كودة

الخرسانة العادية والمسلحة

وضعت من قبل

الجمعية العلمية الملكية

وكز بحوث البناء

لصالح مجلس البناء الوطني الأردني

إعداد

الدكتور داود جبجي

المهندس كامل مجدي صالح

المهندس عبد المنعم النهار

الفريق العامل على إعداد كودات البناء الوطني الأردني	**الفريق المشارك في إعداد كودات البناء الوطني الأردني**
الدكتور داود جبجي	الدكتور وليد الريملوي
المهندس خضر عكلوي	المهندس حاتم غنيم
المهندس حسن عكور	المهندس غسان غانم
المهندس فارس الداود	المهندس محمد عجور
المهندس كامل مجدي صالح	الدكتور سميح قاقيش
المهندس محمود الشيشاني	المهندس أكرم عباسي
المهندس مقدر عكروش	الدكتور أسامه ماضي
المهندس عبد المنعم النهار	الدكتور رزق شعبان
	المهندسة شادية بركات
	الدكتور فيصل الصياغ
	المهندس كريم خماش

تحرير لغوي

المهندس حيـدر المومني

- **صادر وفق أحكام قانون البناء الوطني الأردني رقم (7) لسنة 1993**
- **قرار مجلس البناء الوطني الأردني رقم (1) لسنة 1992**
- **قرار مجلس الوزراء الموقر رقم 3989 لسنة 1993**
- **&nb; نشرت في عدد الجريدة الرسمية رقم 3887 لسنة 1993**
- **نافذة المفعول اعتبارا من تاريخ 21/4/1993.**

أعدت هذه الكودة بموجب الإتفاقية المعقودة بين مجلس البناء الوطني الأردني بصفته الفريق الأول والجمعية العلمية الملكية بصفتها الفريق الثاني .

ممثل الفريق الأول	**ممثل الفريق الثاني**
أمين سر مجلس البناء الوطني الأردني	**مدير وكز بحوث البناء**
المهندس هيثم مريش	الدكتور سيف الدين معاذ

المملكة الأردنية الهاشمية

وزارة الأشغال العامة والإسكان

مجلس البناء الوطنـي	**اللجنة الفنية لكـودات**

	الأردنـــي		البناء الوطني الأردني	
1-	وزير الأشغال العامة والإسكـــان	رئيسا	1- أمين عام وزارة الأشغـال العامـــة المهندس جورج حـداد	رئيسا
2-	وزير الشؤون البلديـة والقروية والبيئـة	نائبا للرئيس	2- أمين عـام وزارة الشؤون البلدية والقروية والبيئـة المهندس رشدان الرشـدان	نائبا للرئيس
3-	وزير الطاقة والثروة المعدنيـــة	عضوا	3- مدير عام دائرة المواصفـات والمقاييـــس المهندس حسان السعودي	عضوا
4-	أمين عمان الكبـرى			
5-	رئيس الجمعيـة العلميـة الملكيـــة	عضوا	4- مدير مركز بحوث البناء في الجمعية العلمية الملكيـة الدكتور سيف الدين معـاذ	عضوا
6-	مدير عام المؤسسة العامـة للإسكان والتطوير الحضري	عضوا	5- ممثل وزارة الأشغال العامـة والإسكـــان المهندس هيثم مريـش	عضوا
7-	عميد كلية الهندسـة في الجامعة الأردنيـة	عضوا	6- ممثل سلطة الميـاه المهندس أيمن توفيق حدادين	عضوا
8-	نقيب المهندسيـن	عضوا	7- ممثل سلطة الكهربـاء المهندس عادل مرعـي	عضوا
9-	نقيب المقاوليـن	عضوا		
	<u>اللجنة الفرعية المتخصصة</u>		8- ممثل القوات المسلحـة الأردنيـــة المهندس أسامه مدانـات	عضوا
1-	المهندس سعيد بينـو			
2-	الدكتور سميح قاقيـش		9- ممثل مديرية الدفاع المدنـي المهندس عدنان عنابـي	عضوا
3-	المهندس غسان غانـم			
4-	الدكتور أسامه ماضـى		10- الدكتور فاروق يغمـور	عضوا
5-	المهندس أسامه مدانـات		11- الدكتور أسامه العنانـي	عضوا
6-	الدكتور حسان سفلريني		12- الدكتور فوزي الريـان	عضوا
			13- المهندس أحمد الكيلانـي	عضوا

مقدمـة

للوصول إلى صناعة بناء متقدمة ولتنظيم ما يتعلق بها من دراسات وتصميم وتنفيذ كان لا بد من أسس سليمة موحدة يلتزم بها المتعاملين في صناعة البناء .

من أجل ذلك فقد واصل مجلس البناء الوطني الأردني إصدار كودات البناء الوطني الأردني من خلال الخطة المعدة لهذا المشروع بالتعاون مع مركز بحوث البناء التابع للجمعية العلمية الملكية .

ويأتي إصدار هذه الكودة ليتزامن مع صدور الإرادة الملكية السامية على إصدار قانون البناء الوطني الأردني رقم (7) لسنة 1993 بعد أن حظي بإقرار مجلس النواب والأعيان له .

