزة واحدة عند منتصف البحر بطول ٣٠ سم إذا كان معايير كسر الانحناء لهذه الكمرة هو ٥٧ كجم / سم<sup>٢</sup>.  
إذا كان الحمل المؤثر على الكمرة السابقة يؤثر على ركيزتين بمسافة بينهما ١٠ سم متماثلين عند منتصف البحر بطول ٣٠ سم أيضاً فما قيمة هذا الحمل في هذه الحالة.

هل الحمل في الحالة الأولى مساوي للحمل في الحالة الثانية مع بيان السبب؟

ب - ارسم العلاقات البيانية التالية:

- قابلية التشغيل - نسبة م / من
- مقاومة الضغط لمكونات الأسمنت - الزمن
- مقاومة الضغط - نسبة م / من
- الزحف - نسبة م / من
- الزحف - القطاع الخرساني للمنشاء
- الأنكماش - الزمن لحالات البلل والجفاف
- مقاومة الضغط - نسبة م / من
- الزحف - نسبة م / من
- الأنكماش - الزمن لحالات البلل والجفاف

ج - اذكر أنواع شروخ الخرسانة في مرحلة ما قبل التصلد ومرحلة التصلد ؟ بين بعضها بالرسومات التوضيحية

مع تمنياتنا بالنجاح ا. د حمدي شهاب

١١  
٢) وظيفة الركام :-

- ١- يمثل المادة المألقة في الخرسانة ( ٧٠ - ٨٠ ) % من حجم الخرسانة .
- ٢- يعمل على تقليل الانكماش وزيادة مقاومة الخرسانة .

\* وظيفة الأسمنت :-

- ١- يعمل كمادة لاحمة تساعد على ترابط مكونات الخرسانة .
- ٢- يعمل على ملأ الفراغات وبالتالي زيادة الكثافة .

\* وظيفة ماء الخلط :-

- ١- يعمل على إتمامة الأسمنت .
- ٢- يستخدم ليلا الركام .
- ٣- يعمل كمادة تشحيم لسهولة حركة الركام .

ب) حرارة إتمامة الأسمنت :-

- هي الحرارة المتولدة نتيجة إضافة الماء للأسمنت وتنبعث عند بداية تملك الأسمنت .
- أضرارها تسببه تبخر الماء الموجود بالخلطة مما يسببه نقص المقاومة .

ج) تجربة تحديد الوزن العجى للركام .

- ١- يتم باحضار وعاء فارغ وتلحيف ويتم تحديده  $w_1$  .
- ٢- يملأ الوعاء بالركام على ٣ طبقات وتدمك كل طبقة ٢٥ مرة بموادمك .
- ٣- يتم تعيين وزن الوعاء بالركام  $w_2$  .

$$\text{الوزن العجى} = \frac{w_2 - w_1}{\text{حجم الوعاء بالتر}}$$



- ٥) أضرار تواجد الطين والمواد الناعقة بالركام :-  
 - تؤدي إلى ضعف التماسك بين الركام ومجينة الأسمنتية  
 - تؤدي إلى زيادة كمية ماء الخلط مما يؤدي لضعف المتانة وحدوث تشقق -

#### ٥) و لمينة الإضافات :-

- ١- تحسين قابلية التشغيل للخرسانة اللازمة.
- ٢- تقليل النضج.
- ٣- تعجيل الشك للحصول على متانة مبكرة وعالية.
- ٤- إبطاء الشك في ظروف صب خاصة.
- ٥- تقليل حرارة الإماهة.
- ٦- تقليل الانكماش عند الشك.
- ٧- تحسين خاصية التماسك.

#### \* تصنيف الإضافات :-

- ١- إضافات تحسين قابلية التشغيل.
- ٢- إضافات الهواء المحبوس.
- ٣- صرعات ومبلمات الشك.
- ٤- إضافات تقليل التغير العجمي.
- ٥- إضافات معالجة الخرسانة.
- ٦- إضافات مضادة للبكتريا.
- ٧- إضافات الفلر المحبوس.

⑨ الخليط المطلوب مكون من رمل "P" وزلط "ب" لذلك يجب فعل الرمل والزلط في كل من "P" و "ب".

ركام P				ركام ب		
مقاس المنخل	نسبة الرمل Sand	نسبة الزلط Gravel	نسبة الرمل (P) %	مقاس المنخل	نسبة الرمل Sand	نسبة الزلط Gravel
٢٨	100	100	100	100	100	100
19	100	90	96	100	90	92
9,0	100	60	84	100	40	52
٤,٧٦	100	0	60	100	0	20
٢,٨٢	90	0	54	100	0	20
1,٤١	70	0	42	40	0	8
٠,٧٠٧	50	0	30	20	0	4
٠,٣٥٤	20	0	12	20	0	4
٠,١٧٧	0	0	0	0	0	0
Σ	630				230	

S: G  
0.6 : 0.4

$$\% \text{ pass. (M)} = \% \text{ pass. (S)} \times 0.6 + \% \text{ pass. (G)} \times 0.4$$

$$F.M = \frac{900 - 630}{100} = 2.7$$

S: G  
0.2 : 0.8

$$\% \text{ pass. (M)} = \% \text{ pass. (S)} \times 0.2 + \% \text{ pass. (G)} \times 0.8$$

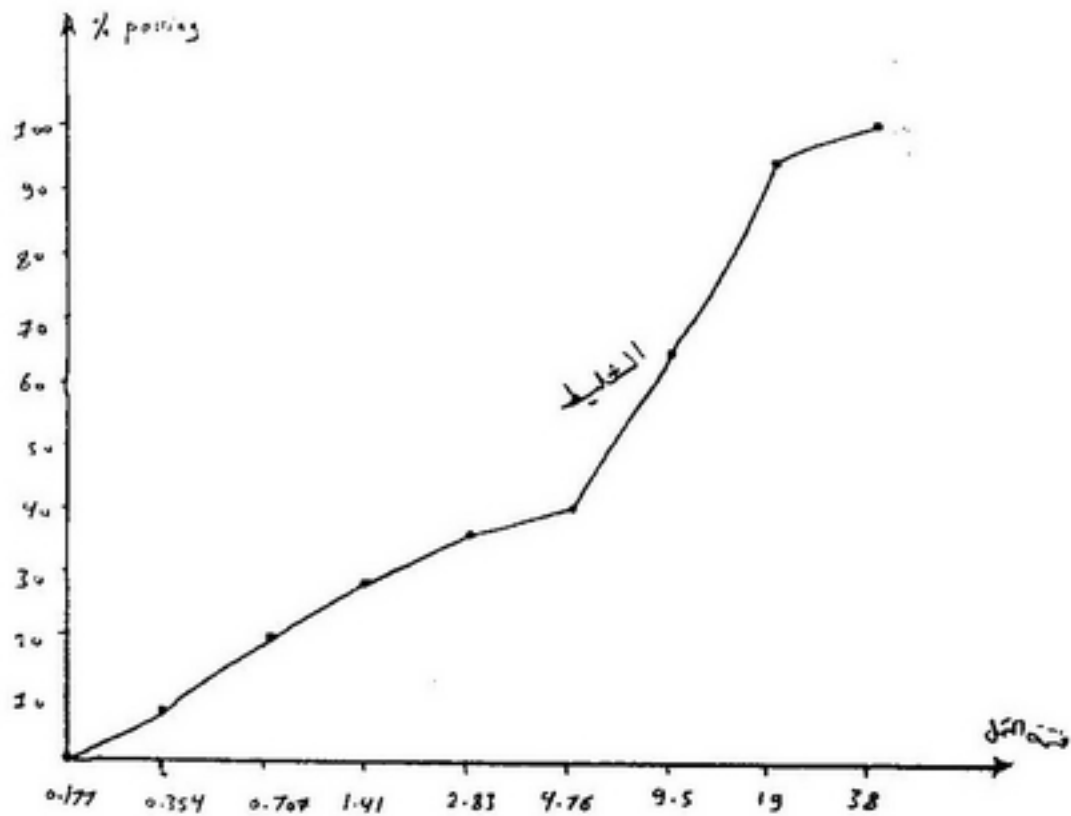
$$F.M = \frac{900 - 230}{100} = 6.7$$

$$5.1 = 2.7x + 6.7y$$

$$1 = x + y$$

$$\therefore \begin{cases} x = 0.4 \\ y = 0.6 \end{cases}$$

٠,١٧٧	٠,٣٥٤	٠,٧٠٧	1,٤١	٢,٨٢	٤,٧٦	9,0	19	٢٨	مقاس المنخل
0	8	20	28	36	40	64	94	100	نسبة الرمل



• رتبة P هو الأفضل للخلطة الغرائية لأن الشرج الجيبى له جيد .

2) العوامل التي يجب مراعاتها أثناء صناعة المزيج

- الخلط
- التقل
- الصب
- الدمك
- المعالجة

ب) حالة مزانات الدود

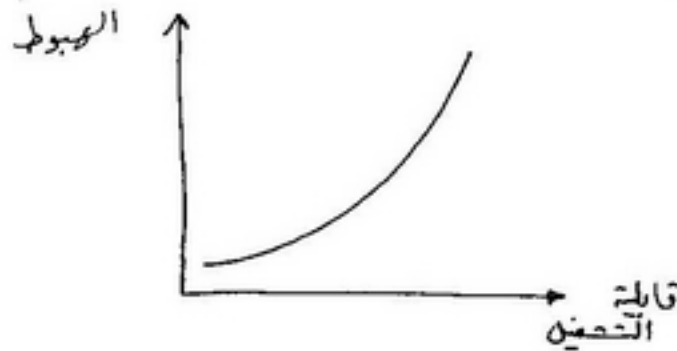
نوع الاسمنت: منخفضة الحرارة - أقل عبارة عن مزيج كثيفة تتولد به كمية كبيرة من الحرارة.

في حالة خزانة عالية الكثافة:-

تمسك بورتلاندى مبكر الكثافة العالية.

(ج) التواء: درجة بلل الخرسانة  
أو نسبة الماء الى مكونات الخلطة الخرسانية

قابلية التشغيل:  
الخامية التي تقطع خرسانة متجانسة سهولة المناولة.



(د) الانفعال الحبيبي: هو انفعال الركام من المونة الأسمنتية.  
أسبابه:

- ١- التصميم الغير جيد للخلطة الخرسانية.
- ٢- زيادة سرعة الخلطة ومدة الخلط.
- ٣- تفريغ الخلطة من مسافة غير مناسبة.
- ٤- نقل الخرسانة في طريق غير مهيأ.
- ٥- زيادة قوة وزمن الدمك.

كيفية تلافيه:

- ١- التصميم الجيد للخلطة الخرسانية.
- ٢- العناية بصناعة الخرسانة (خلط - صب - دمك).
- ٣- عدم التمسك لمدة طويلة.
- ٤- تفريغ الخرسانة من مسافة مناسبة.

\* النضح: ظهور طبقة من الماء محملة بالأسمنتية الناعم على سطح الخرسانة بعد تسوية السطح.

- أسبابه:
- ١- التصميم الغير جيد للخلطة.
  - ٢- زيادة قوة وزمن الدمك.
  - ٣- قلة المادة الناعمة (استخدام أسمنت خشن).
  - ٤- زيادة الماء في الخلطة.



### كيفية تلاشي النفخ

- ١- التقييم الجيد للخلل الغشائي
- ٢- استخدام اسمنت ناعم
- ٣- عدم زيادة المياه بالخلل
- ٤- استخدام إضافات لتقليل النفخ.

### ٣- الاحتمالات أثناء صب الأعمدة-

- ألا تزيد المدة بين إضافة ماء الخلط وصب الخرسانة عن ٣ دقائق في الجو العادي و ١٠ دقائق في الجو الحار
- في حالة زيادة الارتفاع عن ٢٥م يتم الصب على مراحل ولا يجوز الصب من ارتفاع يزيد عن ٢٥م .
- الدمك يكون باستخدام الهزاز الميكانيكي.

### ٤ احتمالات صب اللبشة:-

- الزمن بين إضافة الماء وصب الخرسانة لا يزيد عن ٣ دقائق للأحجار العادية و ١٠ دقائق للأجوار الحارة.
- عدم الصب من ارتفاعات كبيرة
- يجب تحديد أماكن إيقاف الصب قبل بدء غلي الصب.

ب) كلما زادت فترة معالجة الخرسانة كلما زادت المقاومة لذلك يجب المعالجة لمدة ٢٨ يوم.

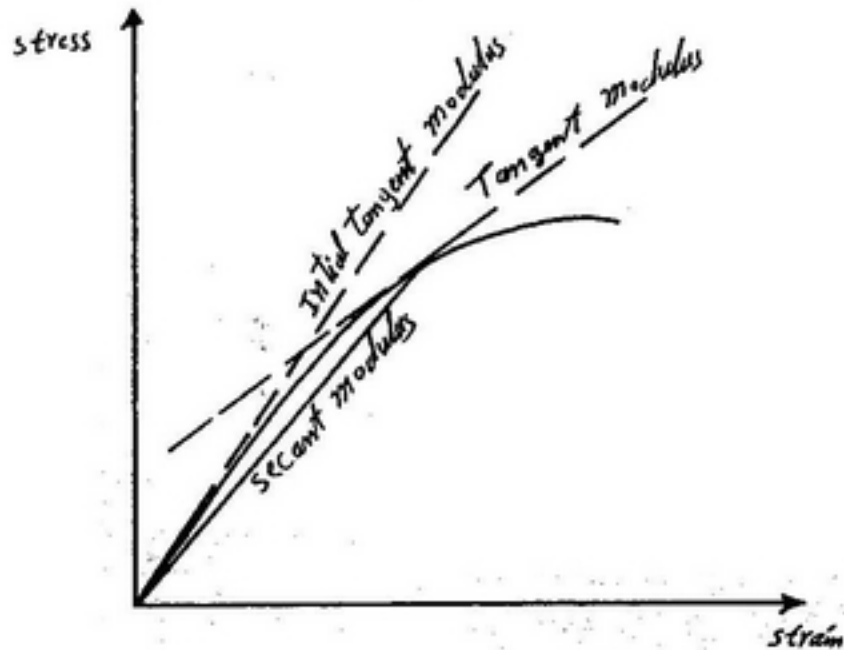
### طرق المعالجة:-

- ١- الرش بالماء (٢-٤) مرات يوميًا.
- ٢- التغطية بالخيض أو القماش المبتر.
- ٣- المعالجة بالبخار
- ٤- " " " " " "
- ٥- " بالكرينج.

## ج) أهمية معايير المرونة :-

- ١- معرفة ملائمة الخرسانة تحت تأثير الأحمال.
  - ٢- حساب التشكلات العادية بالمنشأ.
  - ٣- العوامل المؤثرة على معايير المرونة :-
    - ١- معدل التحميل : زيادة معدل التحميل تزيد قيمة معايير المرونة.
    - ٢- خواص الخرسانة.
    - ٣- نوع الركام.
    - ٤- محتوى الركام.
    - ٥- درجة بلل العينة. كلما زادت كلما زاد معايير المرونة.
- \* طرق تحديد معايير المرونة :-

- ١) معايير القياس الأول Initial tangent modulus
- ٢) معايير القياس Tangent modulus
- ٣) معايير القياس secant modulus



د) حمل كسر الاطرانة = 50t  
حمل كسر الكعب = SS

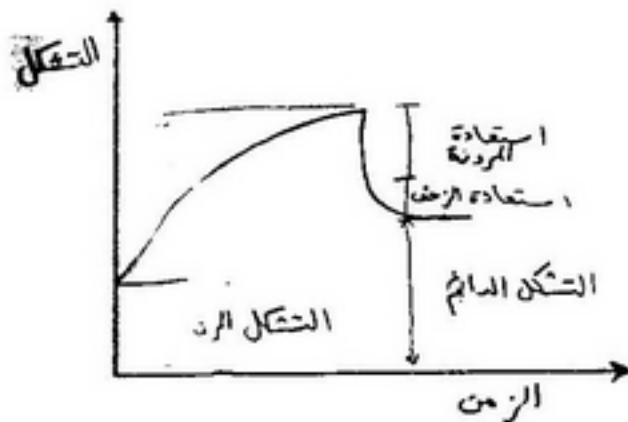
$$F_{cy} = 0.8 F_{cu}$$

$$\frac{P_{cy}}{A_{cy}} = 0.8 \frac{P_{cu}}{A_{cu}}$$

$$\frac{50}{\frac{\pi}{4} (0.15)^2} = \frac{P_{cu}}{(0.15 \times 0.15)} \times 0.8 \Rightarrow P_{cu} = 79.58t$$

هـ) تفسير ظاهرة الزحف:-

- يحدث الزحف نتيجة خروج الماء من داخل فراغات الخرسانة وتكون روابط بين جزيئاته تفقد رجوعه مرة أخرى ولكن جزء من الماء يعود بعد إزالة الحمل



\* التآثر المفيد للزحف:-

- يعمل على تقليل الإجهادات الداخلية الناتجة من الانكماش.
- في حالة الأعمدة يؤدي إلى نقل الإجهادات من الأجزاء العلوية إلى الأجزاء السفلية.
- وعندما يتصل الحديد للتحضوع فإن الحمل يقاوم بواسطته الزحف وبالتالي يقلل من التآثر الكاملة.

### \* التأثير السرى للزحف:-

- يؤدي إلى زيادة مهم الاختلاف في البلاطات والكمرات المركزة، ارتكازاً حراً.
- يؤدي إلى فقد نسبة كبيرة من الاجهاد في حالة الخرسانة سابقة الاجهاد.

### \* تأثير الانكماش اللدن:-

يسببه حدوث شروخ تؤثر على مقاومة الخرسانة مع الزمن.

### \* تأثير الانكماش الكرنبي:-

يسببه حدوث شروخ ولكن في حالة عدم حدوث هذه الشروخ فإن كرويات الكالسيوم الناتجة تسد الفراغات وتزيد مقاومة الخرسانة.

### \* تأثير أملاح الكبريتات:-

- تسببه زيادة في العجم مما يسببه تفتت الخرسانة.
- تؤدي إلى تمدد الأملاح مما يسببه تشقق الخرسانة.

