4- التسليح Reinforcement:

الانواع والمواصفات :

4-1 قضبان التسليح :

يستعمل حديد التسليح المحزز الذي تكون خواصه الفيزيائية والكيميائية وحزوزه مطابقة للمواصفة البريطانية (BS4461 ، BS4449) ويجوز استعمال حديد التسليح الاملس في حالة ورود ذلك في المخططات ، وتحدد المخططات الانشائية مقاومة الخضوع المميزة والمواصفة الواجبة الاتباع لقبضان حديد التسليح ونوعيته اي ان تكون قبضان مدلفنة على الساخن او البارد.

4-2 اسلاك الفولاذ المسحوبة على البارد :

تكون مطابقة للمواصفة البريطانية (BS4482) او المواصفة القياسية الامريكية (ASTM 17-A82) .

4-3 المشبكات السلكية :

تكون المشبـــكات الســـلكية الملحومة مطابقة للمواصفة القياســـية البريطانية

(BS 4483) ويكون نسيج الاسلاك المتشابكة مطابقا للمواصفة القياسية الامريكية (ASTM A84 -17) .

4-5 الصلب مسبق الاجهاد :

يكون هذا النوع من التسليح على انواع هي : -

قضبان سبائك الصلب العالية الشد المشغولة على البارد والمطايقة للمواصفة القياسية البريطانية (BS4486) واسلاك الصلب للخرسانة سابقة الاجهاد والمطابقة للمواصفة القياسية البريطانية (BS2691) وجدائل الصلب سباعية الاسلاك للخرسانة سابقة الاجهاد المطابقة للمواصفة القياسية البريطانية (BS3617) وجدائل الصلب ذات التسعة عشرة سلكا للخرسانة سابقة الاجهاد المطابقة للمواصفة القياسية البريطانية (BS4767) .

- التوريد :-

يتم توريد حديد التسليح على شكل ربطات محكمة ومزودة بوثيقة البيانات وتورد الجدائل على شكل لفات ملفوفة على بكرات مزودة ايضا بوثيقة البيانات . المعلومات المطلوب تثبيتها بوثيقة

البيانات هي رقم المواصفة القياسية التي صنع المنتوج بموجبها ، صنف ونوع المنتوج ، القطر ، الحمل المميز ، الكتلة .

- التخزين :

تخزن مواد التسليح بشكل يضمن عدم تسرب الرطوبة اليها او تعرضها للأوساخ او الزيوت او الشحوم او لإسفلت او ما شابه ذلك وعلى شكل مجموعات منفصلة ومرتبة وفقا لنوعها وقاسها وطولها اما داخل مستودعات خاصة او على شكل ركائز ، مرتفعة عن الارض مع التغليف بأغطية مانعة لتسرب الرطوبة والمياه .

- النموذج :

قضبان التسليح والصلب سابق الاجهاد :

تقسم الارسالية الى مجموعات متجانسة من حيث الصنف والقطر ثم يؤخذ نموذج بشكل عشوائي من كل مجموعة حسب الجدول رقم (11) على ان يكون كل نموذج مكون من ثلاث قطع اختبار منفصلة .

الجدول رقم (11): نماذج قضبان التسليح والصلب سابق الاجهاد

وزن المجموعة (طن)	عدد النماذج
10أو اقل	1
اكبر من 10 وحتى 50	2
اكبر من 50 وحتى 100	3
اكبر من 100 وحتى 500	4
اكبر من 500 وحتى 1000	6

المظهر العام والكثافة والأقطار والاستطالة كما مثبت في الجدول رقم (12)

الجدول (12) : متطلبات المظهر العام ، الكثافة ، الأقطار والاستطالة لقضبان حديد التسليح

Deformed Bar Designation No. Nominal Masses , Nominal Dimensions , and Deformation Requirements							
Nominal Dimensions					متطلبات النتوءات		
مقاس القضبان*	الكتلة الاسمية كغم/م	القطر مم	مساحة المقطع مم^2	المحيط مم	الحد الأعلى للمسافة بين النتوءات مم	الحد الأدنى لمتوسط ارتفاع النتوءات مم	أقصى فجوة (القاطع لـ 12.5٪ للمحيط الاسمي)
10	0.560	9.5	71	29.9	6.7	0.38	3.6
13	0.994	12.7	129	39.9	8.9	0.51	4.9
16	1.552	15.9	199	49.9	11.1	0.71	6.1
19	2.235	19.1	284	59.8	13.3	0.97	7.3
22	3.042	22.2	387	69.8	15.5	1.12	8.5
25	3.973	25.4	510	79.8	17.8	1.27	9.7
29	5.060	28.7	645	90.0	20.1	1.42	10.9
32	6.404	32.3	819	101.3	22.6	1.63	12.4
36	7.907	35.8	1006	112.5	25.1	1.8	13.7
43	11.38	43	1452	135.1	30.1	2.16	16.5
57	20.24	57.3	2581	180.1	40.1	2.59	21.9

* المقاس الاسمي يعطي قطر القضبان التقريبي الاسمي بالمليمتر

** يتم مقارنة الأبعاد الاسمية للقضبان المحززة المكافئة للقضبان الملساء باعتماد الكتلة المتساوية لنوعي القضبان.

- الشـــد : Tensile Test

كما مثبت في الجدول (13): متطلبات الشد لقضبان حديد التسليح

Tensile Requirement	الصنف		
	Grade 75	Grade 60	Grade 40*

مقاومة الشد الحد الأدنى (MPa)	420	620	690
مقاومة الخضوع الحد الأدنى (MPa)	280	420	520
الاستطالة لطول قياس 200مم الحد الأدنى(٪)			
قطر القضبان			
10	11	9	-
16 ، 13	12	9	-
19	12	9	7
25 ، 22	-	8	7
36 ، 32 ، 29	-	7	6
57 ، 43	-	7	6

* قضبان الصنف 40 تصنع فقط للأقطار من 10-20 مم

- الانثناء : كما مثبت في الجدول (14) متطلبات الانثناء لقضبان حديد التسليح

متطلبات فحث الانثناء Bend Test Requirement			
قطر القضبان(ملم) Bar Diameter mm	قطر المسند لفحص الانثناء*		
	Grade 40	Grade 60	Grade 75
16، 13، 10	3.5ق**	3.5ق	-
19	5 ق	5 ق	5 ق
25 ، 22	-	5 ق	5 ق
36 ، 32، 29	-	7 ق	7 ق
^{0}90(57، 43)	-	9 ق	9 ق

ق** : القطر الاسمي للنموذج

* : فحص الانثناء 180 ^{0} عدا ما يدرج بخلاف ذلك.