وبهذه المناسبة ، أتقدم بالشكر والتقدير لجميع من عملوا في إعداد الكودات ومن شاركوا في مراجعتها من خلال عضويتهم للجان الفرعية المتخصصة والمصغرة ، راجيا من كافة الجهات ذات العلاقة ، الالتزام بتطبيق ما ورد بها تمشيا مع أحكام القانون المذكور من أجل تحقيق الهدف المنشود وخدمة هذا الوطن في ظل قيادة صاحب الجلالة الهاشمية الحسين بن طلال المعظم وسمو ولي عهده الأمين أدامهما الله .

والله ولي التوفيق .

وزير الأشغال العامة والإسكان

رئيس مجلس البناء الوطني الاردني

المهندس خلف الهواري

كودة الخرسانة العادية والمسلحة

جدول المحتويات

الباب الأول : عـام

1/1 المجال والهدف..... (14)

1/1/1 المجال

1/1/2 الهدف

1/2 الوحدات والرموز..... (15)

1/2/1 الوحدات

1/2/2 الرموز

الباب الثاني : طريقة حالات الحدود

2/1 عـام ..... (18)

2/1/1 الرموز

2/1/2 الهدف

2/2 متطلبات حالات الحدود ..... (20)

2/2/1 عـام

2/2/2 حالة الحد الأقصى

2/2/3 حالات حدود التشغيل

2/2/4 اعتبارات أخرى

2/3 الأحمال ومقاومات المواد..... (24)

2/3/1 عـام

2/3/2 الأحمال

2/3/3 مقاومات المواد

2/3/4 معاملات حالة الحد الأقصى

2/3/5 معاملات حالات حدود التشغيل

2/4 التحليل الإنشائي ..... (32)

2/4/1 عـام

2/4/2 خواص المواد

2/4/3 التحليل الإنشائي لحالة الحد الأقصى

2/4/4 التحليل الإنشائي لحالات حدود التشغيل

الباب الثالث : تحليل المنشآت الخرسانية المسلحة وتصميمها

3/1 عام ..... (39)

3/1/1 الرموز

3/1/2 المجال

3/1/3 تصميم المنشآت بطريقة حالات الحدود

3/1/4 طرق التحليل والتصميم الأخرى

3/2 الشيات ..... (40)

3/2/1 عام

3/2/2 عناصر الربط

3/3 تحليل المنشآت والهياكل الإنشائية ..... (44)

3/3/1 أطوال العناصر

3/3/2 طرق التحليل الإنشائي

3/3/3 توزيع الأحمال الجانبية

3/3/4 أنواع الأحمال الرأسية التصميمية

3/4 تحليل الهياكل الإنشائية المقاومة لأحمال رأسية فقط ..... (45)

3/4/1 الطرق المسموح باستخدامها

3/4/2 توزيع تجميعات الأحمال التصميمية

3/4/3 التحليل لحالات حدود التشغيل

3/5 تحليل الهياكل الإنشائية المقاومة لأحمال رأسية وجانبية ..... (47)

3/5/1 عام

3/5/2 الطرق المسموح باستخدامها

3/5/3 التحليل لحالات حدود التشغيل

3/6 إعادة توزيع العزوم في الجزئان ..... (49)

الباب الرابع : الجيزان

4/1 عـام ..... (50)
4/1/1 الرموز
4/1/2 البحر الفعال للجائز
4/1/3 الجزان على شكل (T) أو (L)
4/1/4 حدود النحافة العرضية في الجزان

4/2 العزوم والقوى في الجزان المستمرة .....(57)
4/2/1 الحالة العامة
4/2/2 الجزان المستمرة ذات البحور المتساوية والحمل المنتظم
4/2/3 عزم المقاومة عند الإكائز

4/3 عزم المقاومة للجزان .....(59)
4/3/1 الفرضيات الأساسية لتحليل المقاطع
4/3/2 معادلات التصميم
4/3/3 تحليل مقاطع الجزان العميقة

4/4 مقاومة القص في الجزان .....(64)
4/4/1 إجهاد القص في الجزان
4/4/2 الحد الأعلى المسموح به لإجهاد القص
4/4/3 إجهاد القص المسموح به في الخرسانة
4/4/4 إجهاد القص المسموح به للخرسانة في الجزان المعرضة لقوى ضغط محورية
4/4/5 إجهاد القص المسموح به للخرسانة في الجزان المعرضة لقوى شد محورية
4/4/6 إجهاد القص المسموح به في المقاطع القريبة من الإكائز
4/4/7 تسليح القص
4/4/8 تصميم تسليح القص
4/4/9 مقاومة القص بالاحتكاك
4/4/10 اشتراطات خاصة بتصميم الجزان العميقة

5/4 مقاومة اللي في الجزان .....(73)
4/5/1 عـام

4/5/2 حساب عزوم اللي
4/5/3 حساب إجهاد قص اللي في الجزان
4/5/4 القيم المسموح بها لإجهاد قص اللي
4/5/5 تصميم تسليح قص اللي
4/5/6 ترتيب وتفاصيل التسليح المقاوم لقص اللي