### \* تأثير أملاح الكلوريدات:-

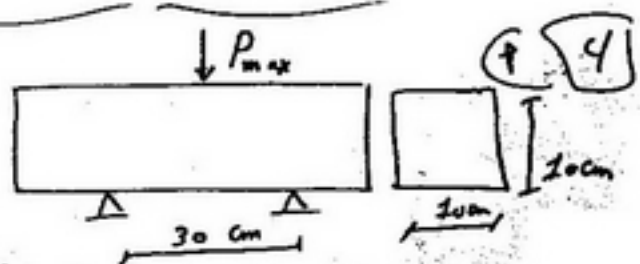
- تتفاعل مع الجير الحر وتكون كلوريد الكالسيوم الذي يندب في الماء مما يسبب حدوث فراغات وتزهير على سطح الخرسانة مما يسببه هفط الخرسانة.
- تسببه مهاجمة التسليح.

$$f_b = 57 \text{ Kg/cm}^2$$

$$y = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{10(10)^3}{12} = 833.33 \text{ cm}^4$$

$$f_b = \frac{M \times y}{I} \rightarrow 57 = \frac{M \times 5}{833.33}$$



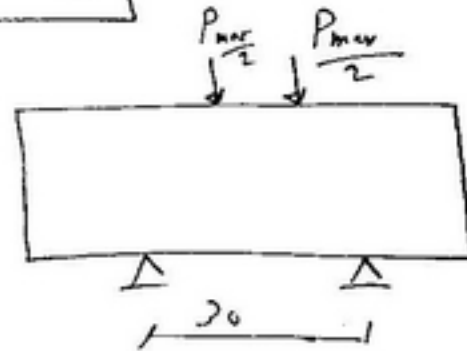


$$M = 9500 \text{ Kg} \cdot a = \frac{P_{max} \times L}{4} = \frac{P_{max} \times 30}{4}$$

$$\therefore P_{max} = 1267 \text{ Kg.}$$

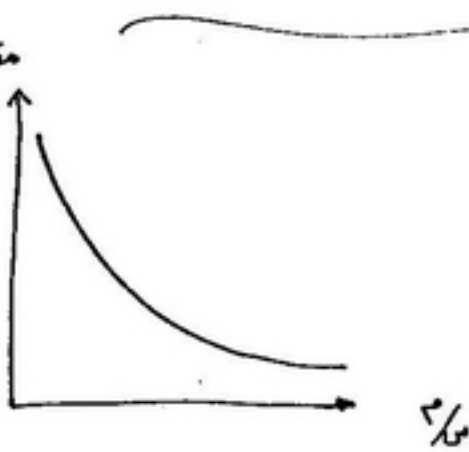
$$M = 9500 = \frac{P_{max} L}{6} = \frac{P_{max} \times 30}{6}$$

$$P_{max} = 1900 \text{ Kg}$$

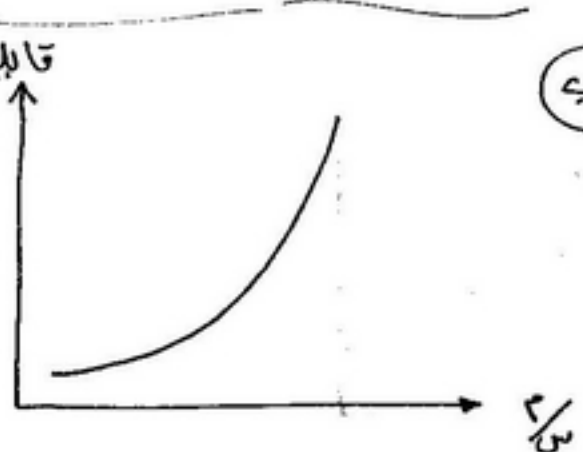


β

مقاومة  
الضغط

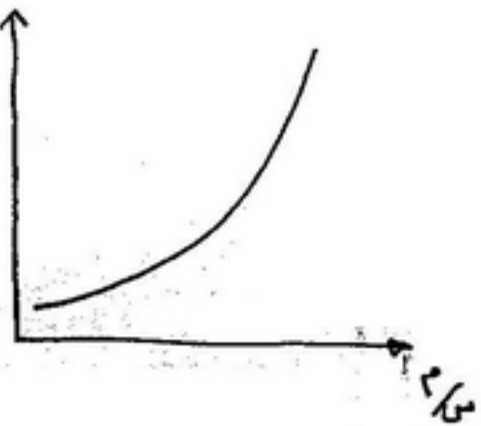


قابلية التشغيل

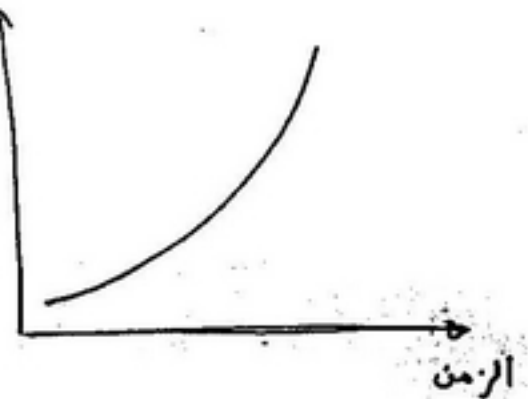


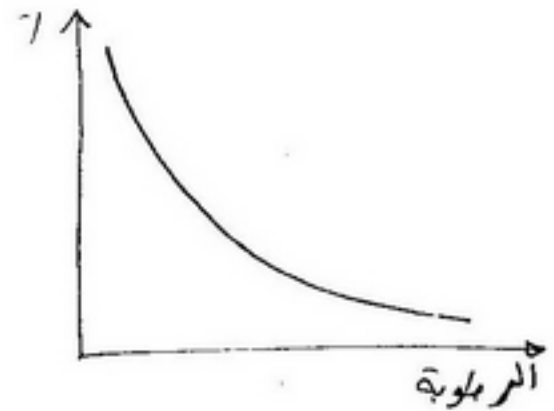
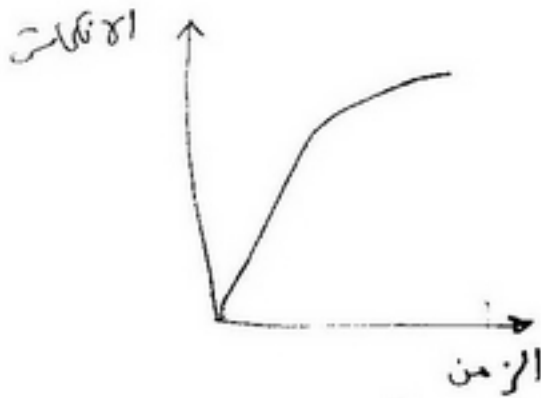
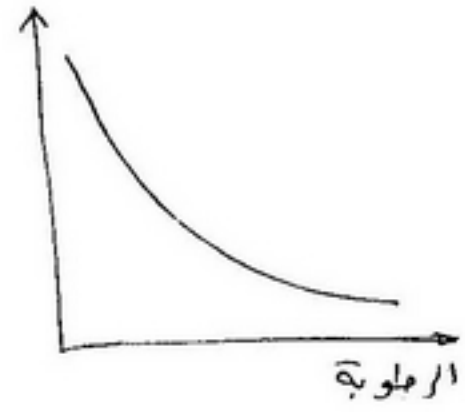
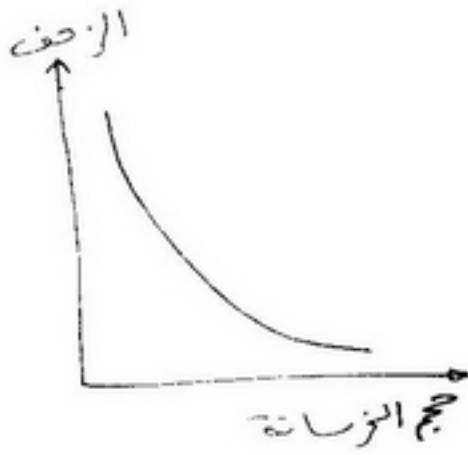
ج

الزحف



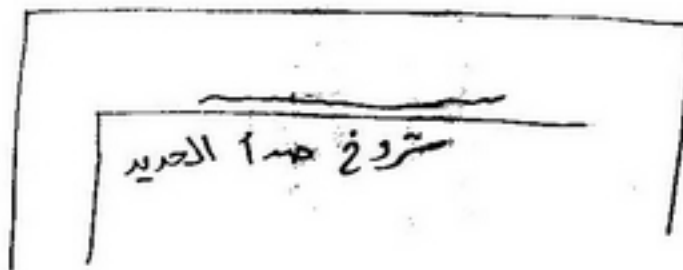
مقاومة  
الضغط





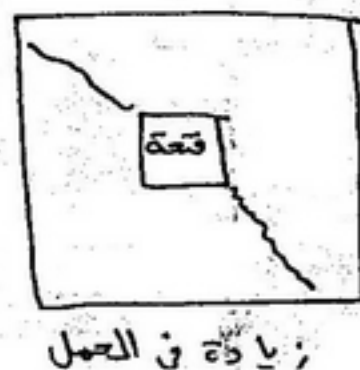
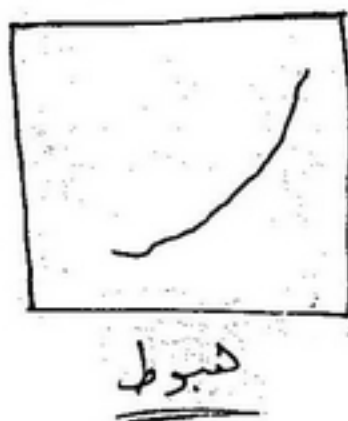
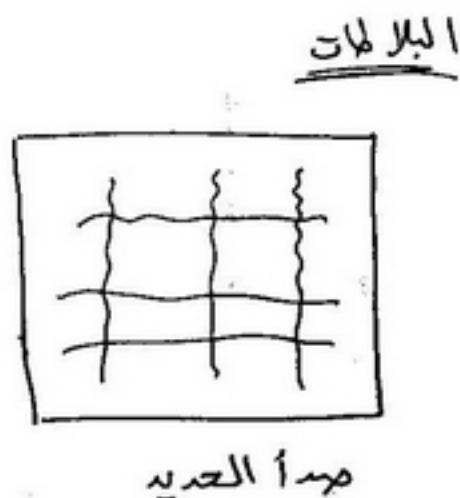
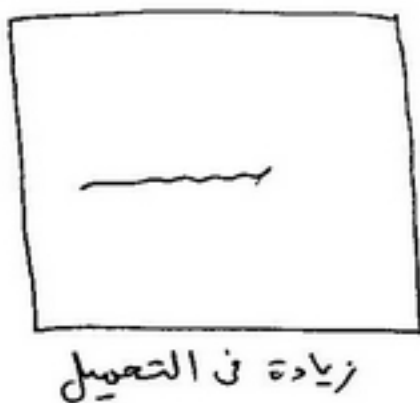
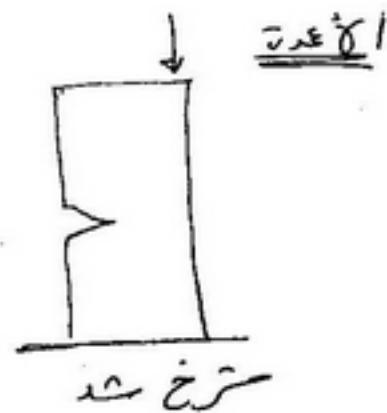
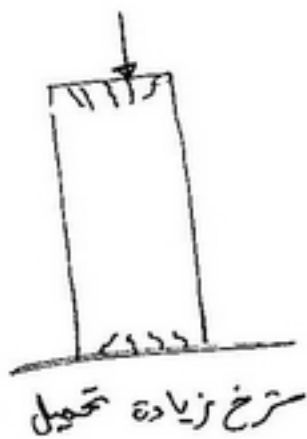
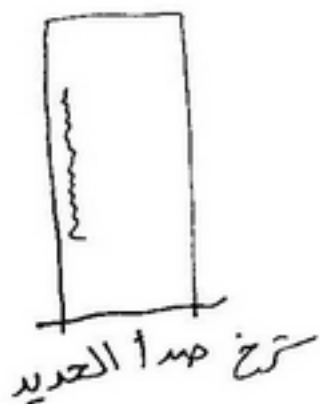
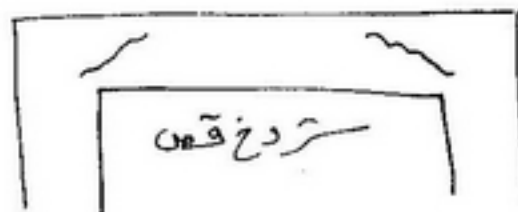
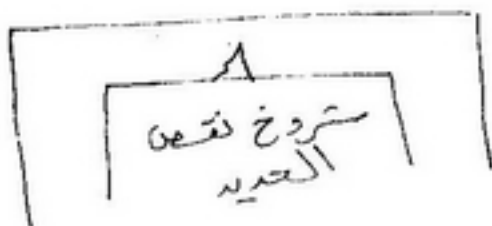
ج) أنواع ستروخ : سبعة في مرحلة ما قبل السقيل

- ① انكماش الزمان في لينة
- ② هبوط الزمان " "
- ③ حركة السدة
- ④ حركة التربة سفلية



بعد السقيل

الكمات



العوامل العامة

# = • Revision Final 2006 • =

## P.1

Course Name : Concrete technology (I)  
Course Code : STE 124  
Level : First  
Department : Structural Engineering  
Term No. : 2<sup>nd</sup> term



Final Term Exam  
Date : 13/6/2006  
Time : 3 Hours  
No. of pages : 5  
No. of Questions : 6

### افرض اى بيانات تحتاجها

#### السؤال الأول (25 درجة)

(أ) اشرح ضرر التفاعل القلوي للركام

(ب) عرف كل من:

- معايير النعومة
- المقاس الاعتباري الأكبر للركام
- مع تحديد أهمية كل منهما

(ج) اذكر جميع الاختبارات التي تجرى على الخرسانة مع شرح إحدى هذه الاختبارات

(د) ما هو المقصود بكل من الشك الابتدائي و - شكري للأسمنت.

(هـ) اذكر الفروق الأساسية بين أنواع الأسمنت مع ذكر مجالات الاستخدام

- أسمنت بورتلاندى عادى
- أسمنت مقاوم للكبريتات
- أسمنت منخفض الحرارة
- الأسمنت الحديدى

(ز) اذكر اشتراطات الكود المصرى لصلاح - خض والمعالجة للخرسانة.

(ن) ماهى أنواع الإضافات الكيميائية التي يتم استخدامها في صناعة الخرسانة مع ذكر وظيفة كل نوع على الخرسانة وايضا الاختبارات التي ينص - كود مصرى لقبول هذه الإضافات.

(ي) أجرى اختبار التحليل بالمناخل على عين - خرمن وزلط وكانت النتائج كما في الجدول الآتي

فتحة المنخل مم	40	20	5	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	الوعاء
المحجوز بالجرام (زلط)	400	2700	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
المحجوز بالجرام (رمل)			20	70	130	190	380	200	10

المطلوب

1- ارسم منحني التدرج للخليط إذا كانت نسبة الرمل إلى الزلط 2 : 3

2- احسب المقاس الاعتباري الأكبر للخليط

3- احسب معايير النعومة للرمل والخرسانة للخليط

4- احسب المساحة السطحية النوعية - ط عرض ان الحبيبات كروية لجميع المقاسات



## السؤال الثاني (20 درجة)

- (أ) اذكر متطلبات الخرسانة الطازجة في الموقع
- (ب) اذكر طرق قياس قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة مع بيان أنواع درجاتها المختلفة ونوعية المنشآت لكل درجة.
- (ت) بين بالرسم فقط العلاقة بين كل مما يأتي على ~~الخرسانة~~ مقاومة الخرسانة :
- محتوى الأسمنت
  - نسبة الرمل والزلط
  - المقاس الاعتباري الأكبر للركام
  - درجة الحرارة
  - الزمن (العمر)
  - إضافات الهواء المحبوس
- (ج) ما هي خطوات صناعة الخرسانة واذكر الاحتياطات الواجب أخذها في الاعتبار لاحدى هذه الخطوات.
- (د) صمم خلطة خرسانية كنسبة بين المكونات (بالوزن والحجم) بمعرفة ما يلي:
- كمية الأسمنت = 7 شكاير للمتر المكعب خرسانة
  - نسبة م/س = 0.45
  - نسبة الرمل : الزلط 40% : 60%
  - نسبة الفراغات بالحجم 2%
- (و) ما أسباب حدوث الانفصال الحبيبي للخرسانة الطازجة؟ وما هو تأثيره الضار على الخرسانة؟ وكيف يمكن تلافي حدوثه؟

## السؤال الثالث (20 درجة)

- (أ) ما الفرق بين الخلطات الاسترشادية التجريبية والخلطات التأكيدية للخرسانة طبقا لما جاء بالكود المصري للخرسانة
- (ب) عرف كل من :
- رتبة الخرسانة
  - متوسط المقاومة المستهدفة
  - مع ذكر استخدام كل منهما.
- (ج) اجري تحليل إحصائي لنتائج اختبارات مقاومة الضغط لعدد خمسون اختبار لاجل المواقع وكانت نتائج متوسط مقاومة الضغط لهذه الاختبارات 350 كجم/سم<sup>2</sup> والانحراف المعياري لها 42 كجم/سم<sup>2</sup> وعدد الاختبارات التي حققت مقاومة أقل من الرتبة المطلوبة وهي 300 كجم/سم<sup>2</sup> اختبار واحد فقط. هل الخرسانة المنتجة تحقق الرتبة المطلوبة.
- (د) اشرح باختصار مع رسم تخطيطي لكيفية إجراء الاختبارات الآتية:
- اختبار كرة كيلي للخرسانة الطازجة
  - اختبار قوة التماسك بين الحديد والخرسانة
  - اختبار عينة من قلب الخرسانة لمقاومة الضغط
  - اختبار غير متلف بطريقة شملت لمقاومة الضغط

### السؤال الرابع (15 درجة)

- (أ) اشرح طريقة لتحديد معايير المرونة للخرسانة معمليا مع ذكر الطرق المستخدمة لتحديد.
- (ب) وضح بالرسم أشكال انهيار العينات الخرسانية للحالات الآتية:
- مكعبات في اختبار الضغط
  - أسطوانات في اختبار الضغط
  - أسطوانات في اختبار الشد غير المباشر
  - كرة خرسانية في اختبار انحناء
- (ج) عرف الزحف والانكماش ثم بين بالرسم علاقة كل منهما تحت تأثير الأحمال ثم إزالة الأحمال.
- (د) ما هي الخاصية الأساسية للخرسانة المتصلدة التي تتحكم في التحميل مع الزمن؟ بين ذلك
- مقاومة للصقيع
  - مقاومة ماء البحر
  - مقاومة الحريق
- (و) اذكر العوامل المؤثرة على زمن فك الشدة (الفرم) بعد صب الخرسانة وما هو زمن فك هذه الفرمة.

### السؤال الخامس (20 درجة)

- (أ) ما هي العوامل التي تؤثر على نتائج اختبار العينات المأخوذة من أقلاب الخرسانة وكيف يمكن تلافي هذا التأثير.
- (ب) احسب مقاومة الضغط للمكعب المكافئ لعدد ثلاث عينات خرسانية مستخرجة من قلب خرسانة الأعمدة لمعدن والتي كانت على النحو التالي:
- قطر العينات 7.5 سم والارتفاع بعد التجهيز ( 10.5 ، 9.5 ، 9 سم ) تحت حمل انهيار ( 9.5 ، 10.5 ، 8.5 طن ) على التوالي.
- بين ما إذا كانت الخرسانة المميزة تحقق لشروط الكود المصري إذا علم أن رتبة الخرسانة المطلوبة هي 250 كجم/م<sup>3</sup>.
- (ج) بين بالرسم فقط أشكال الشروخ التالية:
- شروخ الانكماش
  - شروخ نتيجة عزوم انحناء
  - شروخ نتيجة قوى قص
  - شروخ هبوط أساسات
  - شروخ صدأ لمساخ تسليح
  - شروخ مهاجمة الخرسانة بأملاح الكبريتات
- (ذ) ما هو الفرق بين تأثير كل من أملاح الكبريتات والملاح الكلوريدات على صدأ الحديد
- (هـ) اذكر الأسباب التي تؤدي إلى حدوث تشققات إنشائية مع توضيح التشققات بالرسم.