6-4 قضبان حديد التسليح للخرسانة Carbon Steel Bar for Reinforcement of Concrete

(بريطانية B.S 4449\1997)

- المقاسات : كما مبين في جدول (15) : المقاسات الاسمية لقضبان حديد التسليح

الصنف (نيوتن\مم^2)	المقاس الاسمي (مم)
250	8 ، 10 ، 12 ، 16
460	8 ، 10 ، 12 ، 16 ، 20 ، 25 ، 32 ، 40

- في حالة استخدام قضبان أصغر من 8 مم فأن المقاس يفضل ان يكون 6 مم
- في حالة استخدام قضبان أكبر من 40 مم فأن المقاس يفضل ان يكون 50 مم

- مساحة المقطع والكتلة : كما مبين في جدول (16) مساحة مقطع وكثافة القضبان

المقطع الاسمي (مم)	مساحة المقطع (مم^2)	الكتلة لوحدة الطول (كغم)
6	**28.3**	**0.222**
8	**50.3**	**0.395**
10	**78.3**	**0.616**
12	**113.1**	**0.888**
16	**201.1**	**1.579**
20	**314.2**	**2.466**
25	**490.9**	**3.854**
32	**804.2**	**6.313**
40	**1256.6**	**9.864**
50	**1963.5**	**15.413**

يكون التفاوت في الكتلة كما مبين في جدول (17): التفاوت في الكتلة

المقاس الاسمي (مم)	التفاوت في الكتلة لوحدة الطول (٪)
6	**± 9**
8 – 10	**± 6.5**
12 فما فوق	**± 4.5**

- التركيب الكيميائي : يكون كما مبين في جدول (18) التركيب الكيميائي لأصناف الحديد

المقطع الاسمي (مم)	صنف 250 حد أعلى ٪	صنف 460 حد أعلى ٪
الكاربون	0.25	0.25
الكبريت	0.06	0.05
الفسفور	0.06	0.05
النتروجين	0.012	0.012

- متطلبات الشد : تكون متطلبات مقاومة الشد للقضبان كما مبين في جدول (19)

جدول (19): متطلبات الشد لقضبان حديد التسليح

الصنف	مقاومة الشد المميزة نيوتن\مم^2	الحد الأدنى للاستطالة ❁٪
250	250	22
A 460	460	12
B 460	460	14

❁ لطول قياسي قدره خمسة مرات بقدر قطر القضيب

- الترابط والتحزز Bond and Deformations

يكون تصنيف متطلبات التحزز في القضبان كما يأتي :

النوع I : حديد أملس مربع المقطع مبروم ، على أن لا تتجاوز المسافة بين دورات البرم على 14 مرة بقدر المقاس الاسمي للقضيب .

النوع II: حديد محزز بنتوءات مستعرضة وبمسافات لا تتجاوز 0.8 مرة بقدر المقاس الاسمي للقضيب، بالنسبة للحديد المسحوب على الساخن و 1.2 مرة بقدر المقاس الاسمي للقضيب ، للحديد المسحوب على البارد .

على أن تكون الزيادة في مساحة النتوءات لا تقل عن 0.15 مرة بقدر المقاس الاسمي للقضيب (مم^2 \مم) .

الانثناء : القضبان يجب أن تقاوم فحص الانثناء بزاوية 180 ^{0} وفحص إعادة الانثناء

المشبكات

يؤخذ ما لايقل عن نموذج واحد لكل (25 طن او اقل)

- الفحص :

يتم الفحص بموجب المواصفات الواردة في الفقرات السابقة لكل نوع من انواع التسليح ووفقا لمتطلبات القبول المبينة في مستندات المشروع .

- المطابقة :

تعتبر الارسالية او المجموعات المكونة لها مقبولة اذا اجتازت النماذج كافة الفحوص المطلوبة وبعكسه ترفض الارسالية وترحل خارج الموقع.

5- القوالـــب Moulds :

5-1 عام :

يكون طراز القوالب حسبما هو منصوص عليه في المواصفات الخاصة وإذا لم يرد نص بذلك فللمقاول الحق باختيار طراز القوالب ونوعها اذا كانت جودة انهاء الخرسانة لا تتاثر باستعمال المواد البديلة .

اذا رغب المقاول في استعمال قوالب تؤلف من اجزاء او عناصر سابقة التصنيع تحمل علامة تجارية فيجب عليه عندئذ تقديم شهادة صادرة من مختبر معتمد من قبل جهة رسمية مختصة مبينا فيها الخصائص التشغيلية لتلك القوالب .

تنفذ القوالب بحيث تتشكل العناصر الخرسانية داخله بدقة من حيث الابعاد والشكل والاستقامة ونعومة السطح والزخرفة المطلوبة حسبما مبين في مخططات المشروع .

تكون القوالب مانعة لتسرب المونة الأسمنتية من خلاله ويشدد على ذلك في حالة الخرسانة الوسيمة .

تربط اجزاء القوالب ببعضها بشكل يضمن الاحتفاظ باشكالها ومواضعها لغلاية انتهاء الغرض منها كما يجب ان يؤمن الربط سهولة النزع بدون احداث اي اضرار للاجزاء الخرسانية داخل القوالب او اي ضرر للاجزاء الخرسانية داخل القوالب او اي ضرر لاجزاء البناء المشيدة سابقا .

يكون القالب جيد التركيب ويدعم ويربط بطريقة فعالة تمنع حدوث اي تشوه نتيجة الاحمال التي تسلط عليه اثناء عملية الصب او نتيجة للظروف الجوية .