6/4 تخيم الجزان .....(79)
4/6/1 عام
4/6/2 الطريقة المبسطة للوفاء بمتطلبات حد التخيم للجزان مستطيلة المقطع
4/6/3 الطريقة المبسطة للوفاء بمتطلبات حد التخيم للجزان على شكل (T) أو (L)
4/6/4 حساب التخيم

4/7 ضبط التشققات في الجزان ..... (89)
4/7/1 الوفاء بمتطلبات حد التشقق
4/7/2 حساب سماكة الشقوق

8/4 أسس تسليح الجزان .....(91)
4/8/1 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي
4/8/2 المساحة القصوى للتسليح الرئيسي
4/8/3 التسليح العرضي في جناح الضغط في الجزان على شكل (T) أو (L)
4/8/4 المتطلبات الدنيا للكانات
4/8/5 التسليح الأدنى لوجوه الجزان الجانبية
4/8/6 متطلبات تفاصيل التسليح
4/8/7 قواعد ترتيب التسليح في الجزان
4/8/8 القواعد المبسطة لترتيب التسليح في الجزان

الباب الخامس : البلاطات المصمتة المستندة إلى ركائز خطية

5/1 عام ..... (97)
5/1/1 الرموز
5/1/2 تعريف البلاطات المصمتة المستندة إلى ركائز خطية

5/1/3 أنواع البلاطات المصمتة المستندة إلى ركائز خطية
5/1/4 المجال
5/1/5 العزوم والقوى في البلاطات الخرسانية المصمتة
5/1/6 البحر الفعال للبلاطات
5/1/7 السماكة الدنيا للبلاطة المصمتة
5/2 توزيع الأحمال المركزة ..... (100)
5/3 العزوم والقوى في البلاطات ذات الاتجاه الواحد .....(102)
5/3/1 انتقال الأحمال
5/3/2 التحليل والتصميم
5/3/3 معاملات عزوم الانحناء وقوى القص
5/4 البلاطات الخرسانية المصمتة المستطيلة ذات الاتجاهين ..... (104)
5/4/1 عام
5/4/2 البلاطات بسيطة الارتكاز
5/4/3 البلاطات المقيدة
5/4/4 الأحمال على الجزء الحاملة للبلاطات المصمتة ذات الاتجاهين
5/4/5 عزوم المقاومة للبلاطات ذات الاتجاهين

5/5 مقاومة القص في البلاطات المصمتة ..... (109)
5/5/1 عام
5/5/2 إجهاد القص المسموح به في البلاطات المصمتة
5/5/3 مقاومة القص في البلاطات المصمتة المعرضة لأحمال مركزة
5/6 تخميم البلاطات المصمتة ..... (111)
5/7 ضبط التشققات في البلاطات المصمتة ..... (111)
5/8 أسس تسليح البلاطات المصمتة ..... (111)
5/8/1 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي
5/8/2 قواعد توزيع التسليم في البلاطات المصمتة

5/8/3 القواعد المبسطة لترتيب التسليح في البلاطات المصمتة

الباب السادس : البلاطات ذات الأعصاب

6/1 عام ..... (114)

6/1/1 المجال

6/1/2 سماكة الطبقة الفوقية

6/1/3 مسافة التباعد بين الأعصاب

6/1/4 مقاسات الأعصاب

6/1/5 الإكائز الجانبية غير الحاملة

6/1/6 استخدام قضيب واحد لتسليح العصب

6/1/7 الأعصاب العرضية

6/2 العزوم والقوى في البلاطات ذات الأعصاب ..... (116)

6/2/1 البلاطات ذات الاتجاه الواحد

6/2/2 البلاطات ذات الاتجاهين

6/2/3 طريقة بديلة لحساب العزوم والقوى

6/3 عزم المقاومة في البلاطات ذات الأعصاب ..... (117)

6/4 مقاومة القص في البلاطات ذات الأعصاب ..... (117)

6/4/1 إجهاد القص في البلاطات المسطحة ذات الأعصاب

6/4/2 إجهاد القص في البلاطات ذات الأعصاب في اتجاه واحد أو في اتجاهين

6/4/3 مساهمة طوب العقدات في مقاومة القص

6/5 تخييم البلاطات ذات العصاب ..... (118)

6/6 ضبط التشققات في البلاطات ذات الأعصاب ..... (118)

6/6/1 الوفاء بمتطلبات حالة حد التشقق

6/6/2 تسليح الطبقة الفوقية

6/7 أسس تسليح البلاطات ذات الأعصاب ..... (118)

6/7/1 المساحات الدنيا والقصوى للتسليح الرئيسي

6/7/2 المتطلبات الدنيا للكانات

6/7/3 قواعد ترتيب التسليح في البلاطات ذات الأعصاب

6/7/4 القواعد المبسطة لترتيب التسليح في البلاطات ذات الأعصاب

الباب السابع : البلاطات المسطحة

7/1 عام ..... (120)