(أ) التفاعل القلوي للركام : يحدث تفاعل بين السليكا المنشطة الموجودة بالركام مع القلويات الموجودة بالأسمنت مكونة مواد جيلاينية شديدة الالتصاق بالماء فتتفكش ويزيد حجمها وتؤدي لدوث شروخ ولذلك يجب ألا تزيد نسبة القلويات في الأسمنت عن ٠.٦ %

(ب) مخاير النعومة : F.M : هو =  $\frac{\text{نسبة الحجر الزاكي على ٩ مختل القاسية}}{100}$

وهو يصف المقاس المتوسط للركام ويستخدم في تصميم الخلطة الخرسانية

$$F.M = (3.75 \rightarrow 5) \text{ Mix} \quad , \quad F.M = (5 \rightarrow 8) \text{ Gravel} \quad , \quad F.M = (2 \rightarrow 3.75) \text{ Sand}$$

المقاس الاعتباري الأكبر للركام (M.N.S) : وهو أقل فتحة منخل تسمح بمرور 95 % من الركام على الأقل وأهمية تحديده للركام هو أنه تضمن أنه مطابق للكون من حيث أنه لا يزيد عن  $(\frac{1}{5})$  عرض إقطاع أو  $(\frac{3}{4})$  لمسافة خالصة بين أسياخ التسليح ويستخدم في تصميم الخلطة الخرسانية .

(ج) إختبار الركام :

- (١) إختبار ثقل حجم الركام
- (٢) تحديد نسبة الطيب والطين والمواد البائنة .
- (٣) مقاومة إركام للتفتت بالضغط الاستاتيكي
- (٤) إختبار متانة الركام (مقاومته للصدم) = ديناميكي .
- (٥) إختبار صلادة الركام (مقاومة البرق) في جهاز لوس انجلوس .
- (٦) إختبار امتدح طيب ( التحليل بالمناخل ) .
- (٧) إختبار الزمن النومي والجمع ونسبة التفتت

\* شرح لإختبار ثبات حجم الركام لمعرفة مدى مقاومة الركام للتغير المتوالي في الحجم والوزن تحت تأثير التغير في ظروف الجو .

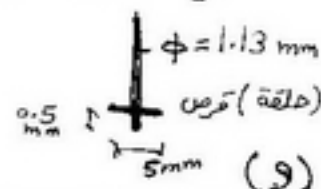
- (A) تحضير عينة ركام نظيف وزنها (W<sub>1</sub>)
- (B) تحضير محلول كبريتات صوديوم أو ماغنسيوم .
- (C) نضع العينة في أحد المحولين لمدة 24 ساعة .
- (D) يتم إخراج الركام وغسله ثم تجفيفه في الفرن 110 °م ويتم وزنه وليكنه (W<sub>2</sub>) ويتم تكرار العملية 5 مرات وحساب الفرق في الوزن في كل مرة .
- ملاحظة كبريتات الماغنسيوم 18 %
- ملاحظة كبريتات الصوديوم 12 %
- $\Delta W \% = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$  نسبة الفقد



(د) زمن الشل الابتدائي : هو لفترة الزمنية بين مضافة المياه و لحظة نفاذ ابرق جهاز فيكبات (قطرها 12 مم) تحت تأثير وزنها الى مسافة 5 مم تقريباً من قاع قالب جهاز فيكبات وهو حوالى 45 دقيقة .

$\phi = 1.13$   
mm

زمن الشل النهائي : هو لفترة الزمنية بين مضافة الماء و اللحظة التي تتحرك ابرق جهاز فيكبات علامة  $\phi = 1.13$  مم بينما لا يظهر أثر الجزر الدائري حولها .



الاسمنت البورتلاندى العادى	الاسمنت المقاوم للكبريتات	الاسمنت منخفض الحرارة	الاسمنت الحديدى
* حرارة الاماهة حوالى 10 درجات .	* الاسمنت نسي ووتر (C-Water) وهو يستخدم فى صب الأساسات وكذلك خزانات الصرف الصحي كما يتها من تأثير الكبريتات	* حرارة الاماهة $(1+5)^{\circ}$ * صبغية $C_{3S} \downarrow$ كبرية $C_{2S} \uparrow$ صبغية $C_{3A} \downarrow$ * نوعية منخفضة * يستخدم فى طناطه الحارة وآبار البترول ولسدود والحرسات الكتلية	* كتيوى على 65 % مخبث الأفران . * حرارة الاماهة أقل منه لبورتلاندى العادى حوالى (7°) * مقاوم لماء البحر * لا أرض من لبورتلاندى العادى * لا يستخدم فى الخرسانات المسكة إلا أنه يؤدى لصياغة
* مقاومة متوسطة			
* لمساحة إنشوية $(2400 + 2800) = \text{cm}^2/\text{gm}$			
* يستخدم فى جميع المنشآت			
* أقل لزوجة			
* مقاومة للكبريتات والأحماض .			

(ر) اشتراطات صلاحية ماء الخلط طبقاً للكود المصرى :-

- (1) أنه يكون نظيفاً ونقى خالى من المواد لطينية والزيوت
- (2) لا يقل الأس الهيدروجينى (Ph) عنه (7)
- (3) يعتبر ماء الشرب صالح للخرسانة للزلط و المعالجة .
- (4) لا يسمح باستخدام ماء البحر إلا إذا قلت نسبة الأملاح عنه (3 %) ويستخدم فى الخرسانة الكائبة فقط .
- (5) يجب ألا يترك الماء المستخدم بقعاً أو ترسباتاً .



## (ن) أنواع الإضافات :

(١) إضافة لقابلية للتشغيل : لتحسين التشغيلية وسهولة مناولة الخرسانة وخلطها ودمكها ، ومنها ← بودة الصخور  
جبر مطفي

← مواد ناعمة معالجة بحمض الكبريتيك حيث تغلف جسيمات الركام وتبعلها تتناثر عن بعضها .

(٢) إضافات الهواء لمحبوس [ لتقليل الكثافة وعزل الحرارة ولصق ]  
مثل بودة الألومنيوم أو الزئبق أو بروكسيد الهيدروجين -

(٣) موازنات قوة الخلطة : لتقليل نسبة المياه نسبة 28 % وزيادة المقاومة بنسبة (50-70) % وتشغيلية مقبولة .

(٤) مبطات شتل : مثل السليولوز والسكر والجلسول وتستخدم في صب أغلفة الآبار والسدود وفي المنظف الحارة .

(٥) مسرعات شتل (منشطات) : تستخدم في الأعمال المطلوبة إنهاؤها بسرعة لتعطي مقاومة مبكرة وفي لصد في الأجواء الباردة .

(٦) مواد البوزولانية : لتقليل حرارة الاماهة وزيادة سدوية الخرسانة ومقاومة الكبريتات وتحسين التشغيلية

وهي مثل : نواج البراكين أو جبت الافران وماد الفحم

## إشتراطات ملاحقة الإضافات طبقاً للتود المصري :-

- ١- يجب أن يقوم المورد بتقديم جميع التفاصيل عن الإضافات .
- ٢- يجب ألا تؤثر الإضافات على الجانب المادي
- ٣- يجب ألا يزيد محتوى الكلوريات بسبب الإضافات عن 2 % بالوزن
- ٤- يجب أن يتم اختبارها في معامل معتمدة
- ٥- يجب ألا يزيد محتوى الهواء بالخلطة عن 2 %
- ٦- لا يزيد الانخفاض في المقاومة بسبب الإضافات عن 15 % من مقاومتها بدورها .
- ٧- في الخرسانة سابقة الاجهاد لا يتم استخدام إضافات بها كلوريات

Gravel : (1)				Sand : (2)				MIX	
المنخل	المحتجز	نسبة المحتجز	نسبة المحتجز	% Pass	% Pass	المحتجز	المحتجز	% Pass	% Pass Mix
40	40	4	4	96	0	0	0	100	97.6
20	2700	27	31	69	0	0	0	100	81.4
10	3300	33	64	36	0	0	0	100	61.6
5	3600	36	100	0	20	2	2	98	39.2
236	0	0	100	0	70	7	9	91	36.4
1.18	0	0	100	0	130	13	22	88	31.2
0.6	0	0	100	0	190	19	41	59	23.6
0.3	0	0	100	0	380	38	79	21	8.4
0.15	0	0	100	0	200	20	99	1	0.4
الوكاس	0	—	—	—	10	—	—	—	—
Σ	10000	—	(699)	—	1000	—	(252)	—	—

$$\text{نسبة المحتجز} = \frac{\text{المحتجز}}{10000} \times 100$$

$$= \left( \frac{\text{المحتجز}}{100} \right)$$

$$\text{نسبة المحتجز} = \frac{\text{المحتجز}}{1000} \times 100$$

$$= \left( \frac{\text{المحتجز}}{10} \right)$$

$$X = \left( \frac{2}{5} \right) = 0.4 \quad \text{نسبة الرمل}$$

$$Y = \left( \frac{3}{5} \right) = 0.6 \quad \text{نسبة الزلط}$$

الخليط

$$\therefore \% \text{ Pass}_{\text{mix}} = 0.4 (\% \text{ Pass}_{\text{sand}}) + 0.6 (\% \text{ Pass}_{\text{gravel}})$$

(2) \* المعاسير الاعتباري الأكبر للزلط = 40 مم  
 ~ ~ ~ للخليط = 40 مم

(3) معيار النعومة (Fineness modulus)

$$F.M = \left( \frac{\text{مجموع النسب المحفزة التراكمية على أمثال}}{100} \right)$$

$$F.M_{\text{sand}} = \frac{252}{100} = 2.52$$

$$\therefore F.M_{\text{gravel}} = \frac{699}{100} = 6.99$$

$$\begin{aligned} \therefore F.M_{\text{mix}} &= (F.M_{\text{sand}} * X) + (F.M_{\text{gravel}} * Y) \\ &= 2.52(0.4) + 6.99(0.6) = 5.2 \end{aligned}$$

(4) خسارة السطوح النوعية للزلط : (SP.S.A)

على أنه جميع الحبيبات كروية  $F = 1$  عامل اسكل لكل الحبيبات حالة خاصة

(المار صينغل - المار للمنغل)  $w_2$

المسحور (mm)	% Pass	$w_i$	$f_i$	$D_{\text{avg}} (mm)$	$(w_i * f_i) / D_{\text{avg}}$
40	96	27			9.547
20	69	33		1.414	23.33
10	36	36	1	0.707	50.91
5	0				
2.36	0				
1.18	0				
0.6	0				
0.3	0				
0.15	0				
Σ جميع	100	96			83.787

Σ  $w_i$



$$D_{i \text{ avg}} = \left( \sqrt{D_i * D_{i+1}} \right) / 10$$

متوسط قطر المناخل

للحساب إلى سم

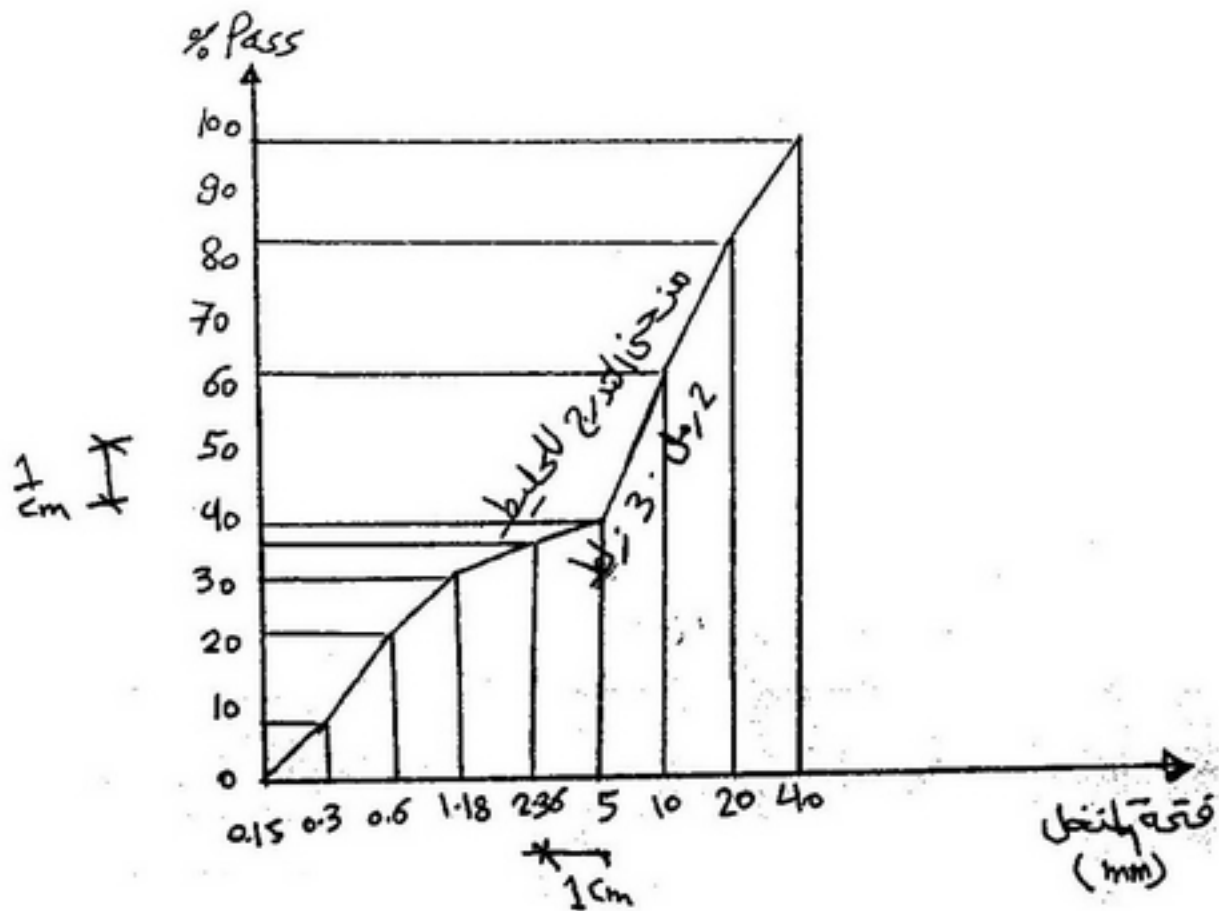
$$S.A = \frac{6}{G_{\text{gravel}}} \left[ \sum \frac{W_i \cdot f_i}{D_{i \text{ avg}}} \right] = \frac{6}{2.64} * 83.787 = 190.425 \text{ cm}^2$$

معرض لوزن النوعي → gravel

للزلط = 2.64

$$SP.S.A = \frac{S.A}{\sum W_i} = \frac{190.425}{95} = 1.98 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

المساحة لسطحية النوعية





## السؤال الثاني

(أ) متطلبات المراقبة الخارجية في الموقع = ١٥ ١٦ تكون ذات قوام مناسب

يفحص قبل الخلط دون حدود انفصال حبيبي.

١٧ تكون كتلة الخرسانة متماسكة

أثناء عملية النقل والصب والدمك.

١٨ عدم حدوث التشقق

١٩ تجنب حدوث التزيف (البضغ)

٢٠ قابلية تشغيل مناسبة لنوع طيننا

(ب) طرق صياغة حماية التشغيل :

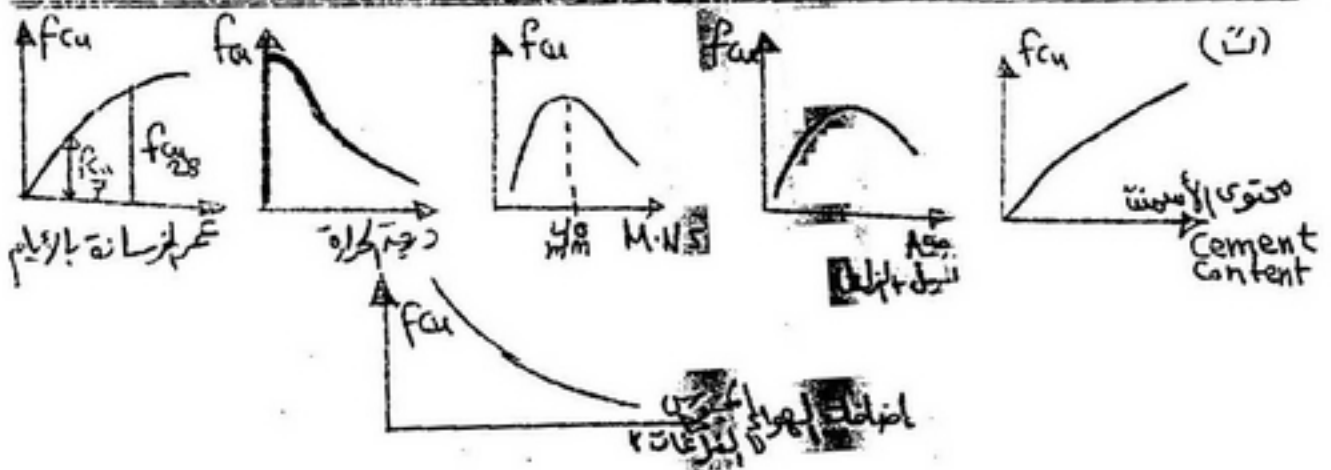
اختبار عامل الدمك (للخطة ذات التشغيل العالية)

اختبار إعادة التشكل بالاهتزاز الترددي [متوسطة]

اختبار (في بي) (V.b-test) [تشغيل منخفضة]

ودراجاتها هي

درجات	نوع المنتج
عظيمة	خرسانة سابقة التجهيز - دمل ميكانيكي
متوسطة	خرسانة ذات تسليح قليل - دمل ميكانيكي
منخفضة	معظم المنشآت الخرسانية - دمل ميكانيكي
منخفضة	خرسانة كثيفة التسليح - دمل يدوي
منخفضة جداً	خرسانة كثيفة التسليح



## (ج) خطوات صناعة الخرسانة :-

مرحلة ما قبل الصب	مرحلة الصب	مرحلة ما بعد الصب
<ul style="list-style-type: none"> <li>* اختيار المكونات .</li> <li>* تخزين المواد بالموقع</li> <li>* اعداد القرم (لبنان)</li> <li>* تقدير الكميات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* الخلط .</li> <li>* النقل .</li> <li>* الصب .</li> <li>* الدمك</li> <li>* الانهاء والتشطيب .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* المعالجة .</li> <li>* ازالة الغرم ولبنان</li> <li>* حماية الخرسانة .</li> <li>* ترميم الاجزاء المعشقة</li> <li>* معالجة سطح الخرسانة .</li> </ul>

### \* احتياطات تخزين المواد بالموقع :

- ١- الاسمنت: يخزنه في شكاير 50 كجم ولا يزيد عدد الشكاير فوق بعضها  
عشرة شكاير . ويخزنه على أرضية خشبية مرتفعة عن الأرض  
في مكان جاف جيد التهوية وخالي من الرطوبة وأنه يترك مسافة  
من الحائط لا تقل عن ١٠ سم . ويتم ماختر زمن لشكل كل ٣ أشهر .  
أو يخزنه في صوامع حافة .
- ٢- الركام ← (الرمل والبلط) يتم تخزينهم على أرضية خشبية أو حسانية  
نظيفة على شكل كومة بارتفاع لا يزيد عن ٣ متر .  
وفي مكان بعيد عن الشمس . وأنه يتم غسله في حالة احتوائه على أتربة
- ٣- الماء ١ - يخزنه في خزانات مطلية بمادة غير قابلة للصدأ .