2-5 المود المستعملة :

1-2-5 الخشب الطبيعي

تكون الخشب من النوع الطري (soft wood) خاليا من العيوب كالتفلق والتنخر والتقوس وغير ذلك من العيوب .

2-2-5 خشب رقائقي (play wood) :

تحدد صنف الالواح وسمكها في المواصفات الخاصة او جداول الكميات شريطة ان تكون المواد اللاصقة في انتاج هذا الخشب مقاومة للرطوبة .

3-2-5 الواح الخشب الرقائقي

وهي الواح مكسوة بمواد بلاستيكية على ان لا يقل وزن صمغ الفينول او الميلامين عن 20% من وزن الاكساء البلاستيكي الكلي .

4-2-5 الالواح الليفية :

وهي لدائن الالياف الزجاجية وتستعمل عادة في قوالب الاعمدة والقبب الجاهزة الصنع والقوالب الخاصة للاغارض المعمارية المميزة .

5-2-5 الالمنيوم :

يكون الالمنيوم قابلا لاعمال اللحام وغير قابل للتفاعل مع الخرسانة التي تحتوي على كلوريد الكاليسيوم وان يكون محميا ضد التاكل عند اتصاله مع الصلب وان تكون مواصفاته مطابقة للمواصفات القياسية الامريكية (ASTM-B221) .

6-2-5 المواد الاخرى :

يمكن استعمال مواد اخرى للقوالب كالالواح المعدنية والواح النسيج الخشبي والواح النسيج الزجاجي ، اللدائن الرغوية ، والمطاط وغيره .

3-5 المساند :

1-3-5 المساند الخشبية :

يجب ان لا تزيد نسبة نحافة المساند عن (50) وهي نسبة الطول بين عناصر التكتيف الى البعد الاصغر لمقطع المسند او قطر المسند في حالة كونه اسطواني الشكل . لا يجوز وجود اكثر من وصلة واحدة في المسند الواحدعلى ان لايتجاوز عدد المساند الموصولة عن نصف عدد المساند الكلية التي تسند البلاطات وثلث العدد الكلي لمساند الروافد مع ملاحظة تخالف المساند الموصولة وعدم تجمعها .

2-3-5 المساند المعدنية :

على المقاول تقديم تفاصيل كاملة عن المساند المعدنية مبينا فيها خصائصها الميكانيكية كالقدرة التحميلية القصوى وعلاقتها بالنحافة والترخيم وان لا يقل عامل الامان التصميمي لهذه المساند عن ثلاثة وان لا تزيد نسبة نحافة المساند عن ستين

4-5 التكتيف (BRACING) :

يتم ربط المساند قطريا في الاتجاهين الافقي والراسي حيثما يلزم لاعطاء الاسناد الجساءة المطلوبة.

- التخطيط والتصميم :

يجب تخطيط طريقة انشاء القوالب بما يضمن سلامة العاملين في انشائها او اثناء صب الخرسانة لضمان سلامة المنشأ ككل .

على المقاول ان يقدم للمهندس التفاصيل الضرورية ةالتصاميم والحسابات وطريقة التنفيذ والمواد المزعم استعمالها في القوالب للموافقة عليها قبل مدة كافية من نصب القالب .

- التنظيف :

على المقاول تنظيف القالب بشكل جيد من اي اثر للاوساخ او المونة او المواد الغربية ويكون القالب المعدني خال من الصدأ والقشور .

للمهندس طلب فتحات خاصة مؤقتة في القوالب لتسهيل عمليات التنظيف او التركيب او التفتيش .

- الطلاء :

يجب طلاء القالب بطلاء خاص (كالدهون المعدنية) ليسهل نزعها فيما بعد قبل عملية التسليح على ان يكون الدهان غير قابل للالتصاق او تبقيع او اضرار السطوح الخرسانية ولا يضر ويستعمل الطلاء حسب توصيات الشركة المنتجة والمبينة في نشراتها المكتوبة .

اعادة الاستعمال : يحدد المهندس عدد مرات اعادة استعمال القالب والذي يتوقف على نوع القوالب المستعملة ونوع الانهاء المطلوب للخرسانة .

- التفاوت :

على المقاول عمل القوالب والمحافظة على شكلها بطريقة تضمن الحصول على الابعاد المحددة في المخططات ويسمح بالتفاوتات المبينة في ادناه :

1- التفاوت المسموح به في الميزان الراسي لخطوط اوجه الاعمدة والجدران وزوايا الاعمدة الظاهرة او اخاديد وصلات التحكم او اية خطوط بارزة لا يزيد عن (1) ملم في المتر او(12) ملم ايهما اقل .
2- التفاوت المسموح به في مناسيب البلاطات والروافد وفي خطوط التقاء السطوح لا يزيد عن (2) ملم لكل متر او (10) ملم ايهما اقل.
3- التغيير المسموح به في المناسيب او في خطوط البناء عن المواضع المحددة لها في المخططات بالنسبة للأعمدة والجدران لا يزيد عن (2) ملم لكل متر او(25) ملم ايهما اقل .
4- التغيير المسموح به في مقاطع الاعمدة والروافد وسماكات البلاطات والجدران وهو بحدود (-6) ملم او (+12) ملم .
5- التغير المسموح به في مقامات المسقط الافقي لقواعد الاعمدة هو بحدود (-12) ملم او (+50) ملم اما الازاحة او اللامركزية المسموح للقواعد فلا تزيد عن 2% من بعد القاعدة باتجاه الازاحة على ان لا يزيد عن (50) ملم والنقص المسموح به في سمك القواعد يجب ان لا يتجاوز 5 % من السمك المحدد.

لا يجوز ان يزيد التفاوت في ابعاد الدرجة عن 3 ملم عموديا و 6 ملم افقيا .

5-5 التنفيذ :

ينفذ القوالب فنيون مهرة لهم خبرة ودراية في هذا المجال . تركب المواسير والعلب الكهربائية وفتحات التهوية وقنوات المجاري ووصلات الربط في مواضعها الصحيحة المحددة في

مخططات المشروع وتستحصل موافقة المهندس على ذلك قبل تركيبها بوقت كاف وتكون خاضعة لموافقته التحررية عند تركيبها ،على ان يكون تركيب هذه التوابع بإحكام تام يمنع زحزحتها من اماكنها اثناء عملية صب الخرسانة ويمنع تسرب مونة الخرسانة .