7/1/1 الرموز

7/1/2 تعريفات

7/1/3 المجال

7/1/4 تيجان الأعمدة

7/1/5 القطر الفعال لمقاطع الأعمدة وتيجانها

7/1/6 المقاس الأدنى للسقوط

7/1/7 السماكة الدنيا للبلاطات المسطحة

7/1/8 البحر الفعال للبلاطات المسطحة

7/2 تحليل البلاطات المسطحة.....0(124)

7/2/1 توزيع تجميعات الأحمال

7/2/2 التحليل

7/2/3 الطريقة المبسطة لتحديد عزوم الانحناء

7/3 تصميم البلاطات المسطحة .....(128)

7/3/1 تقسيم البلاطات إلى شرائط

7/3/2 توزيع العزوم بين شرائط الأعمدة والشرائط الوسطية

7/3/3 تصميم البلاطات الداخلية

7/3/4 تصميم البلاطات الطرفية أو الركنية

7/ 3/5 البلاطات المحمولة على جدران أو جزان طرفية

7/3/6 عزم المقاومة في البلاطات المسطحة

7/3/7 الفتحات في البلاطات المسطحة

7/4 القص في البلاطات المسطحة .....(135)

7/4/1 عام

7/4/2 قوة القص الثاقب عند الأعمدة الداخلية

7/4/3 قوة القص الثاقب عند الأعمدة الطرفية أو الركنية

7/5 مقاومة القص الثاقب ..... (139)

7/5/1 الفشل بالقص الثاقب

7/5/2 إجهاد القص الثاقب

7/5/3 الحد الأعلى المسموح به لإجهاد القص الثاقب

7/5/4 إجهاد القص الثاقب المسموح به في الخرسانة

7/5/5 تصميم تسليح القص الثاقب

7/5/6 خطوات التصميم للقص الثاقب

7/5/7 ترتيب تسليح القص الثاقب

7/6 تخميم البلاطات المسطحة .....(145)

7/7 ضبط التشققات في البلاطات المسطحة .....(146)

7/8 أسس تسليح البلاطات المسطحة .....(146)

7/8/1 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي

7/8/2 قواعد ترتيب التسليح في البلاطات المسطحة

7/8/3 المتطلبات الدنيا للكانات

7/8/4 القواعد المبسطة لترتيب التسليح في البلاطات المسطحة

7/9 تصميم الأعمدة .....(147)

الباب الثامن : الأعمدة

8/1 عام .....(149)

8/1/1 الرموز

8/1/2 المجال

8/1/3 تعريفات

8/1/4 مقاسات الأعمدة

8/1/5 الأعمدة المكتفة وغير المكتفة

8/1/6 الأعمدة القصيرة والأعمدة النحيفة

8/1/7 الارتفاع الفعال للعمود
8/1/8 حدود ارتفاع الأعمدة
8/2 العزوم والقوى في الأعمدة ..... (155)
8/2/1 أعمدة ضمن هياكل إنشائية مصممة لمقاومة أحمال جانبية
8/2/2 أعمدة ضمن هياكل إنشائية غير مصممة لمقاومة أحمال جانبية

8/2/3 عزوم الانحناء الإضافية التصميمية الناجمة عن الترخيم
8/2/4 اللامركزية الدنيا
8/3 تصميم مقاطع الأعمدة .....(157)
8/3/1 تحليل المقاطع
8/3/2 المنحنيات البيانية لتصميم مقاطع الأعمدة
8/3/3 سعة المقطع المحورية القصوى
8/3/4 الأعمدة القصيرة المكتفة المحملة محوريا
8/3/5 الأعمدة القصيرة المكتفة المحملة بشكل رئيسي بأحمال محورية
8/3/6 الانحناء الثنائي المحور
8/4 الأعمدة النحيفة .....(159)
8/4/1 التصميم
8/4/2 الطريقة المبسطة لحساب سهم الترخيم
8/4/3 عزوم الانحناء التصميمية في الأعمدة النحيفة المكتفة
8/4/4 عزوم الانحناء التصميمية في الأعمدة النحيفة غير المكتفة
8/4/5 عزوم الانحناء الإضافية المؤثرة على العناصر الإنشائية المتصلة بالأعمدة النحيفة
8/5 مقاومة القص .....(163)
8/5/1 اجهاد القص في الأعمدة
8/5/2 الحد الأعلى المسموح به لإجهاد القص
8/5/3 اجهاد القص المسموح به في الخرسانة
8/5/4 تسليح القص
8/6 ترخيم الأعمدة .....(163)

8/7 ضبط التشققات في الأعمدة .....(166)

8/8 أسس تسليح الأعمدة .....(166)

8/8/1 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي

8/8/2 مساحة التسليح القصوى

8/8/3 المتطلبات الدنيا للكانات

8/ 9 انتقال أحمال الأعمدة من خلال العقدات و الجزان والقواعد ..... (167)

الباب التاسع : الجدران

9/1 عـام ....(169)