$$\frac{W_c}{G_c} + \frac{W_s}{G_s} + \frac{(W_s + W_g)}{G_{aggregate}} = 1000(1 - e)$$

$$\therefore \frac{350}{3.15} + \frac{(0.45 \times 350)}{1} + \frac{(W_s + W_g)}{2.65} = 1000(1 - 0.02)$$

$$(W_s + W_g)_{\text{رمل}} = 1885.18 \text{ kg}$$

$$\therefore W_s = 0.4 \times 1885.18 = 754.07 \text{ kg}$$

$$\therefore W_g = 0.6 \times 1885.18 = 1131.1 \text{ kg}$$

(١١)

ماء	زلط	رمل	اسمنت
0.45	3.23	2.15	1

\* النسب بالوزن

اقسم كل الأوزان على وزنه الأسمنتي  
350

ماء	زلط	رمل	اسمنت
0.45 $\times$ 350	1131.1	754.07	7
	$\frac{1131.1}{1600}$	$\frac{754.07}{1600}$	
	$= 0.706 m^3$	$= 0.47 m^3$	
			شوائب

النسب بالحجم:

assume  $\gamma = \gamma' = 1600 kg/m^3$   
sand & gravel

### أسباب حدوث الانفصال:

- 1- زيادة نسبة ماء الخلط
- 2- زيادة الدهن - اللازم وخصوصاً إذا كان ميكانيكي بالهزازات
- 3- زيادة المضافات اعتباراً الأكبر للركام
- 4- نقص كمية الرابطة الاسمنتية
- 5- زيادة كمية الزلط
- 6- الصب من ارتفاعات عالية أو على أسطح مائلة ميل شديد
- 7- زيادة سرعة الخلط فزمن الخلط عنه (2) دقيقة  
تأثيره الضار على الخرسانة - يؤدي لعدم تجانس الخلطة -  
يؤدي للتفتيش وزيادة الفراغات -  
نقص المقاومة وزيادة النفاذية -  
يتبع حدوث التزيف (النفخ)

### كيفية تلافي حدوثه:

- 1- صب من ارتفاعات عالية أو على أسطح مائلة شديدة
- 2- عدم زيادة ماء الخلط
- 3- عدم زيادة سرعة الخلط فزمن الخلط عنه اللازم
- 4- التصميم الجيد لنسب الخلطة الخرسانية
- 5- عدم لنقل فتجنت الرج لشديده للسيارات
- 6- استخدام مضافات كيميائية



## السؤال الثالث

(أ)

الخلطات الاسبرشادية التجريبية	الخلطات التأسيسية
وهي يقوم بها مهندس المعمل للتأكد من القوام والقابلية للتشغيل والمقاومة المستهدفة في ظروف المعمل.	(وهي خلطات الزامية) للمقاول في الموقع حيث يتم عمل ثلاث خلطات وأخذ مكعبات من كل خلطة تم اختيار المكعبات 3 بعد 3 أيام 6 بعد 3 أيام 17 بعد 3 أيام 28 يوم والتأكد من أنها مطابقة لما هو مطلوب

(ب) رتبة الخرسانة = المقاومة المميزة  $f_{cu}$  وهي أجهاد كسر المكعب الخرسانى لقياس  $15 \times 15 \times 15$  سم بعد 28 يوم والذي من غير المحتمل أنه يقل عنه أكثر من 5% من عدد نتائج واختبارات تكسير المكعبات متوسط المقاومة المستهدفة:  $(f_m)$

وهي تساوى المقاومة المميزة مضافاً إليها هامش أمان تصميم خلطة

$$f_m = f_{cu} + M$$

المقاومة المميزة رتبة الخرسانة	المقاومة المستهدفة $(f_m)$
يستخدمها مهندس التصميم الانشائى لتصميم إقطاعات الخرسانية المسلحة	يتم بها مهندس تصميم خلطة للحصول على نسب الخلطات ↓ مل زلط اسمنت مياه

(ج)

متوسط مقاومة لضغط = 350 كجم/سم<sup>2</sup>

$$S = 42 \text{ Kg/cm}^2 \text{ الانحراف المعياري}$$

$$f_{cu} = 300 \text{ Kg/cm}^2 \text{ رتبة الخرسانة المطلوبة}$$

عدد الاختبارات التي حققت مقاومة أقل من  $f_{cu}$  هي اختبار واحد

$$n = 1 \text{ نسبة الخطأ} = \frac{1}{50} = 0.02$$

وهي أقل من 5% (OK)



تابع (ج) التي يتم قبول النتائج يجب أن تكون مطابقة لاشتراطات الخلطات التأسيسية وهي :-

II متوسط المقاومة للاختبار لا يقل عن  $(0.9 f_m)$

$$\therefore f_m = f_{cu} + M = 300 + 68.9 = 368.9$$

$$\text{المقاومة المستهدفة} \quad 60 \text{ kg/cm}^2 \quad 1.645 = 1.64 \times 42 = 68.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$350 \text{ متوسط المقاومة} \quad (0.9 \times 368.9) = 331.9 \quad \text{OK} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

III لا يقل متوسط الاختبار عن  $f_{cu} + 60$

$$\therefore 350 < (300 + 60) = 360$$

المتوسط

Not OK

IV لا يقل مقاومة أي مكعب عن  $f_{cu}$  وهي غير معطاة حيث لم يعطى مقاومة المكعبات ولكنه أعطى متوسط عام للمكعبات

V لا يزيد الفرق بين أقل مقاومة للمكعبات وأعلى مقاومة عن 15% من متوسط الاختبار

وهي غير معطاة حيث لم يعطى للمكعبات

VI الاختبارات في النهاية غير مقبولة ولا تحقق المقاومة الممنوعة المطلوبة

## (د) الاختبارات:

### (كرة كيل)



الجهاز يوضع على سطح الخرسانة  
فيسمح لكرة كيللي أن تسقط  
سقطاً حراً تحت تأثير وزنها  
داخل الخرسانة ونعين  
مقدار الاختراق.

(لقياس القوام)

### (اختبار قوة إمتساك)



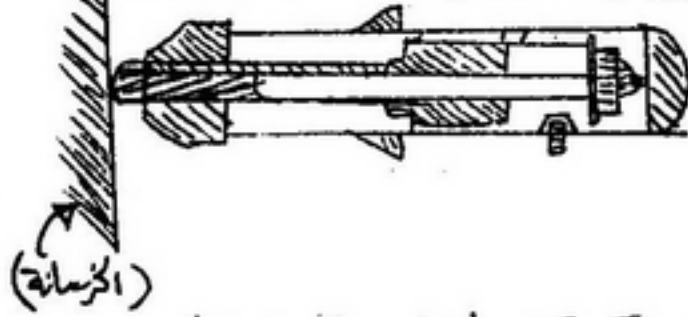
$$f_{bond} = \frac{P_{max}}{\pi \cdot d \cdot L}$$

(التماسك)

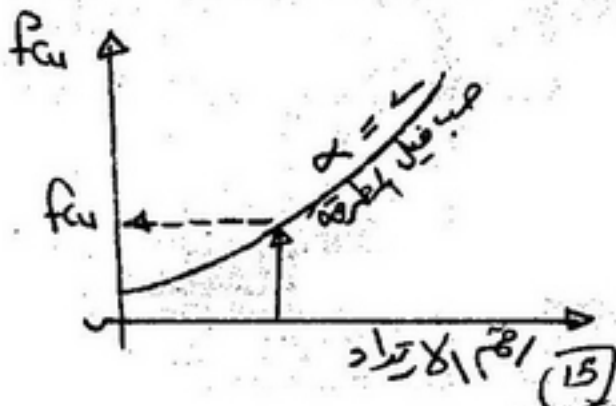
اختبار الاعتلاج  
(بالشد) لتحديد مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة

### \* اختبار مطرقة شميدين :

(يجري في الموقع على الخرسانة المتصلدة)



\* وهي تستخدم لقياس رقم  $\alpha$  يتباد  
للخرسانة ثم يتم بحسب مقاومة الخرسانة  $f_{cu}$   
بجدولة رقم الاختبار.  
\* (وهو اختبار غير متلف)



### \* اختبار إلتكاب الخرسانى اختبار متلف (Core test)

يتم إستخراج القلوب الخرسانية  
الثلثة من المنطقة المنشكولة  
فيها سواء كتلة أحده - بولطان بمرات  
مذلك باستخدام ماكينة لثقب  
(Core drill)

ثم استخدام أزجيد لفصل وإستخراج  
القلب

ثم يتم تسوية أسطح للقلوب  
و اختبارها تحت ماكينة الضغط.

$$f_c = \frac{P}{A} \times \text{Factor}_1 \times \text{Factor}_2$$

$$\text{Factor}_1 = \left( \frac{2.5}{1.5 + \frac{1}{d}} \right)$$

للعينات  
الماخوذة  
أصغراً

$$\text{Factor}_2 = \left( \frac{2.3}{1.5 + \frac{1}{d}} \right)$$

للعينات  
الماخوذة  
أكبراً

$$\text{Factor}_3 = 1 + 1.5 \left[ \frac{5 \cdot \phi}{1.0} \right]$$

عند ضغط الأسطح

السؤال الرابع (مهم)

(أ) - طريقة معملية لتحديد معايير الجودة  $E_2$  للخرسانة

(١) يَمَّ صَبَّ الْبَيْتِ الْأَسْطَوَانِيَّةِ (١٥ × ٣٥) ثُمَّ تَرَكَهَا تَتَبَدَّلُ مَعَ عَمَلِ مَعَالِجَةٍ

بالخمر بالمياه لمدة ٢٨ يوم.

(٢) يتم تحميل العينة تحت ماكينة الضغط بمعدل ١٦ كجم/سم<sup>٢</sup> دقيقة

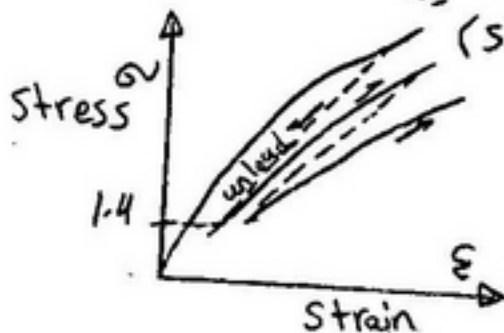
حتیٰ فصل دای و اجودا  $(7 + \frac{1}{3} f_{in})$  کجما سہ؟ و ستم ہذا لا شمار (قیقہ

(۳) يتم تقليل اجهاد الحكب الى ۱.۰۴ كجم / سم ثم يعاد التحميل مرة

آخری بتفصیل جدول کی آٹھ فصل کی  $(\frac{1}{3}f_n + 1.4)$  حجم/حجم


مع تسجيل الانفصال عند كل مرحلة رحيل

(stress-strain) منحنى  $\sigma - \epsilon$



(٥) يَم تَكْرِيد مَعَايِرُ الْمَوْتَةِ : (E<sub>C</sub>)

initial modulus \*  
مماس للتحني عند الصفر

tangent modulus   
مماس للمنحنى عند اى نقطة

وهو ميل الخط القاطع من الصفر وحتى نقطة على المنحنى عند  $f_{ac} = \frac{1}{3}$  secant modulus □

(ب) اشكال النهي العينة

الحکیمان فی الضغط



مکتبہ

shear failure)

منحروطس بالقص

لوجود احتلال یم

فلك الماكينة والملح

الاستوائية في الضغط



shear splitting  
splitting

splitting

لِنَقْصِ قَوَى

الا حكاكك يمين

الماكينة والاسطوانات

اسطوانة التذخيرة  
(التدبير)



splitting

(فانم)

كمرة في  
الاستخناء



شیخ یبیا

۱۰۰۰

لشده لاسفلی  
نست

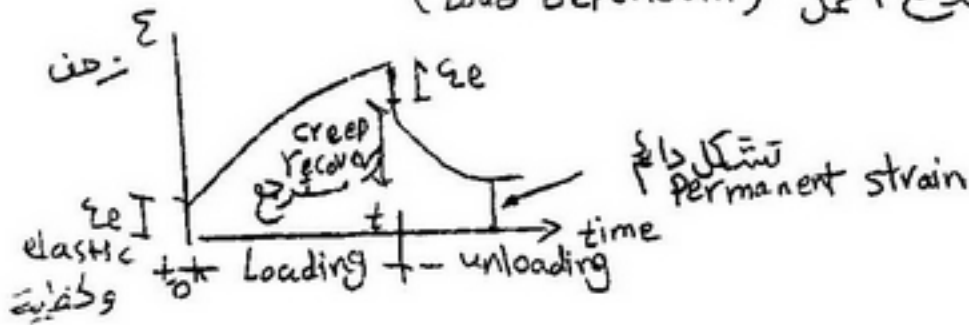
لاعلى

12.5, 12.8

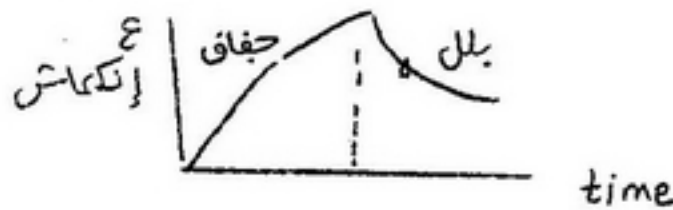
المطلوب



(ج) الزحف: هو انفعال يحدث تحت تأثير حمل ثابت لفترة زمنية وهو تشكّل يعتمد على الحمل (Load dependent)



الانكماش : (Shrinkage) : وهو تشكّل لا يعتمد على الحمل  
نتيجة حفاف الخرسانة أو الكرىنة أو الانكماش الذاتي أو للبيئة



(د) الخاصية التي تتحكم في التفاعل مع الزمن هي متانة الخرسانة - (مهم)

مقاومة الخرسانة للصمغ : وهو يتجمد المياه داخل الخرسانة فيزيد حجمها

مما يؤدي لحدوث شروخ ولذلك يجب تقليل ماء الخلط وكما جاز لذلك الجيد  
و استخدام إضافات الهواء الخسوس وزيادة نسبة الاسمنت -

مقاومة ماء البحر : حيث تتأثر الخرسانة بالمرحوة بجوار البحار بـ :

١- عند تعرضها لليل والحرارة فتتبلور فيها أملاح تفتت الخرسانة

٢- الأمواج الحاملة لجسيمات رمل وزلط مدلفاع تؤدي لتفتت الخرسانة بالبرق

٣- الكائنات البحرية مثل الكفار البحري والتي تؤثر على الخرسانة

٤- تسرب مياه البحر داخل الخرسانة يؤدي لصدا الحديد

ولزيادة مقاومة الخرسانة لمياه البحر يجب زيادة نسبة الاسمنت

وعمل البلاء الجيد لتقليل الفراغات واستخدام اسمنت معادم للكبريتات -

أو اسمنت الومبي



\* مقاومة الخرسانة للزحف :- ① وهي تعتمد على نوع الركام :  
حيث الركام ذو لطافات مثل الحجر الخفاف أو كبر الطوب أو خبث الإفران أعلى  
مقاومة للزحف من الزلط أو كبر الحجارة.

② كلما زادت نسبة البول في الخرسانة زادت مقاومتها للزحف.



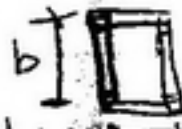
③ لاسمكت الألوميني هو أحد أطوع الاسمكت مقاومة للزحف.

④ كلما زادت نسبة الاسمكت قلت مقاومة الخرسانة للزحف.

⑤ كلما زاد معدل امتصاص الخرسانة زادت مقاومتها للزحف.

### (و) العوامل المؤثرة على زمن تلك الشدة نسبية (الزمن)

① لا يتم تلك الشدة النسبية للعناصر لمدة ٢٨ يوم  
② يجب أن يكون المنشأ متزن وقت العمل على تحميل الأحمال الخارجية.



\* بالنسبة للبلاطات  $(2 + 2a)$

\* بالنسبة للكمات  $(2 + 2L)$

\* بالنسبة للكوابل  $(4 + 2L)$  يوم



① كلما استندنا أسمنت سريع التصلد كلما قل زمن تلك الشدة

② كلما زادت نسبة الاسمنت وقلت نسبة المياه قل زمن تلك الشدة

③ كلما زادت درجة الحرارة قل زمن تلك الشدة

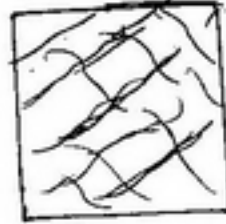
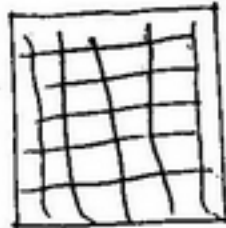
(السؤال الخامس)  
(أ) العوامل المؤثرة على نتائج اختبار العينات في : (core test)

- محتوى الرطوبة للعينات المختبرة يقل من قيمة المقاومة المقاسة بنسبة قد تصل الي ١٥ % ولذلك حاول أن تأخذ العينة جافة
- اختلاف شكل القلب المختبر عن المكعب القياسي.
- نسبة طول / قطر للقلب فكلما زادت هذه النسبة قلت المقاومة المقاسة  $\lambda = \frac{L}{D} = (1 \rightarrow 2)$
- الاختلاف بين اتجاه الصب واتجاه التحميل واتجاه اخذ العينة
- وجود حديد تسليح في القلب المختبر يؤدي الي نقص المقاومة المقاسة بنسبة تتراوح بين ٥ و ٢٠ % ولذلك حاول أن تأخذ العينة في منطقة ليس بها اسياخ حديد

(ب) مسألة على core test (القلب الخرساني)  
مطلوب منه قبل

# شقوق الانكماش اللدني

(ج)

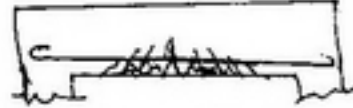
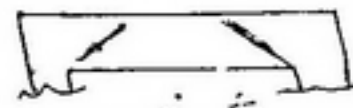


A

تشققات أخذت شكل حديد على اسطح العلوي للبلاطات

خارطة عشوائية (انكماش لدني)

شقوق انكماش لدني  
مائلة (45)



شقوق بسبب قوى القص في الكمرات

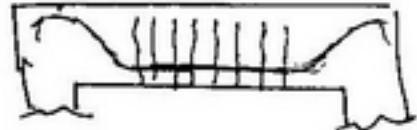
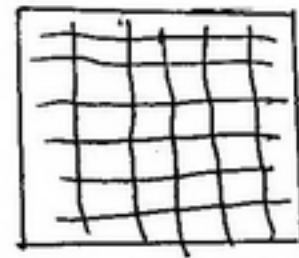
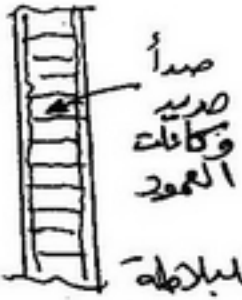
شقوق عزم انحناء  
في الكمرات نتيجة نقص الحديد أو زيادة عزم الانحناء

شقوق بسبب هبوط في الأساسات للهوائط

D

C

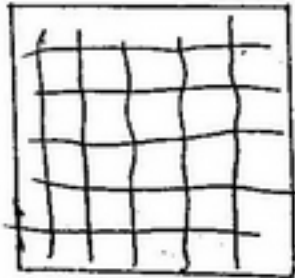
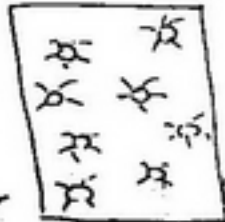
B



شقوق على اسطح اسفل البلاطة بسبب صدأ حديد التسليح

شقوق بسبب صدأ حديد الكمرات والكانات وازالة الحديد الذي حدث له صدأ

E



F

شقوق صدأ بفعل وجود كبريتات فحدث تكون مواد حجمها كبير وحدث تشقق حول هذا المكان



شقوق ناتجة عن تأثير الكبريتات أخذت شكل حديد التسليح للبلاطة

(3)



أملاح الكبريتات : الموجودة في المياه بنية أو عند تصب بماء البحر سواء كانت (كبريتات صوديوم) (نيتروجين أو كالكسيوم) حيث تهاجم الخرسانة وتكون مما يؤدي لتفتت الخرسانة وأخطر وهذا يؤدي لنقص متانة الخرسانة وتكون الخرسانة منفذة للمياه.