يتم رفع وسط الروافد او طرفها الناتئ للانحناء او التحدب وبمعدل (2) ملم لكل متر من الفضاء للروافد و(4) ملم لكل متر طول العتبة الناتئة .

تهيئة ممرات ومعابر وارضيات خاصة للعدد الانشائية ووسائل نقل وصب الخرسانة .

تحديد مواقع المفاصل الانشائية ومفاصل التمدد.

نزع القوالب : يسمح بنزع القوالب والدعامات عن عناصر المنشأ اذا اثبتت اختبارات المكعبات الخرسانية المعالجة تحت نفس ظروف معالجة عناصر المنشأ ان خرسانة هذه العناصر قد حققت مالا يقل عن (70) بالمائة من مقاومة التحمل التصميمية المطلوبة او ان تكون نسبة مقاومة تحمل مكعبات الاختبار الى المقاومة التصميمية مساوية او اكبر من نسبة الحمل الكلي الميت وأحمال الانشاء الى الحمل التصميمي الكلي . وبعكسه تبقى القوالب في مواضعها للمدة التي يحددها الجدول رقم (20).

جدول رقم (20): مدة نزع القالب (بالايام)

العنصر الخرسانية	الفضاء الفعال (متر)	معدل درجة الحرارة (درجة مئوية)			
		اكثر من 20	من 10 -20	اكثر من 25 واقل من 10	اقل من 5
الجدران والاعمدة وجوانب الرافدات		يوم واحد	2 يوم	3 يوم	5 يوم
السقوف	اقل من 3ر– 3ر اكبر من 6ر-	5 يوم 6 يوم 10 يوم	7 يوم 10 يوم 14 يوم	10 يوم 14 يوم 21يوم	14 يوم 21 يوم 28 يوم

الرافدات	اقل من –ر3	7 يوم	10 يوم	14 يوم	21 يوم
	ر3	10 يوم	14 يوم	21 يوم	28 يوم
	ر6 –	14 يوم	21 يوم	28 يوم	28 يوم

6- قنوات والأنابيب المطمورة في الخرسانة :

يمكن وضع القنوات والأنابيب المصنعة من مواد غير ضارة بالخرسانة في الخرسانة بموافقة المهندس وبشرط عدم اعتبارها كتعويض انشائي عن الخرسانة المزاحة .

لا يجوز وضع القنوات والأنابيب المصنوعة من الالمنيوم ضمن الخرسانة الانشائية الا اذا غلفت او غطيت بشكل فعال لمنع تفاعل الخرسانة مع الالمنيوم او الفعل الكهربائي بين الالمنيوم والحديد.

يجب ان لا تزيح القنوات والأنابيب ومثبتاتها المطمورة في العمود ما يزيد عن 4%من مساحة مقطعه المعتمد في حساب المقاومة او لمتطلبات الحماية من الحريق .

يجب ان لا يزيد المقاس الخارجي للقنوات والأنابيب المطمورة في خرسانة بلاطة او جدار او رافدة عن ثلث سمك الجزء المطمور فيه وان لا يقل التباعد بين محاورها عن ثلاثة امثال قطرها او عرضها وان لا يودي طمرها الى اضعاف ذي شأن في مقاومة المنشأ .

بالإضافة الى المتطلبات الواردة اعلاه يمكن طمر الانابيب المحتوية على سائل وغاز او بخار في الاجزاء الخرسانية شريطة ان تكون الانابيب ومثبتاتها تقاوم تأثيرات المواد والضغوط والحرارة التي سوف تتعرض لها وان لايقل سمك الطبقة الخرسانية الواقية للأنابيب ومثبتاتها عن 40 ملم للخرسانة المعرضة للظروف الجوية او الملامسة للتربة وان لا يقل عن 20 ملم في حالة عدم تعرض الخرسانة للظروف انفة الذكر .

7- فواصل التشييد:

يجب ان يكون عدد فواصل التشييد بالحدود الدنيا وبما ينسجم مع الاحتياطات اللازمة ضد الانكماش كما يجب ان تكون عملية صب الخرسانة مستمر لحد بلوغ الاماكن المحدد لهذه الفواصل . توضع فواصل التشييد بصورة متعامدة مع اتجاه الامتداد الرئيسي للعضو الانشائي .

تعمل فواصل التشييد وتوضع في موقع بحيث لا تضعف مقاومة المنشأ كما يجب اتخاذ الاجراءات اللازمة لغرض نقل قوى القص والقوى الاخرى عبر هذه الفواصل . توضع فواصل للأرضيات ضمن الثلث الاوسط لفسخ الامتداد للبلاطات والروافد والعوارض. كما يجب تجنب فواصل الروافد بمسافة تعادل ضعف عرض الرافدة التي تعترضها .

يجب ان لا تركب او تصب الروافد والعوارض والبلاطات المحمولة على اعمدة او جدران لحين زوال لدونه الخرسانة الاعضاء الحاملة العمودية الا بموافقة المهندس .

تعتبر الروافد والعوارض والاكتاف والالواح الهابطة وتيجان الاعمدة جزء من منظومة البلاطة ويجب ان تصب سوية بقطعة واحدة الا اذا اوضحت المخططات او المواصفات الخاصة خلاف ذلك .

يجب تنظيف سطح خرسانة فواصل التشييد ورفع غشاء الخرسانة عنها وتبليلها قبل وضع الخرسانة المجاورة لها .

8- فواصل الحركة :

تنفذ فواصل الحركة وفق التصاميم والمخططات الخاصة بالمشروع وبكل دقة وبالنوع الذي تحدده المخططات مثل فواصل تقلص او تمدد او انزلاق او هبوط ولكل نوع تفاصيله الخاصة . لا يجوز تنفيذ فواصل حركة غير واضحة التفاصيل دون موافقة المهندس التحريرية على ذلك وفي كل الاحوال يجب ان يدقق المهندس هذه الفواصل وتنفذ تحت اشراف المهندس المباشر .