9/1/1 الرموز

9/1/2 تعريفات

9/1/3 مقاسات الجدران

9/1/4 الشيات

9/1/5 الجدران القصيرة والجدران النحيفة

9/1/6 الارتفاع الفعال للجدران

9/1/7 حدود نحافة الجدران

9/2 العزوم والقوى في الجدران .....(173)

9/2/1 الأحمال الرأسية

9/2/2 عزوم الانحناء التصميمية الواقعة في مستوى عمودي على مستوى الجدار

9/2/3 عزوم الانحناء التصميمية الواقعة في مستوى الجدار

9/2/4 اللامركزية الدنيا في مستوى عمودي على مستوى الجدار

9/3 الجدران المسلحة .....(175)

9/3/1 تصميم الجدران القصيرة المسلحة

9/3/2 الجدران النحيفة المسلحة

9/3/3 مقاومة القص في الجدران المسلحة

9/3/4 تخسيم الجدران المسلحة

9/3/5 ضبط التشققات في الجدران المسلحة

9/3/6 أسس تسليح الجدران المسلحة

9/4 الجدران العادية.....(180)

9/4/1 عـام

9/4/2 الجدران القصيرة العادية المكتفة

9/4/3 الجدران النحيفة العادية المكتفة

9/4/4 الجدران العادية غير المكتفة

9/4/5 مقاومة القص في الجدران العادية

9/4/6 تخسيم الجدران العادية

9/4/7 ضبط التشققات في الجدران العادية

الباب العاشر : الأساسات

10/1 عام .....(184)

10/1/1 الرموز

10/1/2 توزيع ردود أفعال التربة

10/1/3 شكل الأساس ومساحته

10/1/4 السماكة الدنيا للأساسات

10/1/5 الأساسات المائلة أو المدرجة

10/2 تصميم قواعد الأعمدة المنفردة .....(186)

10/2/1 مقاومة العزوم

10/2/2 مقاومة القص

10/3 تصميم أساسات الجدران.....(188)

10/3/1 مقاومة العزوم

10/3/2 إجهاد القص

10/3/3 التسليح الطولي في أساسات الجدران

10/4 تصميم الأساسات المشتركة والمستمرة .....(189)
10/4/1 مقاومة العزوم
10/4/2 مقاومة القص
10/5 أساس الحصيرة .....(190)
10/5/1 أسلوب التصميم
10/5/2 توزيع ردود أفعال التربة
10/5/3 تصميم أساسات الحصيرة
10/6 الترخيم .....(191)
10/7 ضبط التشققات في الأساسات .....(191)
10/8 أسس تسليح الأساسات .....(191)
10/8/1 المساحات الدنيا والقصوى للتسليح الرئيسي
10/8/2 المتطلبات الدنيا للكانات
10/9 الأساسات غير المسلحة .....(192)
10/9/1 مجالات الاستخدام
10/9/2 السماكة الدنيا
10/9/3 تصميم الأساسات غير المسلحة

الباب الحادي عشر : التشبث والتشريك والتباعد بين قضبان التسليح

11/1 الرموز .....(194)
11/2 حرم القضبان .....(195)
11/3 التماسك ..... (196)
11/3/1 عام
11/3/2 التحقق من التماسك المحلي

11/4 التشبث.....(197)
11/4/ 1 عام
11/4/2 إجهاد التشبث التصميمي

11/4/3 إجهاد التشيت المسموح به
11/4/4 معامل تماسك التشيت
11/4/5 المحيط الفعال لقضيب التسليح أو حزم القضبان
11/4/6 تشيت الكانات

11/5 التشويك ..... (200)
11/5/1 عام
11/5/2 التشويك باللحام أو الوصل
11/5/3 التشويك بالتراكب

11/6 التشيت باستخدام العقفات والثنيات ..... (205)
11/6/1 تعريفات
11/6/2 طول التشيت المكافئ للعقفة
11/6/3 طول التشيت المكافئ للثنية
11/6/4 نصف قطر الثني
11/6/5 اجهاد التحميل التصميمي داخل العقفات والثنيات

11/7 تباعد قضبان التسليح ..... (208)
11/7/1 المسافة الدنيا بين قضبان التسليح
11/7/2 المسافة القصوى بين قضبان التسليح

الباب الثاني عشر : الخرسانة سابقة الصب

12/1 أسس التصميم ومتطلبات الثبات ..... (210)
12/1/1 عـام
12/1/2 أسس التصميم
12/1/3 اجهادات المناولة
12/1/4 التوافق والانسجام
12/1/5 طول التشيت عند الإكائز
12/1/6 فواصل الحركة
12/1/7 الثبات
12/1/8 عناصر الربط

12/2 إنشاءات الخرسانة سابقة الصب ..... (214)
12/2/1 الهياكل الإنشائية و الجزئ المستمرة

12/2/2 البلاطات سابقة الصب

12/3 ركائز العناصر سابقة الصب .....(215)

12/3/1 عـــام

12/3/2 عرض التحميل الصافي للعناصر غير المنفصلة

12/3/3 عرض التحميل الصافي للعناصر المنفصلة

12/3/4 التفاصيل الإنشائية للارتكاز البسيط

12/3/5 زيادة عرض التحميل لاعتبارات التشظية وعدم الدقة في التنفيذ

12/3/6 الأطناف الخرسانية

12/3/7 الأفاريز الخرسانية المستمرة

12/4 الوصلات الإنشائية بين العناصر سابقة الصب .....(221)