تأثير الكلوريدات : تتحد الكلوريدات مع الحديد الحار الموجود بالخرسانة فيتكون كلوريد حديد يذوب في المياه وتتحلل المياه الى خارج الخرسانة تاركة وراءها مسامات وتكون مسامات على سطح الخرسانة بنية (تزهير) على السطح الخارجي وتأثيرها كمود لكسر الخرسانة وتعملها حامض موزع تيار كهربائي داخل الخرسانة يؤدي لاستقطاب الحديد ولحم

\* ويمكن تجنب تأثير الكلوريدات والكلور باستخدام بديل خرسانة غير منفذة للمياه وطاستة مضافات بوزولانية واستخدام أسمنت الوميني أو مقادير كبيرة من الحديد في الخرسانة.





# = • Revision • =

May 2005

السؤال الرابع

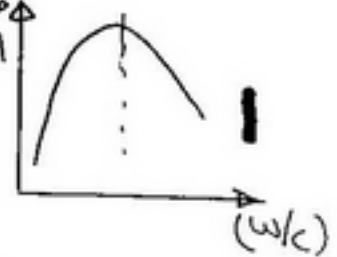
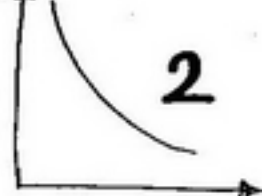
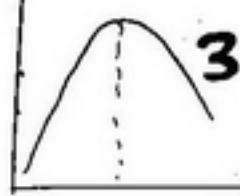
- 1- أرتم فقط العلاقات البيانية التالية
- 2- قابلية التشغيل - نسبة الرمل / الزلط
- 3- قابلية التشغيل - نسبة م/س
- 4- مقاومة الضغط - نسبة م/س
- 5- قابلية التشغيل - نعومة الأسمنت
- 6- مقاومة الضغط - نسبة الرمل / الزلط
- 7- مقاومة الضغط - درجة الدمك
- 8- مقاومة الضغط - الزمن
- 9- مقاومة الضغط لمكونات الأسمنت - الزمن
- 10- الزحف - نسبة م/س
- 11- الزحف - محتوى الركام
- 12- الزحف - رطوبة الجو
- 13- الزحف - القطوع الخرساني للمنشأ
- 14- الزحف - درجة حرارة الجو
- 15- الزحف مع الزمن لحالات التحميل وإزالة التحميل
- 16- الانكماش - محتوى الركام
- 17- الانكماش - القطوع الخرساني للمنشأ
- 18- الانكماش - رطوبة الجو
- 19- الانكماش - درجة حرارة الجو
- 20- الانكماش مع الزمن لحالات البلل والجفاف

## السؤال الرابع =

قابلية التشغيل

قابلية التشغيل

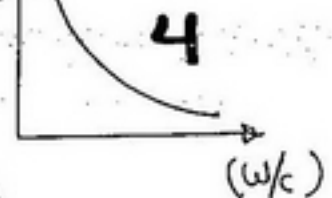
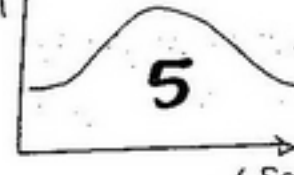
قابلية التشغيل



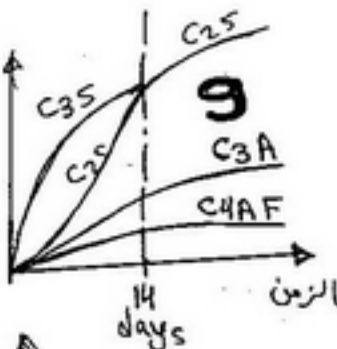
إلحاقية للضغط

إلحاقية

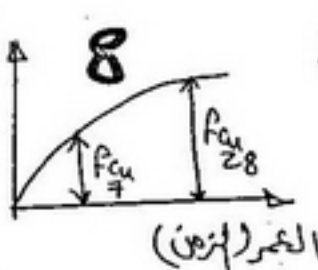
إلحاقية



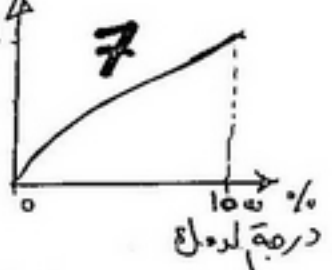
إلحاقية حسب قوتونات الاسمنت (الكلمة)



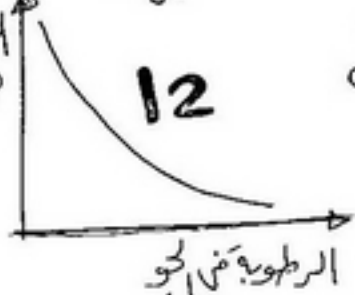
إلحاقية



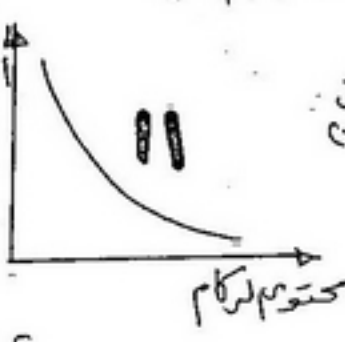
إلحاقية للضغط



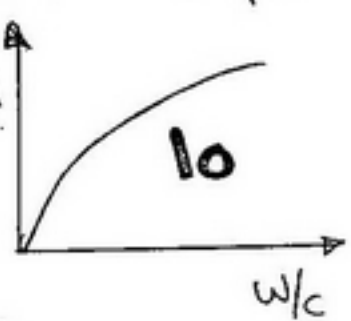
الزحف Creep



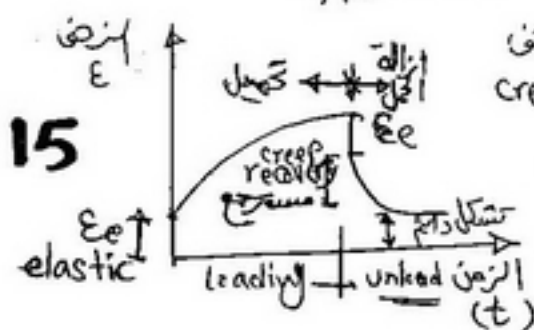
الزحف Creep



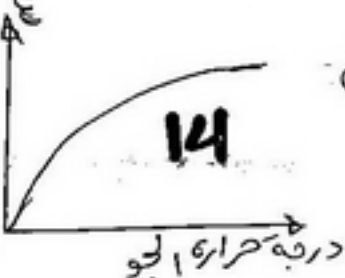
الزحف Creep



الزحف Creep

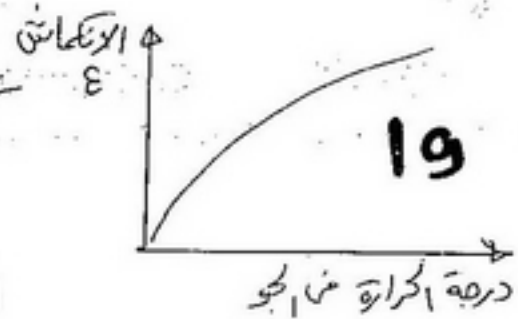
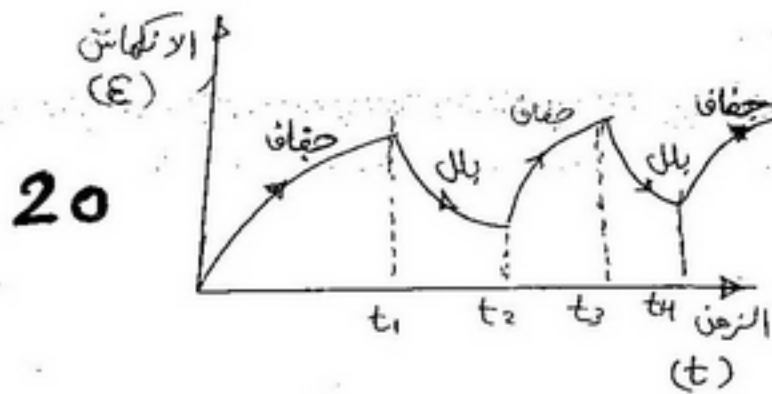
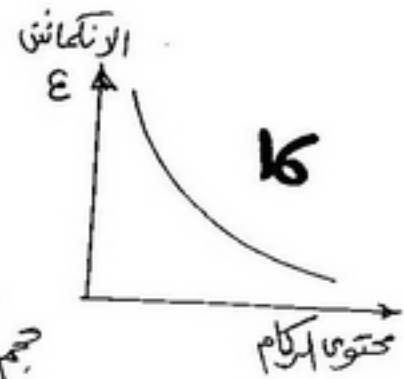
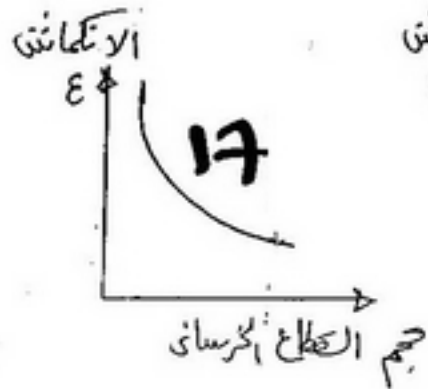
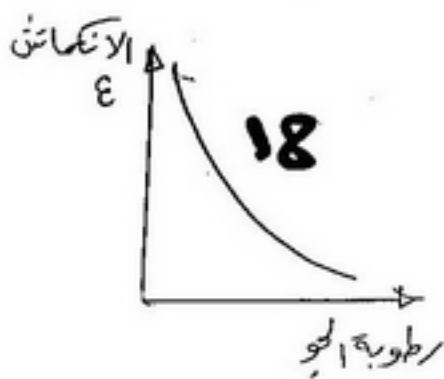


الزحف Creep



الزحف Creep







الفرقة : الأولى  
امتحان : يونيو ٢٠٠٤  
الزمن : ٣ ساعات

المادة : تكنولوجيا الخرسانة

جامعة الزقازيق  
كلية الهندسة  
قسم الهندسة الانشائية

أجب على جميع الأسئلة موضحة اجابتك بالرسومات بقدر الامكان

السؤال الاول:

١- ما هي أهم اشتراطات صلاحية الأسمنت البورتلاندى العادى؟ وما على الاعتبارات التى يتبع عليها الكود المصرى لتصميم وتطبيق المنشآت الخرسانية المسلحة لتحديد صلاحية الأسمنت مع حدودها؟

٢- ما هي الاشتراطات الواجب توافرها فى ركام الخرسانة من حيث الشكل ، حالة السطح ، التدرج الحبيبي ، المساحة السطحية ، نسبة المواد الناعمة ، نسبة الاملاح ؟

٣- ما هي أهمية تحديد كلا من معايير النعومة والمقاومة الاعتبارى الأكبر للركام ؟

٤- ما هي اشتراطات الكود المصرى لقبول ماء الخلط ؟

٥- ما المقصود بدرجة الأمانة للأسمنت ؟ وما هو الأثر الضار لهذه الحرارة على الخرسانة؟

٦- ما هو ضرر الزيادة الحبيبية للركام الصغير فى تصميم الخلطة الخرسانية ؟

٧- ما هي أكثر الإضافات الكيميائية شيوعاً وأستخدامها فى الخلطة الخرسانية ؟ مع شرح وتلخيص كل نوع فى الخرسانة.

٨- أجريت تجربة التحليل بالناخل على عينة من الركام الخليط وزن ١٠٠٠ كجم وكان المحجوز على

كل منخل من المناخل القياسية كما يلى:

١٦	٣١	٦٣	٢٥	٥	١٠	٣٠	٤٠	فتحة المنخل (مم)
١٩٥	١٥٠٠	٥٠٠	صفر	صفر	٢٠٠٠	٣٥٠٠	٥٠٠	وزن الركام المحجوز (كجم)

أ- ارسم منحنى التدرج الحبيبي للركام الخليط.

ب- ما هي نسبة الرمل الى الزلط بهذا الركام الخليط ؟ ارسم منحنى التدرج الحبيبي للرمل.

ج- عين معايير النعومة والمساحة السطحية النوعية لكل من الزلط والرمل.

د- ناقش صلاحية هذا الركام للاستخدام فى الخرسانة.

### السؤال الثاني :

- ١- ما هو المقصود بثبات حجم عجينة الاسمنت ؟ وما هو تأثير عدم ثبات حجم الاسمنت على الخرسانة ؟ وما اسبابه ؟
- ٢- ما الفرق بين القوام وقابلية التشغيل للخرسانة الطازجة ؟ واذكر العلاقة بينهما.
- ٣- اشرح مع الرسم كيفية اجراء اختبار القبوط مع بيان اشكال القبوط المتوقعة.
- ٤- ما هو الانفصال الحبيبي؟ وما هي أنواعه المختلفة ؟ وما هي العوامل الرئيسية المسببة له ؟ وما هي الاحتياطات الواجب مراعاتها لمنع حدوثه ؟
- ٥- ما هي الاعتبارات الرئيسية الواجب أخذها في الاعتبار عند اختبار نسب مكونات الخلطة الخرسانية ؟
- ٦- مطلوب تصميم خلطة خرسانية بطريقة المواصفات البريطانية اذا علمت البيانات التالية:  
مقاومة الضغط المميزة (رتبة الخرسانة) = ٢٥٠ كجم/سم<sup>٢</sup>  
قوام الخرسانة الطازجة يحقق هبوط = ٤٠ سم.  
الاسمنت المستعمل أسمنت بورتلاندى عادى.  
زلط متدرج بمقاس إختبارى = ٤٠ سم  
رمل طيبى متوسط الحشونة  
الوزن النوعى للركابم = ٢٦٥٠  
درجة التحكم جيدة  
سمك الغطاء الخرسانى = ٢٥ سم. [ مغلبي زيادة ]  
ثم المطلوب بعد ذلك تحديد كمية المواد المستخدمة فى صناعة الخلطة الخرسانية لنقلها الى الموقع  
بعمية ذات سعة ٥ متر مكعب.

### السؤال الثالث :

- ١- اذكر تعريف الكود المصرى لتصميم وتنفيذ الخلطات الخرسانية لكلا مما يأتى:  
رتبة الخرسانة  $\rightarrow$  المقاومة المميزة  $\rightarrow$  متوسط المقاومة المستهدفة ، مع بيان قيمة كل منهم وكيفية تحديد تلك القيمة وما هو مجال استعمال كل منهم.
- ٢- المطلوب رسم أشكال أنهار العينات الخرسانية تحت الاختبارات الآتية:  
مقاومة الضغط - مقاومة الانحناء - مقاومة الشد الغير مباشر

تحتوي البيانات الإحصائية المتوفرة لعدد ثلاث وأربعين اختبار عن نتائج اختبار مقاومة الضغط للخلطة

خرسانية

للمقاومة المتوسطة المستهدفة = ٣٠٠ كجم/سم<sup>٢</sup> ، والإغراف المعياري = ٤٠ كجم/سم<sup>٢</sup>

هل تقبل هذه الخلطة لخرسانة رتبها "F<sub>cu</sub>" = ٢٥٠ كجم/سم<sup>٢</sup> وذلك طبقاً للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية ؟

- ٤- أشرح أسباب حدوث كل من الزحف وإنكماش الجفاف للخرسانة المقصودة بتصميمها بالرسم المرفق.
- ٥- ما هي أهمية تعيين معايير المرونة للخرسانة ؟ اذكر طريقة تعيينها معيلاً ؟ ثم اذكر قيم معايير المرونة المختلفة التي يمكن تعيينها من هذا الاختبار ؟
- ٦- ما أهمية معرفة الخواص الحرارية للخرسانة ؟ مع ذكر معامل التمدد الحراري للخرسانة.

#### السؤال الرابع :

١- ما هي اشتراطات التنفيذ طبقاً للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية للبند التالية:

- ✓ تصميم واتحاد وتركيب الشدات والفرم.
- ✓ ما يجب مراعاته أثناء صب الخرسانة.
- ✓ معالجة الخرسانة ووقايتها.

٢- ما هي أنواع التشققات التي يمكن أن تحدث لأسطح الخرسانة قبل تصلدها ؟

أشرح بالتفصيل إحدى هذه الأنواع إن أمكن بالرسم مع بيان الاحتياطات الواجب اتباعها لتجنبها.

٣- تعتبر التشققات الناتجة من صدأ الحديد يمثل خطورة بالغة على الخرسانة ، اذكر أفضل الطرق لحماية التسليح من التآكل مع بيان طرق علاج هذه التشققات.