9- اعمال التسليح :

متطلبات عامة :

تجهز مواد التسليح بالمقاسات والأشكال المطلوبة وتوضع وتثبت في الاماكن المخصصة لها حسب ما يرد في مخططات المشروع والمخططات التنفيذية التي تعد من قبل الجهة المنفذة وبما يتفق عليها المهندس .

اذا تعرضت الاعمال لأي تأخير،تنظف جميع مواد التسليح الموضوعة سابقا وذلك لضمان التلاصق الجيد بينها وبين الخرسانة بعد صبها. يمنع ثني او تشكيل حديد التسليح بطريقة تضره او تضر الخرسانة ولا يسمح بتركيب اي قضبان مشكلة او مثنية بشكل مخالف لما هو محدد على المخططات ،لا يسمح باستعمال الحرارة في عمليات ثني او تشكيل التسليح الا بعد الحصول على

موافقة المهندس التحريرية . يمكن ازاحة اي قضيب يتعارض مع الانابيب او المجاري المدفونة في الخرسانة على ان لا تزيد مسافة الازاحة عن قطر القضيب نفسه وخلافا لذلك يجب الحصول على موافقة المهندس على الترتيب للقضبان وزيادة عدد القضبان للوصول اللى المتطلبات الانشائية المطلوبة اذا تطلب الامر ذلك . كما ويحضر وصل حديد التسليح عند مناطق الاجهادات القصوى في الروافد والبلاطات . يجب حماية قضبان التسليح او اية مواد اخرى او صفائح ستترك ظاهرة لأغراض التوسعات المستقبلية من الصدأ.

- العقفات القياسية :

ان تعبير العقفة القياسية يعني الاتي :-

أ- زاوية 180 درجة مضافا اليها امتداد 4 امثال القطر على ان لا يقل ذلك عن 60 ملم عند نهاية القضيب الطليقة .

ب- زاوية 90 درجة مضافا اليها امتداد اثنا عشر امثال القطر عند نهاية القضيب الطليقة .

- الاطواق Stirrup والعقفات الرابطة :

أ- للقضيب بقطر **12** ملم واقل ، عطفه 90 مضافا اليها امتداد ستة امثال القطر عند نهاية القضيب الطليقة .

ب- القضيب بقطر **18** ملم ولحد 25 ملم ، عطفة 90˚ مضافا اليها امتداد القطر عند نهاية القضيب الطليقة .

ج- القضيب بقطر **25** ملم واقل عطفه 135˚ مضافا اليها امتداد ستة امثال القطر عند نهاية القضيب الطليقة .

- الحد الادنى لاقطار العطفات :

يجب ان لا يقل قطر العطفة القضيب مقاسا من الداخل عن القيم المبينة في الجدول رقم (21) عدا حالات الاطواق والرباطات .

الجدول رقم (21) الحد الادنى لقطر العطفة

مقاس القضيب (ملم)	الحد الادنى لقطر العطفة
16 الى 25	(6) امثال القطر
28، 32، 36	(8) امثال القطر
42 ، 56	(10) امثال القطر

يكون القطر الداخلي لعطفات الاطواق والرباطات ما لايقل عن (4) امثال القطر لقضيب يقطر (16) ملم واقل اما للقضبان بقطر اكبر من (16) ملم فيكون قطر العطفة حسب الجدول رقم (21) .

- الحني:

يتم حني كافة حديد التسليح بارداً ويمنع الحني الموقعي لحديد التسليح المطمور جزيئا في الخرسانة المتصلبة .

- سطح حديد التسليح :

يكون حديد التسليح خال من قشرة الصدأ السائبة ، الطين ، الدهن ، او اي طبقة سطحية تؤثرعلى قابيلة الترابط بين الخرسانة وحديد التسليح .

- وضع حديد التسليح :

يتم وضع حديد التسليح في موقعه بصورة دقيقة وربطه بأسلاك مرنة ومغلونة واسناده بصورة مناسبة بقطع خرسانية او معدنية او بلاستيكية او اية مقاعد او مباعدات او رباطات مقبولة مثبتة بصورة محكمة لتحديد الازاحة .

- التغاير المسموح به :

يكون التغاير المسموح به للعمق الفعال والحد الادنى للغطاء الخرساني للاعظاء المعرضة للثني والضغط وللجدران حسبما مبين في الجدول رقم (22) وفي ما عدا ذلك يكون التغاير المسموح به للمسافة الصافية لباطن مقولب عن -6 ملم والتفاوت في الغطاءلا يزيد عن - 3/1 الحد الادنى لغطاء الخرسانة المحدد في الخرائط او المواصفات .

جدول رقم (22) : التغاير في العمق الفعال والحد الادنى لغطاء الخرسانة

عمق العضو الفعال ع ملم	التغاير بالعمق ملم	التغاير في الحد الادنى لغطاء الخرسانة ملم
ع ≤200	+-10	5-
200 < ع ≤400	+-12	10-
ع > 400	+-15	12-

يكون التغاير المسموح به لموقع الثني على امتداد التسليح ولنهايته +- 50 ملم عدا في نهايات الاعضاء غير المستمرة فيكون التغاير المسموح +- 12 ملم .

لا يسمح بلحام القبضان المتقاطعة لمجموعة التسليح الابموافقة المهندس

حدود تباعد حديد التسليح

يجب ان لا تقل المسافة الصافية بين قضبان التسليح المتوازية في طبقة واحدة عن قطر اكبر قضيب او (25) ملم ايهما اكبر . عند استخدام التسليح المتوازي بطبقتين او اكثر يجب وضع القضبان في الطبقات العليا مباشرة فوق مثيلاتها في الطبقات السفلى مع تأمين مسافة صافية بين الطبقات لا تقل عن 35 ملم .

يجب ان لا تقل المسافة الصافية بين قضبان الحديد الطويلة للاعضاء لمنضغطة المسلحة لولبية او برباطات عن 1.5 مرة لقطر القضيب ولا عن 35 ملم .