12/4/1 عـام

12/4/2 تصميم الوصلات

12/4/3 استمرارية التسليح

12/4/4 الوصلات الناقلة لقوى الضغط بصورة أساسية

12/4/5 الوصلات الناقلة لقوى القص

الباب الثالث عشر: خواص المواد في الخرسانة ومواصفاتها

13/1 المواد المستعملة في الخلطات الخرسانية .....(226)

13/1/1 عـام

13/1/2 الأسمنت

13/1/3 الإكـام

13/1/4 ماء الخلط

13/1/5 المخاليط

13/2 فولاذ التسليح .....(230)

13/2/1 أنواع قضبان التسليح

13/2/2 مواصفات فولاذ التسليح

13/2/3 الخواص الميكانيكية لفولاذ التسليح

13/3 الخلطات الخرسانية ..... (232)

13/3/1 تصميم الخلطات

13/3/2 محتوى الأسمنت الأدنى

13/3/3 محتوى الأسمنت الأقصى

13/3/4 إنتاج الخلطات الخرسانية

13/3/5 نقل الخرسانة وصبها

13/3/ 6 إيناع الخرسانة

13/3/7 الخرسانة في الأجواء الحارة

13/4 درجات الخرسانة .....(238)

13/5 الطوبار .....(239)

13/6 الغطاء الخرساني .....(239)

13/6/1 الغطاء الإسمي

13/6/2 غطاء نهايات القضبان المستقيمة

13/6/3 الغطاء لمقاومة الصدأ

13/6/4 ظروف التعرض

13/6/5 الوقاية من الحريق

13/7 ديمومة الخرسانة .....(242)

13/7/1 عام

13/7/2 العوامل المؤثرة على الديمومة

13/8 فواصل الصب ..... (250)

13/8/1 عام

13/8/2 تنفيذ فواصل الصب

13/8/3 فواصل الصب الناقلة لقوى القص أو الشد

الباب الرابع عشر:

المصطلحات الفنية .....(252)

المصادر.....(260)

معاملات التحويل من النظام المتري إلى النظام الدولي
وحدات النظام الدولي والوحدات المستعملة معها
الأسس المتبعة في تبويب كودات البناء الوطني الأردني وترقيمها

الباب الأول

عـام

1/1 المجال والهدف

1/1/1 المجـال :

(أ) تحدد هذه الكودة أسس التصميم وشروط التنفيذ الدنيا الواجب اتباعها والقواعد التطبيقية لاستعمالات الخرسانة العادية والمسلحة ومواصفاتها وتشغيلها ، بما في ذلك طرق الاختبار والتفتيش للمنشآت ، بشرط عدم تعرض هذه المنشآت بصورة مستمرة لدرجة حرارة تزيد عن (50) درجة مئوية أو تعرضها على نحو متقطع لأوقات تزيد عن ربع ساعة لدرجة حرارة (70) درجة مئوية .

(ب) لا تطبق هذه الكودة على المنشآت ذات الطابع الخاص كالجسور والخزانات والمداخن عندما تتعارض بنودها مع الميزات الخاصة لتلك المنشآت .

(ج) لا تشمل هذه الكودة الاشتراطات الخاصة بالمنشآت المصنوعة من الخرسانة خفيفة الوزن أو المنشآت المركبة (Composite) من الخرسانة المسلحة والعناصر الخشبية أو المعدنية .

(د) تحدد هذه الكودة اشتراطات التصميم حسب طريقة حالات الحدود ، ويسمح باستخدام طريقة المرونة لهذا الغرض .

1/1/2 الهدف :

تتلخص الأغراض التي تهدف إليها هذه الكودة في أن يحقق المنشأ في أجزائه المختلفة ومجموعاتها بوصفها وحدات متكاملة ، متطلبات الاستعمال والتشغيل التي انشئ من أجلها طوال عمره التشغيلي مع توفير معامل أمان كاف ضد الانهيار والترخيم والتشقق المعيب والاهتزاز وعدم الثبات . ويتم التحقق من ذلك بأن لا يبلغ المنشأ أو أي جزء منه أي حالة من حالات الحدود أو حالات عدم الصلاحية ، أو بأن لا تفوق الإجهادات القصوى للمواد إجهادات التشغيل المسموح بها عند اتباع طريقة المرونة .

2/ 1 الوحدات والرموز

1/2/1 الوحدات :

تتبع الوحدات المعتمدة في هذه الكودة النظام الدولي(SI) .