٤- يتعرض المنشآت الخرسانية أحياناً إلى الخربق ، فما هو تعريف مقاومة الخربق للعنصر الخرساني ؟ وما هي الاشتراطات التي يجب اتباعها لزيادة مقاومة الخربق ضيقاً ما جاء بالكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية ؟

مع تمنياتنا بالتميز

محمدي شحات

Table 24. (c) Approximate Free Water Content Required as Fine Aggregate (in 100% Moisture) According to the 1973 British Standard

Aggregate		Water Content = kg/m <sup>3</sup> (lb/cu ft) for			
Slump = mm (in.)	T <sub>type</sub>	10-20 (0-1)	10-30 (1-1.1)	30-60 (1.1-1.2)	60-100 (2.1-3)
Vibrating		10-20 (0-1)	10-30 (1-1.1)	30-60 (1.1-1.2)	60-100 (2.1-3)
10 (1)	Ungraded	100(2.15)	100(2.15)	200(4.3)	120(2.6)
	Graded	100(2.15)	100(2.15)	200(4.3)	120(2.6)
20 (2)	Ungraded	100(2.15)	100(2.15)	200(4.3)	120(2.6)
	Graded	100(2.15)	100(2.15)	200(4.3)	120(2.6)
30 (3)	Ungraded	100(2.15)	100(2.15)	200(4.3)	120(2.6)
	Graded	100(2.15)	100(2.15)	200(4.3)	120(2.6)

Table 25. Approximate Compressive Strength of Concrete Slabs With a Free Water/Cement Ratio of 0.5 According to the 1973 British Standard

Type of concrete	Type of coarse aggregate	Compressive strength (MPa) (psi) at an age of (days)			
		7	28	56	84
Structural concrete (Type I)	Ungraded	18 (2600)	21 (3000)	23 (3300)	24 (3500)
	Graded	22 (3200)	25 (3600)	27 (3900)	28 (4000)
Rapid hardening Portland (Type II)	Ungraded	22 (3200)	25 (3600)	27 (3900)	28 (4000)
	Graded	25 (3600)	28 (4000)	30 (4300)	31 (4500)

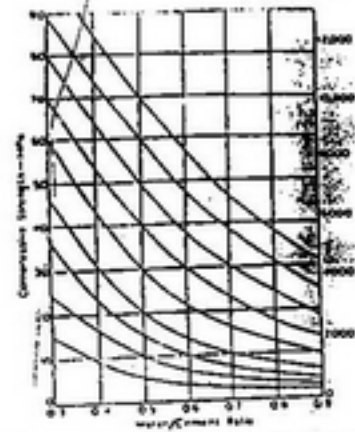


Fig. 26. Relative to the compressive strength of concrete made with various types of aggregate and water/cement ratios indicated in the British Standard (BS 5400)

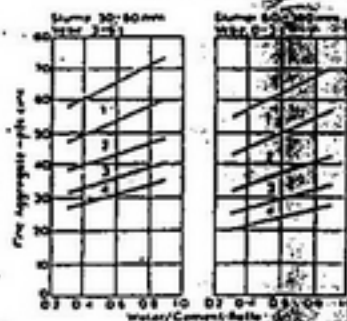
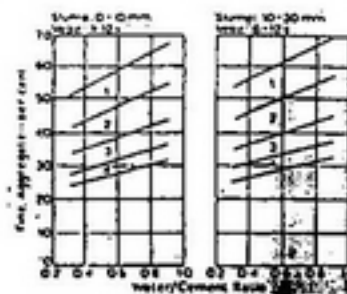


Fig. 27. Recommended weight of fine aggregate (kg/m³) of concrete as a function of free water/cement ratio for different water/cement ratios (numbers refer to grading zone of BS 5400 Part 1) (Crown copyright)

(a) Maximum aggregate size = 10 mm

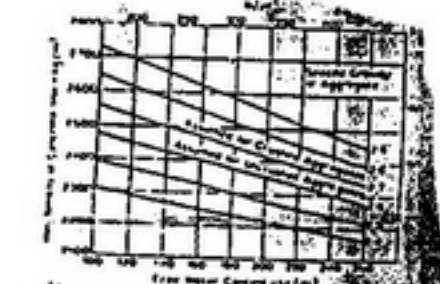


Fig. 28. Recommended water/cement ratio for fully compacted concrete made with various types of aggregate and water/cement ratios indicated in the British Standard (BS 5400)

Fine agg. Percent (X)

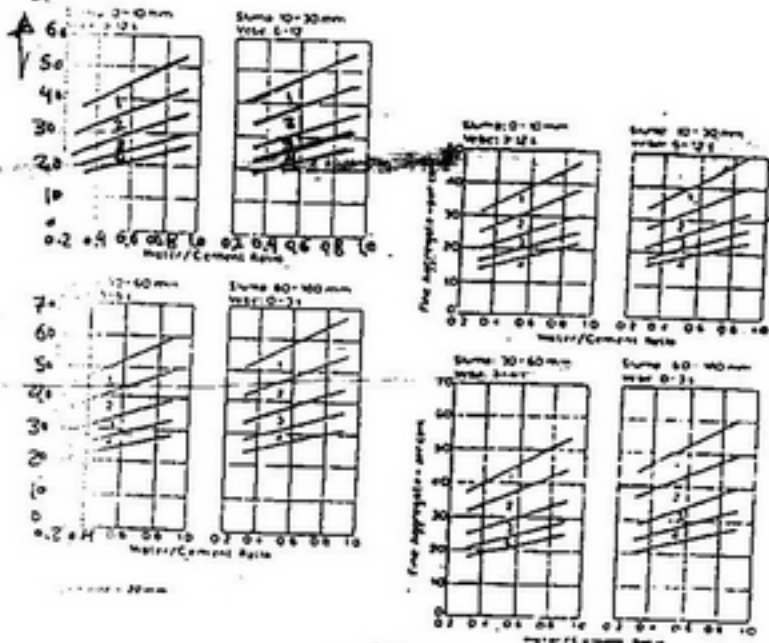


Fig. 29. Recommended weight of fine aggregate (kg/m³) of concrete as a function of free water/cement ratio for different water/cement ratios (numbers refer to grading zone of BS 5400 Part 1) (Crown copyright)



" June 2004 "

السؤال الأول ما اشتراطات صلاحية الاسمنت والاختباران التي تجري عليه مع بيان حدودها ؟

- (١) ليورد الاسمنت في أكياس محكمة أو حاويات مغلقة ويخزن في مكان جاف جيد التهوية
- (٢) عدم تعرضه لأشعة الشمس المباشرة
- (٣) في حالة توريد الاسمنت سائب في حاويات فإنه يجب الانتظار فترة قبل استخدامه بحيث لا تزيد درجة حرارته عند استخدامه عن  $٢٧٥^\circ\text{C}$  وعلى ألا تزيد درجة حرارة الخرسانة عن  $٢٤٥^\circ\text{C}$
- (٤) في حالة تخزين الاسمنت بالموقع لمدة تزيد عن شهر حتى وإن كان التخزين بطريقة سليمة فإنه يلزم اختباره للتحقق من عدم تغير خواصه
- عند الحدود الواحدة بالمواصفات المصرية
- (٥) يجب أن يكون الاسمنت بوزن عاده أو سريع التصلد أو منخفض الحرارة أو أي نوع مطابق للكل
- تقازية الهواء (بلين)
- الاختبار  $\rightarrow$  اختصار لعمدة الاسمنت  $\rightarrow$  التحليل بالمناخل No. 200

وهو يعبر عنها بالمساحة السطحية النوعية

$$SP.S.A = (2400 \rightarrow 2800) \text{ cm}^2/\text{gm} \rightarrow \text{بوزن عاده}$$

$$SP.S.A = (3500 \rightarrow 4200) \text{ cm}^2/\text{gm} \rightarrow \text{سريع التصلد}$$

اختبار زمن الشك الابتدائي والنهائي (جهاز فيكات)

زمن الشك الابتدائي  $\approx (45 \leftarrow 70)$  دقيقة

زمن الشك النهائي  $\approx (6 \leftarrow 10)$  ساعات

تقدير مقاومة الضغط لعينة من (الاسمنت والرمل والماء)

معكبات طولها  $40 \text{ mm}$  تحت ماكينة الضغط وتكون المقاومة  $= (P/A) = R$

تقدير مقدار نبات حجم الاسمنت : أي قدرة الاسمنت

على عدم زيادة حجمه بعد تصلبه حيث زيادة الحجم تسبب شروخ بالخرسانة  
وهي نتيجة وجود شوائب بالاسمنت مثل الجير الغير متحد والكتري.

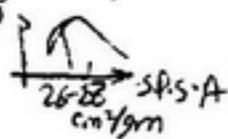
٢- اشتراطات الواجب توافرها في ركام الخرسانة من حيث الشكل وحالة السطح والتدرج الحبيبي والمساحة السطحية ونسبة المواد الناعمة ونسبة الملاح؟

من حيث الشكل أن يكون الركام غير محتوي على كمية كبيرة من الركام العنقوي والمفلطح والزواوي.

من حيث السطح أي يكون الركام محبب ليكون تماسكه أعلى مع ملونة ويجب ألا يتوى على كمية كبيرة من الركام الزحاجي الأملس

من حيث التدرج يجب أن يتوى الركام على معظم المقاسات ونسب جيدة ولا يزيد مقاسه الاستباري الأكبر عن  $(\frac{40}{mm})$  و  $(\frac{2}{5})$  و  $(\frac{3}{4})$  و  $(\frac{1}{5})$

المساحة السطحية - يجب أن تكون المساحة السطحية متوسطة  $(26-28) \frac{cm^2}{gm}$



نسبة المواد الناعمة في الرمل لا يجب أن تتعدى 0.03 من وزن الرمل وفي الزلط لا يجب أن تتعدى 0.05 من وزن الزلط

نسبة الملاح - لا يزيد محتوى الملاح الكلوريدي عن 0.4% من وزن الزلط عن 0.06% من وزن الرمل

- لا يزيد محتوى الملاح الكلوريدي في رمل أو زلط عن 0.4%

المقصود بحلارة الامانة و أثرها الضار على الخرسانة

هي كرامة الناجمة من تفاعل الاسمنت مع المياه وتؤدي لحدوث شقوق وانكماش في الخرسانة في مرحلة مبكرة

يتم تلافي عادي  $T = 10^{\circ}C$   
 درجاة حرارة الامانة  $T = (5^{\circ}C \text{ إلى } 10^{\circ}C)$   
 منخفض الحرارة  $T = 40^{\circ}C$   
 سريع التصلد  $T = 100^{\circ}C$   
 اسمنت ألوميني



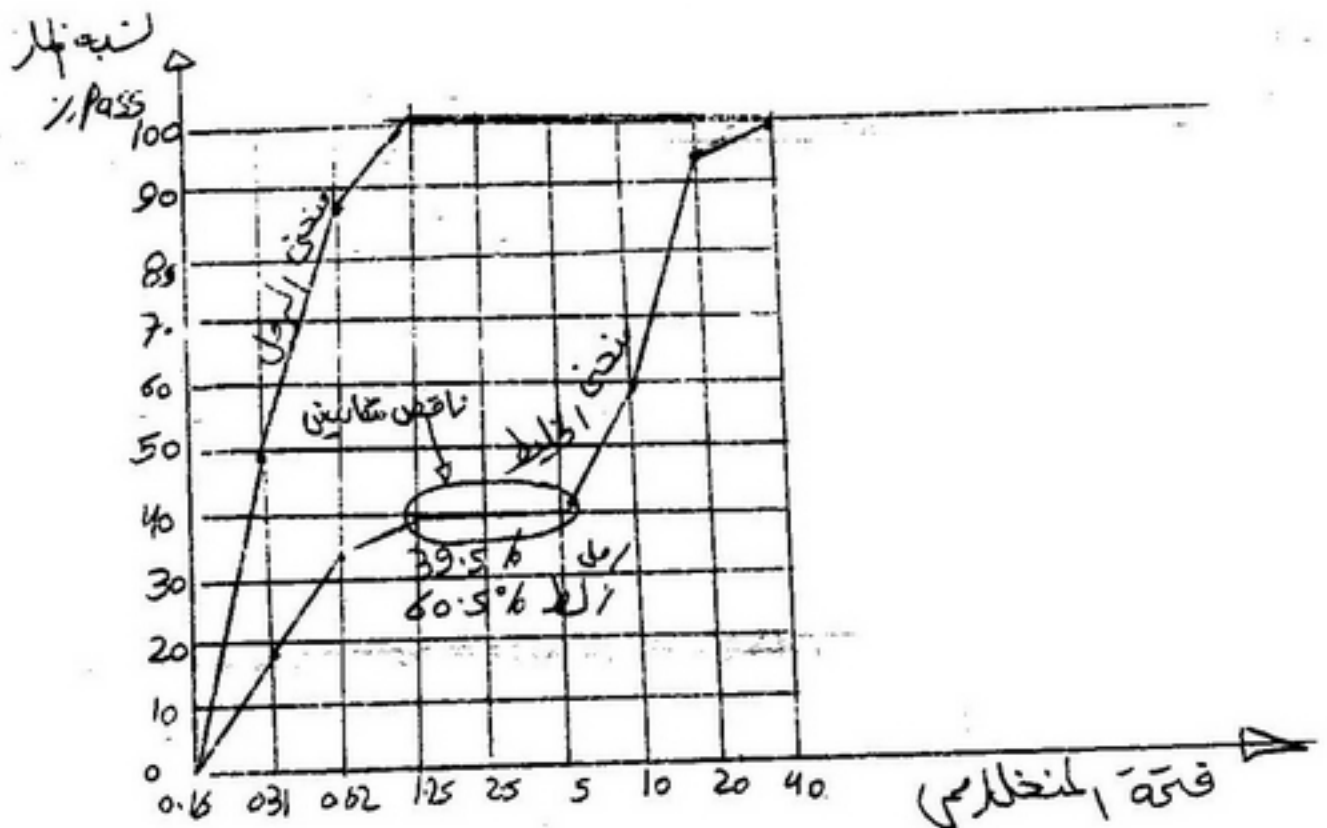




من (5 م) لكل الزلط لتفريق ٨٢ كل برط يحد  
لفصل الرمل عن الزلط من هذا الخليط

المرحل	خليط % Pass MIX	رمل % Pass sand	زلط % Pass gravel
40	99.5	100	$X_1 = 99.17$
20	94.5	100	$X_2 = 90.9$
10	59.5	100	$X_3 = 33.05$
5	39.5	100	0
2.5	39.5	$X_4 = 100$	0
1.25	39.5	$X_5 = 100$	0
0.62	34.5	$X_6 = 87.34$	0
0.31	19.5	$X_7 = 49.36$	0
0.16	0	$X_8 = 0$	0

$$\begin{aligned} \frac{\% \text{ Pass}}{\text{mix}} &= \frac{\% \text{ Pass sand}}{100} (0.395) + \frac{\% \text{ Pass gravel}}{100} (0.605) \\ 99.5 &= 100(0.395) + X(0.605) \\ 94.5 &= 100(0.395) + X_2(0.605) \\ 59.5 &= 100(0.395) + X_3(0.605) \\ 39.5 &= X_4(0.395) + 0 \end{aligned}$$





$$\text{معايير نعومة الرمل} = \left( \frac{\text{مجموع النسب المئوية} - 900}{100} \right) = F.M_{\text{gravel}}$$

$$6.76 = \frac{(223.12) - 900}{100} =$$

$$\text{معايير نعومة الرمل} = \frac{(736.7) - 900}{100} = F.M_{\text{sand}}$$

$$1.63 =$$

المساحة السطحية النوعية (S.P.S.A) Specific Surface Area  
 للرمل من الشكل (f) تفرضها = 1 (حيث أن كروية)  
 نظام لم يحل معادلات الشكل (f) تفرضها = 1 (حيث أن كروية)  
 (لرمل)

المتن	% Pass	المتن	f <sub>i</sub>	D <sub>i,avg</sub> (mm)	(w <sub>i</sub> * f <sub>i</sub> ) / D <sub>i,avg</sub>
1.25	100	12.66	1	0.088	143.86
0.62	87.34	37.98	1	0.0438	867.12
0.31	49.36	49.36	1	0.0222	2223.43
0.16	0				
		Σ w <sub>i</sub> = 100			Σ = 3234.4

$$S.A = \frac{6}{G_1} \left( \sum \frac{w_i \cdot f_i}{D_{i,avg}} \right) = \frac{6}{2.65} * 3234.4$$

$$= 7323.17 \text{ cm}^2$$

إذن لنوع تفرضه 2.65

$$\therefore S.P.S.A = \frac{S.A}{\sum w_i} = 73.2317 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

(بالنسبة للزلط)

المتخل	% Pass	النسبة بين كل متخلين (ز)	$P_i$	$D_i$ (mm) avg	$\frac{w_i \cdot P_i}{\sum}$
40	99.17	8.27	1	2.828	2.92
20		57.85	1	1.414	40.91
10		33.05	1	0.707	46.74
5	0				
		99.17		$\Sigma =$	90.57

$$S.A_{\text{Grand}} = \left( \frac{6}{2.65} \right) + 90.57 = 205.07 \text{ cm}^2$$

$$S.P.S.A = \frac{205.07}{\Sigma w_i \rightarrow 99.17} = 2.067 \text{ cm}^2/\text{gm}$$

\* هذا التركيب ناقص مقاسين وغير متدرج جيداً  
ولذلك لا يتصح باستخدامه في التركيب

أي خط أفق في منحنى التدرج الجبسي يعني  
نقص مقاس من التركيب

# = Revision Final 2004 =

جامعة الزقازيق  
كلية الهندسة  
المادة : تكنولوجيا الخرسانة  
الفرقة : الثانية مدنى  
امتحان : يناير ٢٠٠٤  
الزمن : ٣ ساعات

يجب على جميع الأسئلة موضحا اجابتك بالرسومات بقدر الامكان  
السؤال الاول:

✓ اذكر الاعتبارات العملية التى يجرى على الركام للتأكد من صلاحيته للاستعمال فى الخرسانة مع شرح  
أحدى هذه الاعتبارات ؟

✓ ما هى الإضافات ؟ اذكر تصنيفاتها ثم اذكر اربع حالات يكون استخدام الإضافات فيها ضرورياً  
✓ اذكر الاعتبارات الواجب اجراؤها على الاسمنت لتحديد صلاحيته للاستخدام فى الخرسانة طبقاً لما  
جاء فى الكود المصرى. اشرح احدى هذه الاعتبارات  
:- ارسـم المـحـيـنـات الـتى تـوضـح العـلاـقـة بـين :-

- ١- مقاومة الضغط - الزمن للمركبات الرئيسية للأسمنت .
- ٢- كمية ماء الخلط (م / س) - مقاومة الضغط للخرسانة .
- ٣- المقاس الاعتبارى - لأكبر للركام - قابلية التشغيل للخرسانة .
- ٤- نعومة الاسمنت - قابلية التشغيل للخرسانة النظافة .
- ٥- نسب مكونات الخلطة الخرسانية - قوام الخرسانة .

السؤال الثانى :

أما هى قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية ؟ وما هو تأثيره على حدث ظاهرى الانقباض الجبى والتفصيح  
للخلطة الخرسانية ؟

✓ الشرح اختيار - نقلها يجرى فى موقع العمل لتحسين قوام الخلطة الخرسانية  
✓ اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها طبقاً لما جاء بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية  
بناءً عملية صب الخرسانة للحالات التالية :

- ١- صب الخرسانة تحت الماء
- ٢- صب الخرسانة فى الاجواء الحارة
- ٣- صب الخرسانة على السطح
- ٤- صب الاعمدة والحوالط الخرسانية
- ٥- صب البنية الخرسانية

ما هو الهدف من معالجة الخرسانة ؟ وما هي الطرق المختلفة للمعالجة ؟  
 ذكر إحدى هذه الطرق بإيجاز.

### السؤال الثالث:

أذكر العوامل المؤثرة في تصميم الخلطة الخرسانية.

تم إجراء تجارب على المواد المستخدمة في صناعة الخرسانة لأشياء برج سكني مقام على أحد  
 تلال النيل لتعطى الخلطة الخرسانية مقاومة ضغط بعد ٢٨ يوم ٣٥٠ كجم / سم<sup>٢</sup> والمبني في  
 دول الإسكندرية.

٤٠	٣٥	٣٠	٢٧	٢٧	١٧	١٠	المساحة السطحية للركام (سم / سم)
٩,٢	٨,٠	٦,٨	٦,١	٤,٩	٣,٧	٢	نسبة (الركام / الاسمنت) بالوزن
١٥٠	١٧٠	٢٢٥	٢٥٠	٢٣٠	١٧٠	١٣٥	مقاومة الضغط بعد ٧ أيام (كجم / سم <sup>٢</sup> )
٥٤	٤٨	٤٢	٣٨	٣٦	٢٦	١٨	نسبة الرمل في الركام (%)

### المطلوب:

ناقش التوسبات الواجب أخذها في الاعتبار عند صناعة الخرسانة لكلا من الاساسات والبيكل  
 الخرساني لهذا المبنى.