تطبق محددات المسافة الصافية بين القضبان على المسافات الصافية بين وصلة التراكيب والوصلات المتجاورة او القضبان.

يجب ان لا يزيد التباعد بين قضبان حديد التسليح الاساسية في الجدران والبلاطات عن ضعف سمك الجدار او البلاطة او 350 ملم ايهما اقل .

- القضبان المحزمة :

جب ان لا يزيد عدد القضبان في الحزمة الواحدة عن اريعة عند حزم قضبان التسليح المتوازية لتعمل كمجموعة واحدة يجب ان تحاط القضبان المحزمة باطواق او رباطات .

لا يجوز حزم القضبان التي تزيد اقطارها عن 32 ملم في الروافد.

عند انهاء امتداد بعض قضبان التسليح في الحزمة ضمن الفسحة لعضو الانثناء جب ان تكون نقاط الانهاء متعقبة بما لا يقل عن 40 مثلا لقطر القضيب .

يجب معاملة القضبان كقضيب واحد له قطر محتسب من المساحة الكلية لمكافئة وذلك عند اعتماد تحديد التباعد والحد الادنى للغطاء الخرساني على لمقاس الاسمي لقطر القضيب .

- تثبيت التسليح ووصلاته :

تطبق متطلبات الكود العراقي لمتطلبات الخرسانة المسلحة للمباني في تحديد طول التثبيت والوصلات او احدث طبعة لكود الخرسانة الامريكي (ACI 318) .

10- أصناف الخرسانة ونسب الخلط :

10-1 عام :

ان قيمة مقاومة الانضغاط المميزة التي تعتمد عند تصميم المنشاءات الخرسانية يجب ان تستند على نتائج فحوص مكعبات بمقاس 150 ملم وبعمر 28 يوم والتي تحضر وتفحص بموجب المواصفة القياسية العراقية المرقمة م ق ع (52) وان معدل مقاومة الشد الانشطارية تكون على اساس فحوص الانشطار لاسطوانات خرسانية بقطر 150 ملم وبطول 300 ملم او مكعبات بمقاس 150 ملم وحسب المواصفة القياسية البريطانية (BS1881) يجب ان تحفظ نماذج الفحص في الماء بدرجة حرارة 24-+2 م^0 منذ اليوم الثاني لصبها وحتى يوم الفحص .

قد يطلب المهندس اجراء فحوص المقاومة لمكعبات معالجة بظروف موقع العمل للتأكد من ملائمة اسلوب المعالجة والمحافظة على الخرسانة في المنشأ تعالج هذه المكعبات بنفس ظروف موقع العمل وان تحضر بنفس الوقت ومن نفس النماذج الخرسانية المستعملة لتحضير مكعبات الفحص في المختبر . تحدد المخططات قيمة مقاومة الانضغاط المميزة لكل جزء من المنشأ.

يبين الجدول رقم (23) اصناف الخرسانة المعتمدة في المواصفات القياسية العراقية والكود العراقي لمتطلبات الخرسانة المسلحة للمباني .

الجدول رقم (23): اصناف الخرسانة

الصنف	المقاومة المميزة ن /ملم	ادنى صنف مطابق للاستعمال المناسب
7 د	7	خرسانة اعتيادية
10 د	10ر-	= =
15 د	15ر-	= =
20 د	20ر-	خرسانة مسلحة
25 د	25ر-	= =
30 د	30ر-	= =
35 د	35ر-	= =
40 د	40ر-	= =
50 د	50 ر-	= =

1

2-10 اختيار نسب الخلط :

يجب ان تحدد نسب الخلط للخرسانة لتحقق :

أ- قابلية تشغيل ملائمة وقواما مناسبا لوضع الخرسانة في القوالب وحول حديد التسليح تحت الظروف المستعملة في الصب ودون حصول انعزال مفرط او نزف يحدد الجدول رقم (24) قابلية التشغيل الملائمة لاجزاء المنشآ المختلفة مقدرة بمقدار الهبوط عند الفحص بواسطة مخروط الهبوط (Slump test).

الجدول رقم (24): مقدار الهبوط (SLUMP TEST)

التسلسل	موضع الخرسانة	الحد الاعلى (ملم)	الحد الادنى (ملم)
1	الاسس المسلحة	85	40
2	الاسس غير المسلحة	70	20
3	السقوف والجسور والجدران	100	50
4	الاعمدة	100	50
5	الارصفة	50	40

(سيتم شرح عملية قياس قابلية تشغيل الخرسانة الطرية بواسطة فحص الانسياب للمخروط في الفصول اللاحقة)

ب - ظروف التعرض:

عند تعرض الخرسانة لظروف مختلفة كالهواء او الرطوبة او البلل او تأثير املاح الكبريتات الخارجية او اية ظروف قاسية اخرى عندئذ يجب الاخذ بنظر الاعتبار عند اختبار نسب الخلط نوعية ونفاذية الخرسانة وبصورة خاصة الحد الاعلى لنسبة الماء الطليق / الأسمنت ومحتوى الأسمنت في الخلطة الخرسانية اضافة الى مقاومة الانضغاط المميزة المطلوبة

يحدد الجدولان (25 و26) متطلبات ظروف التعرض المختلفة .

ج- معدل مقاومة ضغط عالية بدرجة كافية للتقليل من تكرار اجراء فحص المقاومة بحيث ان نتائج الفحوص التي تقل عن مقاومة الضغط المميزة المطلوبة لا تزيد عن 5% من العدد الكلي للنتائج .

جدول رقم(25): متطلبات الديمومة لخرسانة معرضة لظروف محددة ومصنوعة من الأسمنت البورتلاندي بأنواعه ومن الركام ذي الوزن الاعتيادي.