1/2/2 الرموز :

ترد الرموز في كل باب من أبواب هذه الكودة في مطلع ذلك الباب ، وقد تم اعتماد الأحرف اللاتينية والإغريقية لهذا الغرض تمشيا مع ما هو متعارف عليه دوليا . وفيما يلي قائمة بالرموز الرئيسية المستخدمة في هذه الكودة :-

(1) مساحة تسليح الشد A_s

(2) مساحة تسليح الضغط A'_s

(3) مساحة التسليح الطولي (للأعمدة) A_{sc}

(4) مساحة تسليح القص A_{sv}

(5) عرض المقطع [عرض جناح الضغط للجيزان على شكل (T) أو (L)] b

(6) عرض جذع الجائز b_w

(7) العمق الفعال لتسليح الشد d

(8) العمق الفعال لتسليح الضغط d'

(9) اللاموكزية e

(10) معاير مرونة الخرسانة E_c

(11) معاير مرونة الفولاذ E_s

(12) المقاومة المميزة للخرسانة f_{cu}

(13) إجهاد التشغيل في تسليح الشد f_s

f_y

(14) المقاومة المميزة لفولاذ التسليح

f_{yv} (15) المقاومة المميزة للكانات

G (16) الحمل الميت المميز

h (17) العمق الكلي للمقطع في مستوى الانحناء

I (18) عزم العطالة (عزم القصور الذاتي)

M (19) عزم الانحناء

N (20) الحمل المحوري الأقصى عند المقطع تحت الدراسة

n (21) النسبة المعيارية

n_e (22) النسبة المعيارية الفعالة

Q (23) الحمل الحي المميز

T (24) عزم اللي

u (25) الحمل الكلي الأقصى لكل وحدة مساحة

V (26) قوة القص

v (27) إجهاد القص في كل من الخرسانة وقضبان التسليح

v_c (28) إجهاد القص في الخرسانة

v_s (29) إجهاد القص في قضبان تسليح القص

W (30) حمل الرياح

x (31) عمق محور الخمول

z (32) ذراع عزم المقاومة

γ (33) معامل الزيادة للأحمال

δ (34) سهم الترخيم

ε (35) الانفعال

r (36) نسبة التسليح

τ (37) إجهاد قص اللي

(38) قطر القضيب ϕ

(39) معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات التثبيت ϕ_a

(40) معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات الضغط والانحناء ϕ_c

(41) معامل خفض مقاومة التسليح ϕ_s

(42) معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات القص واللي ϕ_v

(43) معامل الزحف ψ

الباب الثاني

طريقة حالات الحدود

1 /2 عام

1/1/2 الرموز :

E = حمل الزلازل المميز ،

E_c = معاير مرونة الخرسانة قصير الأمد (نيوتن/ملمتر مربع) ،

E_{ce} = معاير مرونة الخرسانة الفعال طويل الأمد (نيوتن/ملمتر مربع) ،

E_s = معاير المرونة لفولاذ التسليح (نيوتن/ملمتر مربع) ،

F = الحمل المميز [حسب نوعة : (G) أو (Q) أو (W) أو (E) أو (H)]،

f = المقاومة المميزة (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_{cu} = المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن/ملمتر مربع) ،

G = الحمل الميت المميز ،

H = حمل الضغط المميز الناتج عن حمل التربة والسوائل ،

ℓ = البحر الفعال للعنصر الإنشائي (ملمتر) ،

n = النسبة المجارية وتساوي $\frac{E_S}{E_c}$ ،

Q = الحمل الحي المميز ،

W = حمل الرياح المميز ،

α_t = معامل التمدد الطولي للخرسانة (ملمتر/ درجة مئوية/متر طولي) ،

γ = معامل زيادة للأحمال ،

δ_{max} = القيمة القصوى للزيادة في الترخيم الحاصل بعد إنشاء القسامات أو تنفيذ التشطيبات

(ملمتر) ،

δ_T = سهم الترخيم الكلي (ملمتر) ،

ε_c = انفعال الخرسانة قصير الأمد ،

ε_{cr} = انفعال الخرسانة الناتج عن الوحف ،

ε_{cs} = انفعال الانكماش الحر في الخرسانة ،

ε_{ce} = انفعال الخرسانة الكلي طويل الأمد ،

ν = نسبة بواسون ،

ϕ_a = معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات التثبيت ،

ϕ_c = معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات الضغط والانحناء ،

ϕ_m = معامل خفض المقاومة للمادة (حسب حالة الحد) ،

ϕ_s = معامل خفض مقاومة فولاذ التسليح لحالات الحدود ،

ϕ_v = معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات القص واللي ،

ψ = معامل الوحف للخرسانة [حسب البند الفرعي (2/4/2و)] .

1/2/2 الهدف :

تعتمد هذة الكودة فلسفة حالات الحدود في التحليل والتصميم الإنشائي الواردة في المادة (2/2) . وتعرف حالة الحد بأنها الحالة التي يصبح العنصر الإنشائي أو المنشأ عند بلوغها غير صالح للاستعمال

الذي صمم من أجلة . ويهدف التصميم الإنشائي إلى توفير الأمان المقبول للمنشأ المصمم للحيلولة دون حدوث ما يعيق أو يؤثر على تحقيقة لمتطلبات الاستعمال التي صمم من أجلها طوال عمرة التشغيلي .