إذا تم استخدام عربات خلط لنقل الخرسانة للموقع سعة كل عربة ٥ م<sup>٣</sup> مكعب ، احسب كمية المواد  
 المستخدمة في صناعة الخلطة الخرسانية بالوزن والحجم لكل عربة.

### السؤال الرابع:

أ- ما هي العوامل الرئيسية المؤثرة على مقاومة الضغط ؟ وما هي أنواع الانهيارات التي تحدث لعينة  
 أخرى لما اختبر مقاومة الضغط ؟

ب- وضح بالمتحنيات البيانية تأثير تغيير العوامل التالية:

(الاسمنت الى الركام - الماء الى الاسمنت - الرمل الى الزلط)

وذلك على مقاومة الضغط للخرسانة.



ج- اذكر تعريف الكود المسمى لتنفيذ وتصميم المنشآت الخرسانية لكلا ما يأتي:

- رتبة الخرسانة - متوسط المقاومة المستهدفة - المقاومة الميزة

حما هو تأثير الضار لكل من اسلح الكلوريدات والكميات على الخرسانة المسلحة ؟ وما هي الاحتياطات الواجب اتباعها لتقليل تأثيرها على الخرسانة المسلحة ؟

د- اجري اختبار مقاومة الضغط على عينة من الاسطوانة الخرسانية قطرها 15 سم وأرتفاعها 30 سم تحت حمل قدره  $p^*$  حدثت زيادة قطر الاسطوانة بمقدار 0.13 و سم ونقص ارتفاعها بمقدار 2.8 سم.

المطلوب:

ح حساب نسبة بواسون.

- حساب مقدار الحمل  $p^*$  اذا علم أن معيار المرونة للخرسانة  $E^* = 31000$  طن/سم<sup>2</sup>.

المسألة الخامسة:

م وضع كيفية حدوث صدأ اسياخ حديد التسليح في الخرسانة واسبابه وكيفية منع او تقليل معدل حدوث صدأ اسياخ التسليح وما هو الضرر من حدوث صدأ لتسليح في الخرسانة.

ج- وضع العلاقات التالية بآياتها

- الزحف ونسبة (ماء/ إسمنت)

- الانكماش ونسبة (ماء/ إسمنت)

- الزحف وعتوى التركام بالخرسانة

- الانكماش وعتوى التركام بالخرسانة

- الزحف والقطاع للخرسانة المنشأ

- الانكماش والقطاع الخرساني للمنشأ

- الزحف والرطوبة بهذه

- الزحف مع الزمن خلاتي التحميل وإزالة الحمل

- الانكماش مع الزمن خلاتي الليل والليل

ج- اذكر انواع التشققات الذاتية التي تحدث بالاسطح الخرسانية. ثم اشرح بإيجاز احدى هذه التشققات مع توضيح أماكن حدوثها وكيفية التخفيف من احتمال حدوثها.

د- بين بالرسومات التوضيحية مع ذكر الاسباب بعض انواع الشروخ الانشائية التي تحدث في:

الاعمدة - الكمرات - الاسقف - الحوائط الخاملة.

"Jan. 2004"

## السؤال الأول :

### (أ) اختبار الركام

- (1) اختبار تبليق حجم الركام
- (2) تحديد نسبة الطيبه والطير والمواد الناعمة .
- (3) مقاومة الركام للتفتت بالضغط الاستاتيكي
- (4) اختبار متانة الركام (مقاومته للصدم) = ديناميكي .
- (5) اختبار صلادة الركام (مقاومة البرش) في جوار لوس انجلوس .
- (6) اختبار التسرج الحبيبي ( التحليل بالمناخل) .

\* شرح لاختبار ثبات حجم الركام لمعرفة مدى مقاومة الركام للتغير المتوالي في الحجم والوزن تحت تأثير التغير في ظروف الجو .

- (A) تحضير عينة ركام نظيف وزنها (W<sub>1</sub>)
- (B) خضف محلول كبريتات صوديوم أو ماغنسيوم
- (C) نضع العينة في احد المحلولين لمدة 24 ساعة .
- (D) يتم اخراج الركام وغسله ثم تجفيفه في الفرن 110 °م ويتم وزنه وليكن (W<sub>2</sub>) ويتم تكرار العملية 5 مرات وحساب خسارة الوزن في كل مرة .
- ملاحظة كبريتات الماغنسيوم 18 %  $\Delta W = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$
- ملاحظة كبريتات الصوديوم 12 %

(ب) الإضافات : هي مواد تضاف على الخرسانة لإعطائها بعض الخواص مثل :-

- (1) إضافة القابلية للتشغيل : لتحسين التشغيل وسهولة مناولة الخرسانة وخلطها ودمكها ، ومنها :
  - ← بوزة الصخر
  - ← جير مطفى
  - ← مواد ناعمة معالجة بحمض
  - ← الكبريتات حيث تغلق جزيئات الركام وتجعلها تتنافر عن بعضها .

(2) إضافات الهواء لمبوس [ لتقليل الكثافة وعزل الحرارة والصوت ]  
مثل بوزة الألومنيوم أو الزنك أو بيروكسيد الهيدروجين .

(3) ملونات قووم العادة : لتقليل نسبة المياه بنسبة 28 % وزيادة المقاومة بنسبة (50 - 70) % وتشغيلية مقبولة .

(٤) مبطانات مثل الأسفلت والشكر والحصى وتستخدم في صيانة أغطية الأرصفة وإسداد وفي المناطق الحارة.

(٥) سرعة تشقق (منظاف) : تستخدم في الأعمال المطلوبة إنهاؤها بسرعة لتعطي مقاومة صلبة وفي إحصاء الأجود البارزة.

(٦) المواد البوزولانية : لتقليل حرارة الصلابة وزيادة سعة الجسائر ومقاومة الكبريتات وتحسين التشابكية.

وهي مثل : نواتج البزالتية أو خبث الأفران و... إلخ.

(ج) اختبارات الاسمنت ١١. ثبات حجم الاسمنت

(١) زمن الكال الابتدائي والنهاي (فيلك)

(٢) نمونة الاسمنت بالمناخل بيليه

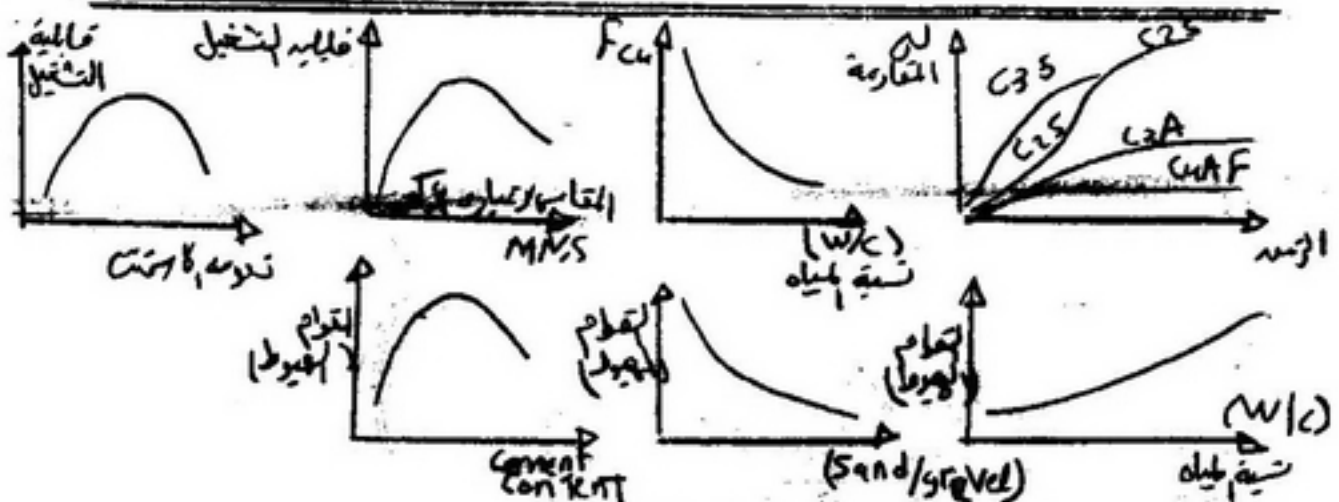
\* احرصا، نمونة الاسمنت بالتفصيل بالمناخل وذلك يوضع وزنه معلوم من

الاسمنت (٧١) على منخل (٧٥.٢٥) ووضعه على الفرز ثم

تشغيل الفرز ويتم بعد ذلك وزنه المتبقى على المنخل

وإذا زاد المتبقى عن ١٠ ٪ بطل الاسمنت يكون خشن

\* وممكن شرح تجربة زمن الكال الابتدائي والنهاي

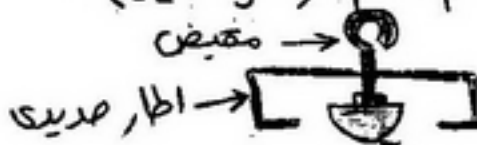




## السؤال الثاني :

(أ) القالبية للتشغيل : هي السهولة التي يتم بها خلط ودمك وصب الخرسانة بالطريقة ومنه صرف انفصال حبيبي وكما تحسنه القالبية للتشغيل كلما قل حدة الانفصال الحبيبي وكل حدوث التزيف (النضح)

(ب) اختبار تجري في موقع لتحديد درجة لقيم (كرة كيل)



يتم وضع الذراع الحديدية على الشدة الخشبية والسماح للكرة بالانزلاق داخل الخرسانة وحساس مقدار الانحراف كلما زاد مقدار الانحراف كلما زاد الهبوط وزادت درجة لقيم كلما زاد مقدار الانحراف كلما زاد الهبوط وزادت درجة لقيم

(ج) احتياطات صب الخرسانة تحت الماء : لتجنب حدوث انفصال حبيبي

القادوس	بالدلو	بمكن انابيب	الكباس
<p>موقع أنبوه</p> <p>يتم وضع القادوس كما في الشكل</p> <p>الخرسانة به</p>	<p>أبواب سفلى يتم فتحه عند انزال الخرسانة</p>	<p>لباني الاسمنت داخل البركام</p>	<p>يستخدم الكباس من الجوانب</p> <p>بجوار بعضها</p>

\* احتياطات صب الخرسانة في الأعواء الحارة

(٥) تخفيف البركام في مكانه  
يعيد عند الشمس  
(٦) استخدام فرا طيم مياه  
ميرة داخل الخرسانة  
في حالة الكباري المفتوحة

(١) استخدام ماء بارد للخلط  
(٢) رش البتة الخشبية بالمياه  
(٣) خلط البركام بماء مثلي أو تلج مجروش  
(٤) تغطية الخرسانة بخيش مبلل بعد الصب



\* إحتمالات صب الخرسانة على السطح : يتم تغليف السطح بطبقة من  
الكثيرة المبلل بالمياه ، وطبقة من ميلته بالمياه ، وقائمة في  
المناطق الكارهة ، ويجب صب المقاطع المجاورة للركائز أولاً

\* صب الأعمدة والحوالط : عدم لصيد ارتفاعات عالية لتجنب  
صدت انفصال حبيبي  
\* يمكن استخدام مصدات داخل الشدة  
\* يمكن واستخدام أنابيب للصب في الترميم العميقة

\* صب الليونة الخرسانة : عدم لصيد ارتفاعات عالية  
ه صب الليونة على طبقات من (40-50) سم  
مع دس كل طبقة وتحميده السطح  
وإزالة أثار الترسيد (القعق)

أح الهدف من المعالجة :  
① تقليل الانكماش  
② زيادة المقاومة  
③ الحفاظ على الماء المخلط فترة كافية لعملية البصاة

ب طرق المعالجة :  
① ترش بالمياه (2-3) مرات يومياً  
② التمر في أحوال المياه (للرسات السائفة لصيد  
والعينات المعملية  
③ الدهان بالتوريد  
④ المعالجة بالبخار (تقلل الانكماش للنصف  
وتزيد من سرعة البصل ولكنها تقلل تماسك  
الحديد مع الخرسانة)  
⑤ الترسيد في جو من (0.2)  
⑥ التغطية بالكثيرة المبلل بالمياه

## (السؤال الثالث)

(أ) العوامل المؤثرة في تصميم الخلطة الخرسانية :

- (١) نوع المُنشأ ونوع الدهق  $\rightarrow$  ميكانيكي / بدوي
- (٢) درجة التشغيل المطلوبة
- (٣) نوع القوام (الهبوط) المطلوب (slump)
- (٤) المناسبات الاعتيادية الأكبر للزمام (M.N.S)
- (٥) المساحة السطحية التوتية للزمام (S.P.S.A)
- (٦) معايير نعومة الزمام (F.M)
- (٧) مقاومة الخرسانة المطلوبة للضغط

نتم اختيارها

S.P.S.A	27	cm/m
$\frac{w_{agg}}{w_{cement}}$	6.1	
$f_{cu}$	250	kg/cm <sup>2</sup>
$\frac{w_{sand}}{w_{agg}}$	0.38	

$$\therefore f_{cu} \approx \frac{2}{3} f_{cu_{28}} \quad (٤)$$

$$= \frac{2}{3} (350) = 233 \text{ kg/cm}^2$$

نأخذ المقادير (250) كم/سم

$$\frac{w_c}{G_c} + \frac{w_w}{G_w} + \frac{(w_s + w_g)}{G_{agg}} = 1000 \text{ lit}$$

يعرفنا ان نسبة المياه للزمنت (0.45)

$$\left[ \frac{w_c}{3.15} + \frac{0.45 w_c}{1} + \frac{6.1 w_c}{2.65} \right] = 1000 \text{ lit}$$

$$\therefore w_c = 325.8 \text{ Kg}$$

$$\therefore (w_s + w_g) = 6.1 \times 325.8 = 1997.39 \text{ kg}$$

$$W_s = 0.38(1987.39) = 755.21 \text{ kg}$$

$$W_w = 0.62(1987.39) = 1232.17 \text{ kg}$$

الكميات للمكونات لكل م<sup>3</sup> خرسانة

زلط	رمل	مياه	أسمنت
$\frac{1232.17}{1600}$ $= 0.77 \text{ m}^3$	$\frac{755.21}{1600}$ $= 0.472 \text{ m}^3$	$0.45(325.8)$ $= 146.6 \text{ Lit}$	$\frac{(325.8)}{50}$ $= 6.516$

∴ كميات (15 م<sup>3</sup> خرسانة) (باعتبار الكميات لكل م<sup>3</sup> × 5) →

بالوزن				بالحجم			
زلط	رمل	مياه	أسمنت	زلط	رمل	مياه	أسمنت
$\frac{5}{*}$ $\frac{1232.17}{*}$ $= 6155.8 \text{ kg}$	$\frac{5}{*}$ $\frac{755.21}{*}$ $= 3776 \text{ kg}$	$\frac{5}{*}$ $\frac{146.6}{*}$ $= 733 \text{ kg}$	$\frac{5}{*}$ $\frac{325.8}{*}$ $= 1629 \text{ kg}$	$\frac{5}{*}$ $\frac{0.77}{*}$ $= 3.85 \text{ m}^3$	$\frac{5}{*}$ $\frac{0.472}{*}$ $= 2.36 \text{ m}^3$	$\frac{5}{*}$ $\frac{146.6}{*}$ $= 733 \text{ Lit}$	$\frac{5}{*}$ $\frac{6.516}{*}$ $= 32.58 \text{ شكايرة}$

\* التوصيات الواردة يجب أخذها عند صناعة الخرسانة لهذا الغرض

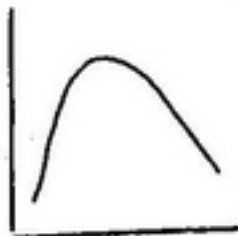
↓  
\* اكتب خطوط صناعة الخرسانة.  
مع شرح موجز لخطوات مثلًا: لتسهيل  
المطالعة



# المسألة الرابع

(أ) العوامل المؤثرة على مقاومة الضغط

المقاومة



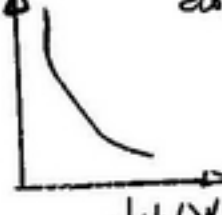
$$\left(\frac{\text{sand}}{\text{gravel}}\right) = \left(\frac{59}{34.5}\right)$$

المقاومة



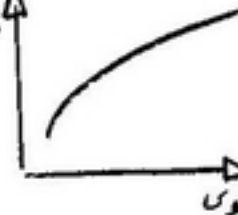
نسبة الماء  
(مياه + زلط)

المقاومة



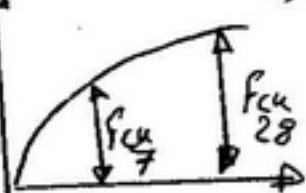
(w/c)

المقاومة



محتوى الاسمنت

f<sub>cu</sub>

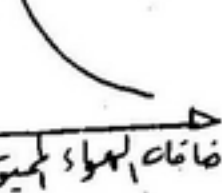


المقاومة



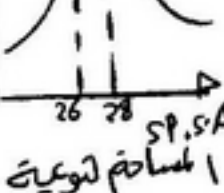
تجوية الاسمنت

المقاومة



إضافة الهواء الجوى

المقاومة



مساحة التوزيع

أنشكلا الأتيميا - نرى ضغط

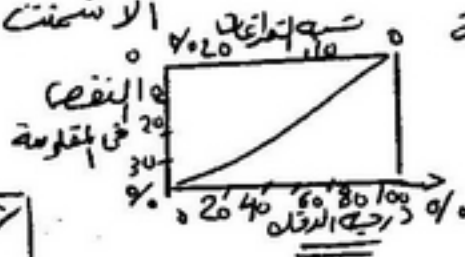


splitting + shear failure

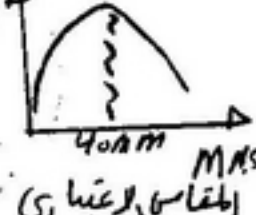
splitting failure (خاله)

انجا، مكعبات في الضغط shear (cone failure)

غالباً في الاستخوانات

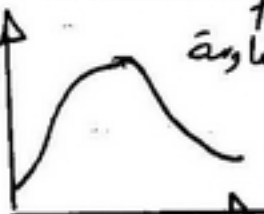


المقاومة



المقاومة الاعتيادي

المقاومة



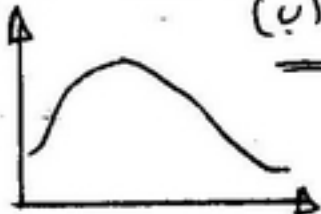
$$\left(\frac{\text{sand}}{\text{gravel}}\right) = \left(\frac{59}{34.5}\right)$$

f<sub>cu</sub>



(w/c) (f)

المقاومة



Cement aggregate الاسمنت الركام



(ج) رتبة الخرسانة = المقاومة المحيطة ( $f_{cm}$ ) وهي واجهاد كسر المكعب الخرسانى لقياسه  
 $15 \times 15 \times 15$  سم بعد 28 يوم والذي منه غير المحتمل أنه يقل عنه أكثر من 5%  
 منه عدد نتائج واختبارات تكبير المكعبات [يستخدمها مهندس لتقييم المنشآت]  
 متوسط المقاومة للمشاهدة : ( $f_m$ )  
 وهي تساوى المقاومة المحيطة مضافاً إليها هامش 10% لأن تقسيم الخلطة

$$f_m = f_{ck} + 11$$

[ويستخدمها مهندس لتقييم الخلطة]

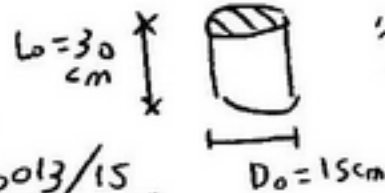
(د)

**A** أملاح الكبريتات الموجودة في المياه الجوفية أو عند لصق بمواد الحجر  
 سواء كانت كبريتات صوديوم أو ماغنسيوم أو كالكسيوم  
 حيث تتفاعل مع الخرسانة وتكون مواد حبيبية تدير داخل الخرسانة  
 مما يؤدي لتفتت الخرسانة وأخطر أنواع الكبريتات هي كبريتات الماغنسيوم  
 ولذا يؤدي لتفكك الخرسانة وصدأ حديد التسليح حيث  
 تكون الخرسانة متفككة للمياه.