نوع التعرض	الخرسانة المسلحة			الخرسانة الاعتيادية		
	نسبة الماء الطليق / السمنت لا تزيد عن	محتوى السمنت لا يقل عن كغم/ م3	ادنى صنف للخرسانة	نسبة الماء الطليق /السمنت لا تزيد عن	محتوى السمنت لا يقل عن كغم/م3	ادنى صنف للخرسانة
طفيف :السطح محافظ عليه من الجو او من الظروف القاسية (الخرسانة الخارجية المحمية المعرضة للهواء والخرسانة الداخلية) عدا التعرض للظروف الجوية الاعتيادية لفترة قصيرة خلال التشييد.						
الاسس الشريطية والخرسانة المالئة للحفر للابنية الواطئة عندما تكون ظروف التربة غير قاسية (محتوى الكبريتات واطىء).	0ر7	250	د20	0ر80	200	د15
معتدل : السطوح المبللة المحمية من المطر الشديد ومن التجمد والخرسانة المطمورة والخرسانة المغمورة بالمياه بصورة مستمرة .	0ر60	300	د25	0ر7	250	د25

قاسي : السطوح المعرضة لرشقات من المطر ومن دورات متعاقبة من البلل والجفاف والتجمد عرضي . السطوح المعرضة للتكيف الشديد او الملامسة لماء المجاري او للمحاليل المائية .السطوح الداخلية للمنشاءات المعرضة للظروف البحرية .	0ر50	350	30د	0 ر6	300	30د
قاسي جدا : السطوح المعرضة لظروف بحرية او لتاثير ابخرة او للماء الجاري الضار ذوPH مساو او اقل من 5ر04 السطوح المبللة المعرضة لتاثيرات املاح ازالة الجليد او لظروف التجمد القاسي .	0ر4*	350	35د	0ر45	300	40د

(*) هذه النسبة من الماء / الأسمنت فقد يكون من الضروري استعمال المضافات .

ملاحظة : ان محتوى السمنت المبين في الجدول متعلق بركام ذو مقاس اسمي اقصى مساو الى 20 مم ولغرض المحافظة على قيم مشابهة لمحتوى الأسمنت في المونة لركام بمقاسات اخرى فيجب زيادة الحد الادنى لمحتوى الأسمنت اعلى بمقدار 15% عند استعمال ركام مقاسه الاسمي مساو الى 10 مم وتقليله بمقدار 15% لركام بمقاس اسمي اقصى مساو الى 40 مم وفي أي حال يجب ان لا يقل محتوى الأسمنت في الخرسانة المسلحة عن 250 كغم/م^3 .

جدول رقم (26): متطلبات الخرسانة المعرضة لتأثير املاح الكبريتات

نوع التعرض للاملاح الكبريتية	تركيز الكبريتات ممثلة ب (SO_3) في التربة		نوع السمنت	الحد الادنى لمحتوى السمنت كغم /م3	الحد الاعلى لمنسوب الماء الطليق السمنت
	SO_3الكلية نسبة منوية وزنا	SO في مستخلص 1:2 (ماء : تربة) غم /لتر	في المياه الجوفية غم / لتر		
1	اقل من 0ر2	1ر-	اقل من 3%	البورتلاندي الاعتيادي	280	0.55
2	0ر2-0ر5	1ر0-1ر9	0ر3-1ر2	البورتلاندي الاعتيادي البورتلاندي المقاوم للكبريتات	330 280	0.50 0ر55
3	0ر5-1ر0	1ر9-3ر1	1ر2-2ر5	البورتلاندي المقاوم للكبريتات	330	0ر50
4	1ر0-2ر0	3ر1-5ر6	2ر5-5ر0	البورتلاندي المقاوم للكبريتات	270	0ر45
5	اكثر من 2ر0	اكثر من 5ر6	اكثر من 5ر0	البورتلاندي المقاوم للكبريتات	270	0ر45

- خاص بالخرسانة المرصوصة كليا والحاوية على ركام ذو مقاس اسمي اقصى مساوي الى 20 ملم ومطابق للمواصفة القياسية العراقية (م ق ع 45).

ملاحظات :

1- يجب زيادة الحد الادني لمحتوى الأسمنت بمقدار 50 كغم /م3 عند استعمال ركام مقاس اسمي اقصى مساو الى 10 ملم ومن الممكن تقليله بمقدار 40 كغم /م3 عندما يكون المقاس الاسمي الاقصى للركام المستعمل الى 40 ملم وفي اية حال يجب ان لايقل محتوى السمنت في الخرسانة المسلحة عن 250 كغم /م^3 .
2- ينطبق هذا الجدول على الخرسانة المستعمل فيها ركام مطابق لمتطلبات (م ق ع 45)(*) القريبة من المياه الجوفية المتعادلة والحاوية على املاح الكبريتات الطبيعية والتي تكون قيمة الPH لها بين 6-9 غير الملوثة باملاح الامونيوم .
3- يمثل محتوى السمنت المبين للنوع الحد الادنى ، ومن المستحسن استعمال محتوى سمنت اعلى من الحد الادنى عندمه تكون محتويات SO3 قريبة من الحد الاعلى .
4- عندما يزيد المحتوى الكلي لSO3 عن 5ر0% واذا كانت معظم هذه الكبريتات من نوع الكالسيوم القليل الذوبان فقد يشير مستخلص الماء /التربة (2:1) الى نوع ادنى للتعرض.

تحدد نسب الخلط للخرسانة وبضمنها نسبة الماء /الاسمنت بالطرق الاتية :

أ- اما على اساس الخبرة الموقعية

ب - واما على اساس وجبات مختبرية وذلك باستعمال نفس المواد التي تستعمل في التنفيذ.

أ- تحديد نسب الخلط على اساس الخبرة الموقعية :

يتم تحضير ثلاث وجبات منفصلة من الخرسانة باستعمال المواد التري ستجهز للموقع ويفضل ان تكون الظروف مماثلة لظروف الانتاج الحقيقية وتفحص قابلية التشغيل لكل وجبة من الوجبات التجريبية بموجب المواصفات القياسية العراقية رقم 50(*) وتحضر ثلاثة مكعبات من كل وجبة لاجراء الفحص بعمر 28 يوما واذا تطلب الامر فبالإمكان تحضير ثلاثة مكعبات اضافية في كل وجبة لاجراء الفحص بعمر مبكر وتتم الموافقة على نسب الخلط التجريبية اذا كان معدل المقاومة لتسع مكعبات مفحوصة بعمر 28 يوميزيد

عن مقاومة الانضغاط المميزة المطلوبة بمقدار 3 ن/ملم^2 شرط ان لا تقل مقاومة الانضغاط المميزة بمقدار 3 ن/ملم^2 .

ب- تحديد نسب الخلط بموجب وجبات تجريبية مختبرية :

عند استعمال وجبات تجريبية مختبرية كأساس لاختبار نسب خلط الخرسانة يجب ان لا يتجاوز اختلاف الهطول عن 20 ملم من الحد الاعلى المسموح بالمواصفات . يجب تثبيت منحنى يبين العلاقة بين نسبة الماء /الأسمنت ومقاومة الانضغاط المميزة وان يكون المنحني مبنيا على اساس ثلاث نقاط في الاقل تمثل الواجبات المنتجة لخرسانة ذات مقاومة اعلى واقل من معدل مقاومة الانضغـاط المطلوبة والمحددة كالأتي :-

1- عند وجود سجل لوسيلة انتاج الخرسانة مبنى على اساس 40 فحصا متعاقبا للمقاومة على الاقل فان معدل مقاومة الانضغاط والمستعملة كأساس لاختيار نسب الخلط يجب ان تزيد عن قيمة مقاومة الانضغاط المطلوبة بمقدار 1.64 مضروبا بالانحراف المعياري للمكعبات المفحوصة على ان لا تقل عن 1/ 3 قيمة مقاومة انضغاط الخرسانة ذات المقاومة المميزة لحد وبضمنها 20/سم^2 او 5ر7 ن/ملم^2 للخرسانة ذات المقاومة المميزة التي تزيد عن 20 ن /ملم^2 .
2- في حالة عدم وجود سجلات للخرسانة المنتجة فان معدل قيمة مقاومة الانضغاط يجب ان تكون اكثر من مقاومة الانضغاط المطلوبة بمقدار الثلثين للخرسانة ذات المقاومة لحد وبضمنها 20 ن /ملم^2 للخرسانة التي تزيد مقاومتها عن 20 ن /ملم^2

- تحديد نسبة الخلط من نسبة الماء /الأسمنت :

في حالة عدم توفر معلومات مناسبة من سجل لأربعين فحصا متعاقبا او عن وجبات تجريبية مختبرية فيسمح بتحديد نسب خلط الخرسانة على اساس نسبة الماء / الأسمنت بالحدود المبينة في الجدول رقم (14) وفي هذه الحالة يجب ان تفي ايضا بمتطلبات الخرسانة المعرضة لتأثير املاح الكبريتات الخارجية ومتطلبات مقاومة الانضغاط المميزة المطلوبة .

- تقييم الخرسانة وقبولها :

تعتبر نتيجة فحص مقاومة ما يساوي معدل المقاومة لثلاث مكعبات معدة من نموذج مأخوذ من وجبات خرسانية مختارة عشوائيا وتفحص بعمر 28 يوما او بعمر 7أيام او اقل

حسب ما هو موصوف يجب ان يكون النموذج ماخوذة قدر الامكان من النقطة النهائية لخروج الخرسانة من الخلاطة .

3-10 استقصاء نتائج فحوص المقاومة المنخفضة:

في حالة عدم مطابقة اي من متطلبات الفقرات أعلاه فتتخذ الاجراءات الفورية لكل ترتفع نتائج فحوص معدل المقاومة للخلطات الخرسانية اللاحقة .

يقيم المهندس الاجراءات المتخذة للخرسانة المنتجة مع الاخذ بنظر الاعتبار العقبات الفنية ونوع ومدى عدم المطابقة بالاضافة الى الاعتبارات الاقتصادية للاجراءات التصميمية البديلة .

تتغير مديات الاجراءات المتخذة في القبول بالتحفظ ((في حالات الاختلافات القليلة عندما تبين الحسابات بان قابلية المنشأ لتحمل الحمل لم تتأثر)) الى الرفض والرفع من الموقع في حالات الاختلافات الكبيرة .

اذا كان هناك شكا اكيدا في الحصول على خرسانة ذات مقاومة واطئة وبينت الحسابات بان قدرة المنشأ لتحمل الحمل ستنخفض بصورة ملحوظة فيمكن عندئذ طلب فحوص لخزاعات مأخوذة من المنطقة المشكوك بها وبموجب المواصفة العراقية رقم (55) حيث يتم اخذ اربعة نماذج من الخزعات لكل فحص مقاومة عندما تكون نتيجة فحص المقاومة اقل من مقاومة الانضغاط المطلوبة بما يزيد عن 3ن /ملم^2 .

يتم تعريض الخزاعات الى نفس ظروف المنشأ من جفاف حيث يجري تجفيفها في الهواء بدرجة حرارة 18-25 مْ ورطوبة نسبية اقل من 60 % لمدة 7 ايام قبل الفحص او من بلل حيث يتم وضع الخزاعات في الماء لمدة 48 ساعة في الاقل ومن ثم يجري فحصها وهي رطبة . تعتبر الخرسانة الممثلة بالخزاعات اعلاه وافية انشائيا اذا كان فحص المقاومة للمكعبات لمكافئة والمعتمدة على نتائج معدل اربع خزعات مساويا 80 % من قيمة الانضغاط المطلوبة في الاقل وعلى ان لا تقل نتيجة فحص اي خزعة عن 3/2 مقاومة الانضغاط المطلوبة . لتاكيد دقة الفحص ،يمكن اعادة الفحص في المواقع الممثلة بنتائج فحص غير معقولة لمقاومة الخزاعات يجب تجنب مناطق التسليح والتشققات قدر الامكان عند الاختراع وكذلك المناطق المشمولة باحتمال حدوث نزف او انعزال .

في حالة عدم مطابقة متطلبات المقاومة ، واذا كان هناك شك في عدم ملائمة البناء انشائيا فللمهندس اجراء فحوص الموجات فوق الصوتية للخرسانة المنفذة ومن بعدها فحص التحميل للعضو الانشائي وسيتم عرض هذه الفحوصات بفصل كامل وحسب ما مبين في الكود العراقي لمتطلبات الخرسانة المسلحة للمباني .