**B** تأثير الكلوريدات : تتحد الكلوريدات مع الحديد الموجود بالخرسانة  
 فتكونه ككلوريد كالكسيوم يذوب في المياه وتحمله المياه إلى  
 خارج الخرسانة تاركة فراغاً في الخرسانة وتكونه ترسبات  
 على سطح الخرسانة يوصل (توصيل) على سطح الخارجى  
 وتأثيرها محدود لكنه يمسكه أنها تقلل (PH) للخرسانة  
 وتجعلها حاصية مما يولد تياراً كهربائياً داخل الخرسانة يؤدي  
 لاستقطاب الحديد والصدأ.

\* ويمكن تجنب تأثير الكلوريدات والكبريتات بعمل خرسانة  
 غير متفككة للمياه والاستخدام الإضافات يوزولانية واستخدام  
 أسمنت الرمى أو مقاوم للكبريتات وعدم الصبا بماء البحر

(د) مسألة:



بواسون  
ratio

$$\nu = \frac{\Delta D / D_0}{\Delta L / L_0} = \frac{0.0013 / 15}{0.028 / 30} = 0.09$$

$$\Delta L = \frac{P \cdot L_0}{E \cdot A} \Rightarrow P = \frac{E \cdot A \cdot \Delta L}{L_0}$$

$$= \frac{210 \times \frac{\pi}{4} (15)^2 \times 0.028}{1} = \checkmark \text{ ton}$$

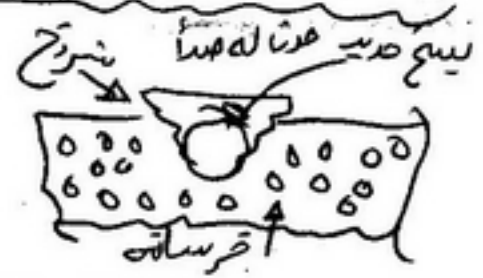
السؤال الخامس:-

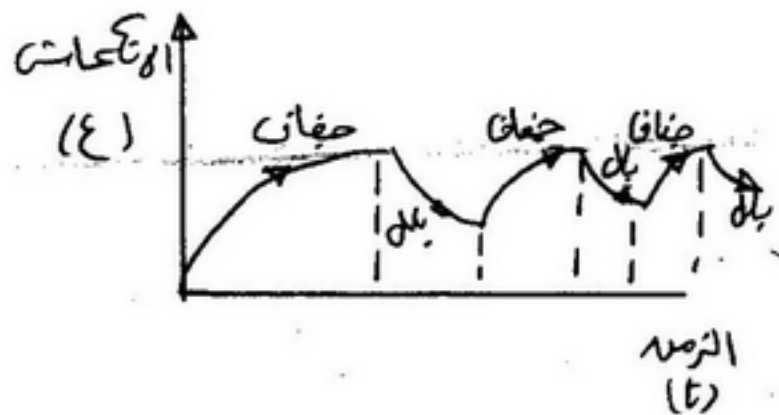
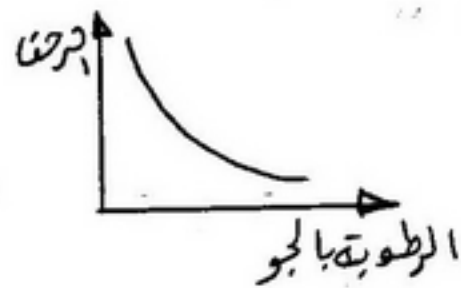
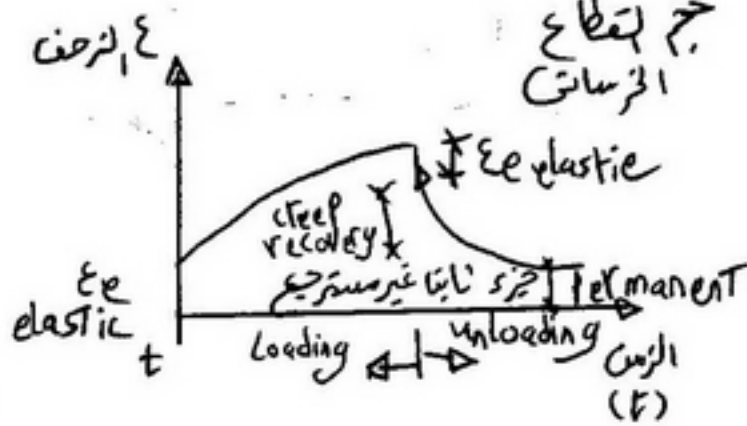
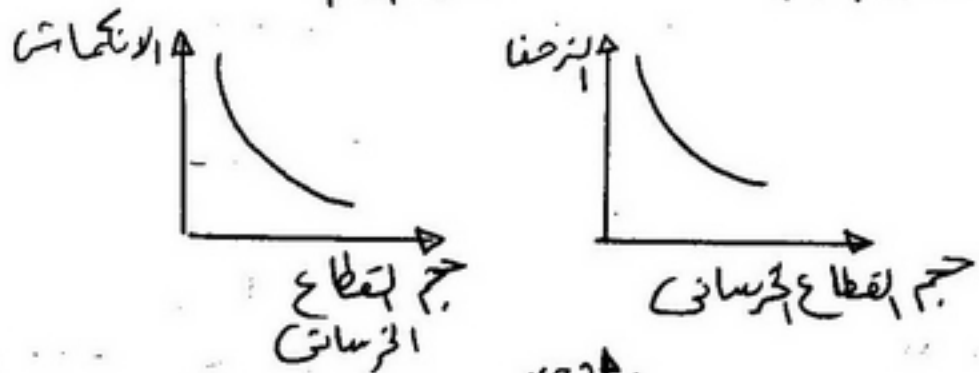
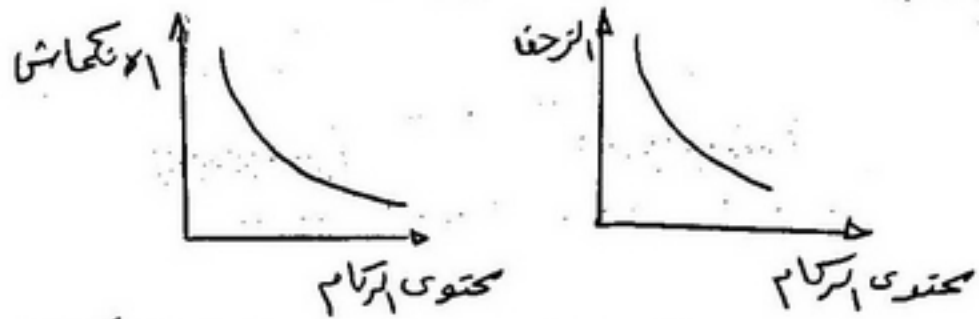
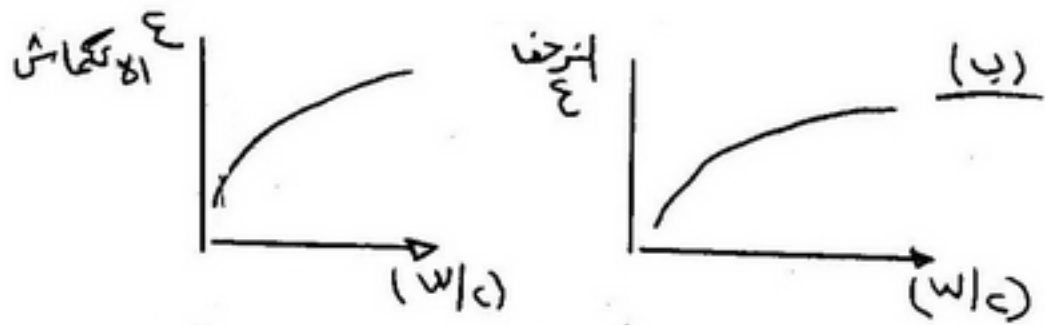
(أ) صدأ حديد التسليح: هو عملية كهروكيميائية تحدث في وجود عامل مؤكسد (الهواء) بالإضافة للرطوبة

وهو يحدث عندما تتآكل الطبقة الواقية للحديد أو عندما تكون الخرسانة متفددة للمياه. فبأنه الحديد يحدث له صدأ نتيجة للرطوبة، ويمكنه أن يحدث تشقق للخرسانة. الخرسانة الواقية للحديد يقلل الكلوريدات والبيكربونات وماء البحر. وعندما يصدأ الحديد وتنتج أكاسيد الحديد المائية وغير المائية وحجمها أكبر من حجم السبيغ نفسه مما يؤدي لتورخ على طول السبيغ في الخرسانة وقد يؤدي ذلك إلى الانهيار.

ولتقليل ظاهرة حوث الصدأ:-

- ① استخدام خرسانة غير متفددة للمياه
- ② زيادة الغطاء الخرسانتي فوق السبيغ
- ③ استعمال مواد إضافية مانعة للصدأ
- ④ استعمال مواد لعزل الخرسانة من الماء
- ⑤ تجنب مياه البحر والبيكربونات



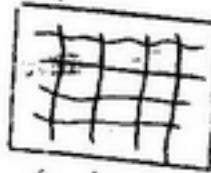


## ٢- (شرح ذاتية)

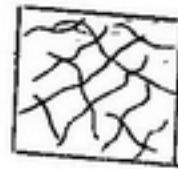
- ← (١) شروق الانتكاش اللدن
- ← (٢) شروق الهبوط اللدن
- ← (٣) شروق التقليل الحرارة المبكر
- ← (٤) انتكاش ناتج عن الجفاف الطويل
- ← (٥) تشققات شبيهة (Cracking)
- ← (٦) تآكل حديد التسليح (صدأ)
- ← (٧) التفاعل القلوي للركام

شروق الانتكاش اللدن تحدث في وقت مبكر من صب الخرسانة قبل بدء عمليات المعالجة على سطح الخرسانة في المساحات الكبيرة وذلك نتيجة معدل التبخر السريع للمياه على السطح والذي يتجاوز معدل التزيف فيحدث انتكاش الخرسانة على السطح وشروق ويزداد هذه الشروق كلما زادت درجة الحرارة والرياح.

أساليب شروق الانتكاش اللدن:



تشققات أخذت شكل الحديد على سطح العلوي للبلاطة



خارطة عشوائية



شروق مائلة (٤٥)

ويتم تقليل حدوث هذه الشروق د

(١) محاولة تقليل معدل التبخر برش المياه حول منطقة الصب وترطيب الحم

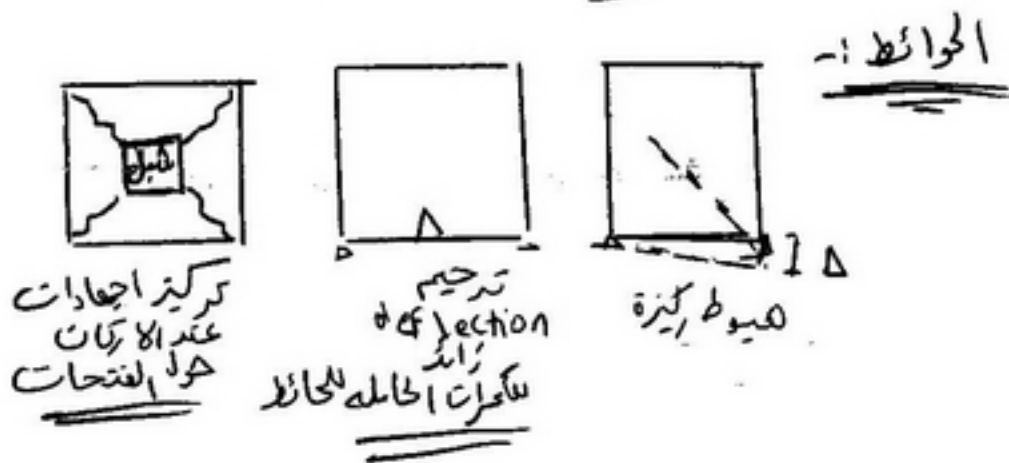
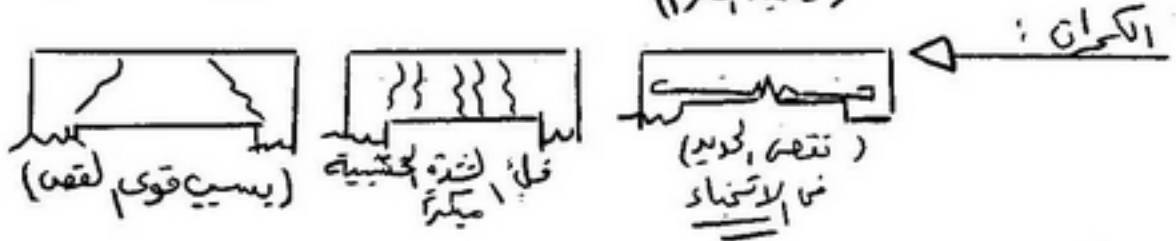
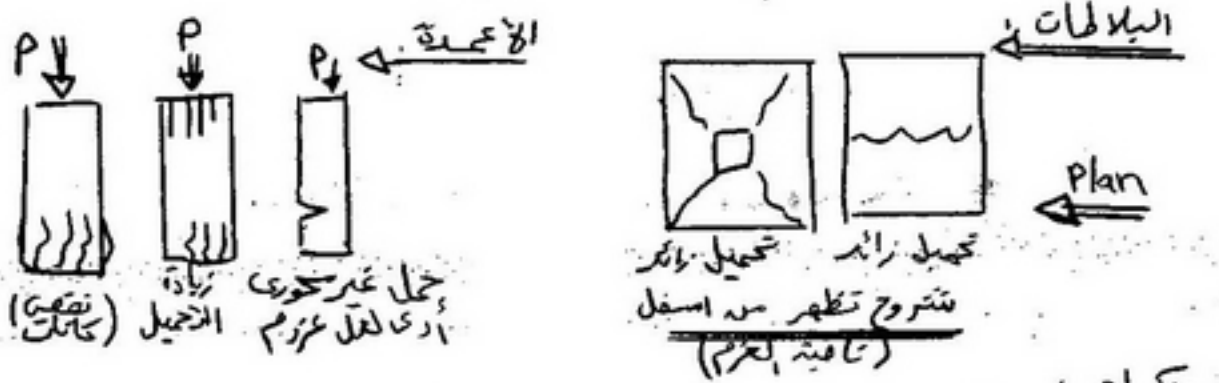
(٢) إستعمال أغشية من البلاستيك لمنع التبخر السريع

(٣) صب البلاطات الكبيرة بعد صب الجوانب (إن أمكن) لتقليل أثر الرياح

(٤) وقاية سطح الخرسانة بمظلات لحماية من الشمس وتخفيف سرعة الرياح



② الشروع الانشائية (يعيوب المتولدة في العناصر الانشائية نتيجة التحميل الزائد أو هبوط البركاز أو نقص الحديد والكمالات)



عند تصميم وتنفيذ احد المشروعات الإنشائية قام مهندس المشروع بتحديد الاشتراطات الفنية المطلوبة للخرسانة ومواد الخرسانة على النحو التالي:

- ضرورة استخدام خرسانة ذات قابلية تشغيل عالية
- المساحة السطحية النوعية للركام الخليط المستخدم يوصى بان تكون ٢٥ سم<sup>٢</sup>/جم
- كما قام مهندس المشروع - استرشادا بالكود المصري - بإجراء برنامج تجريبي معملي على المواد المتوفرة بالموقع وأمكنه الحصول على النتائج التالية:

الوزن النوعي كجم/م <sup>٣</sup>	الوزن النوعي كجم/م <sup>٣</sup>	المساحة النوعية للسطح سم <sup>٢</sup> /جم	5, 5, 8
١٥٥٠	٢,٤٣	٦٥	الرمل
١٦٥٠	٢,٥٢	٥	الزلط

وأجرى اختبار التحليل بالمناخل على عينه من الرمل والزلط وكانت النتائج كما في الجدول الآتي

فتحة المنخل مم	٤٠	٢٠	١٠	٥	٢,٣٦	١,١٨	٠,٦	٠,٣	٠,١٥	الوعاء
المحجوز بالجرام (زلط)	٣٠٠	٣٤٠٠	٢٥٠٠	٣٤٠٠	٤٠٠					
المحجوز بالجرام (رمل)					٢٠	١٣٠	٢٣٠	١٩٠	٢٦٠	١٥٠

## المطلوب

- ١- اذكر اشتراطات صلاحية ركام الخرسانة بالكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة
- ٢- متحتى التدرج الحبيبي للركام الخليط
- ٣- معايير النعومة والمقاس الاعتراري الأكبر للركام الخليط
- ٤- نسبة الفراغات في كل من الرمل والزلط
- ٥- اذكر الاختبارات المعملية - كما حددها الكود - لتحديد مدى صلاحية كل من الرمل والزلط والخليط للاستخدام في الخرسانة والحدود المسموح بها للنتائج هذه الاختبارات
- ٦- اشرح مع التوضيح بالرسم كيفية إجراء اختباري الوزن النوعي والوزن الحجمي للرمل
- ٧- اذكر حالة السطح المحتملة للركام الكبير وأثرها على خواص الخرسانة
- ٨- لضمان جودة الخرسانة يتم عمل اختبار حقلي لتحديد قوام الخرسانة
- ٩- ما المقصود بقوام الخرسانة ؟ اشرح مع الرسم كيفية إجراء هذا الاختبار. اذكر مع رسم علاقات بينه العوامل التي تتحكم في تحديد قوام الخرسانة ؟
- ٩- اكتب ما تعرفه عن:
  - ١- التفاعل القلوي للركام
  - ٢- المركبات الرئيسية للكلنكر وتأثير كل منها على شكله وتصلد الاسمنت
  - ٢- زمن الشك الابتدائي والنهائي للاسمنت مع شرح الاختبار اللازم لتحديده
  - ٣- اذكر اشتراطات صلاحية الإضافات بالكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة.
- ١٠- حدد نوع الإضافات المناسبة لهذا المشروع مع شرح خواصها

مع أطيب التمنيات بالنجاح

scanner & modified & upload  
by

Mahmoud Ashraf

contact info

[titanic\\_ship1912@yahoo.com](mailto:titanic_ship1912@yahoo.com)