2/2 متطلبات حالات الحدود

2/1/2 عام :

يجب اخذ جميع حالات الحدود ذات العلاقة بعين الاعتبار عند التصميم لضمان درجتي أمان وتشغيل كافيتين . ويتم التصميم عادة وفقا لحالة الحد الأكثر حرجا ، ثم يتم التحقق من عدم بلوغ المنشأ أو أي جزء منة أي حالة من حالات

الحدود الأخرى .

2/2/2 حالة الحد الأقصى (Ultimate Limit State) :

(أ) يصمم المنشأ وكل عنصر من عناصرة بحيث لا تقل المقاومة التصميمية لأي مقطع عن القوى الناتجة عن الأحمال والقوى المميزة موزعة حسب متطلبات هذة الكودة ، مع أخذ احتمال حدوث انقلاب (Overturning) أو عدم ثبات (Instability) أو انعطاط (تحنيب) (Buckling) في المنشأ بعين الاعتبار .

(ب) تصمم العناصر الإنشائية بحيث تفي بمتطلبات حالات حدود التشغيل الواردة في البند (2/2/3) جميعها .

(ج) تكون الأحمال التصميمية والمقاومات التصميمية للمواد حسب ما ورد في المادة (2/3).

(د) تحدد الأحمال التصميمية والمقاومات التصميمية للمواد بحيث تضمن عدم بلوغ حالة الحد الأقصى نتيجة فشل واحد او اكثر من المقاطع الحرجة او بسبب الانقلاب او الانعطاط الناجم عن عدم الثبات المرن او اللدن ، مع اخذ تأثيرات الإزاحة الجانبية(Sway) في الاعتبار كما هو مناسب .

(هـ) يجب ان يضمن النظام الانشائي للمنشأ ، والترابط بين عناصرة الانشائية وتكاملها قوة وثباتا كافيين لمقاومة الأحمال الناجمة عن الاستخدام العادي لة . كما يجب ان يتوافر احتمال مقبول لعدم انهيار المنشأ بسبب سوء الاستعمال او الحوادث .

2/3/2 حالات حدود التشغيل (Serviceability Limit States) :

(أ) **حالة حد الترخيم (Deflection) :**

(1) ينجم عن ترخيم العناصر الانشائية بشكل مفرط تشوة في شكلها المعمري مثل تقعر الارضيات وتقعر سقوف المباني الذي قد ينتج عنة تجمع مياة الأمطار فوقها وعدم تصريفها بشكل صحيح ، ومثل التشقق في جدران القسامات والقصلة والتشوهات في تمديدات الخدمات وخلاف ذلك من أضرار . كما قد يكون لترخيم العنصر الإنشائي بشكل مفرط تأثير سلبي على كفاءتة .

(2) عند تصميم العناصر الإنشائية الأفقية (مثل الجيزان والبلاطات) لمقاومة أحمال وقوى رأسية ، يجب أن لا تزيد قيمة سهم الترخيم الناتج عن تلك الأحمال والقوى وتأثيرات الحرارة والزحف والانكماش عما يلي :-

$$\delta_T \leq \frac{\ell}{250}$$

(3) تتأثر القسامات والتشطيبات بالترخيم الذي يحدث في العناصر الإنشائية بعد إنشاء تلك القسامات أو بعد تنفيذ التشطيبات . ولأغراض هذة الكودة يسمح بشكل عام باعتبار قيمة الزيادة في سهم الترخيم المسموح بها بعد إنشاء القسامات بما فيها تأثيرات الحرارة والزحف والانكماش مساوية لما يلي :-

$$\delta_{max} \leq \frac{\ell}{350} \leq \text{ملمتر} \quad (20)$$

(4) لا يطلب عادة حساب قيمة سهم الترخيم ، ويكتفى باتباع الشروط المبسطة الواردة في البند (4/6/2) او البند (4/6/3) .

(5) يجب اخذ أثر الترخيم الجانبي (Lateral Deflection) بعين الاعتبار ، وبخاصة في المنشآت النحيفة الطويلة (Tall Slender Structures) . وقد يسبب التسلع المصاحب للترخيم حالة حد تشغيل اكثر حرجا من الترخيم نفسة .

(6) يراعى ما ورد في كودة البناء والجدران من كودات البناء الوطني الاردني عند تصميم جدران القسامات للوقاية من التشققات الناجمة عن ترخيم المنشأ .

(ب) حالة حد التشقق (Cracking) :

(1) يجب ان لا يؤثر تشقق الخرسانة تأثيرا سلبيا على مظهر المنشأ او ديمومتة (Durability) .

(2) يجب الا يزيد عرض الشق السطحي في الخرسانة المسلحة عن (0.3) ملمتر.

(3) في حالات تعرض الخرسانة لظروف بيئية محيطة قاسية جدا [حسب التعريف الوارد في الجدول (28)] يجب الا يزيد عرض الشق عند اقرب نقطة من التسليح الرئيسي عن :-

$0.004 \times$ الغطاء الخرساني الإسمي .

(4) لا يطلب عادة حساب عرض الشقوق ، ويكتفى باتباع الشروط الخاصة بمسافة التباعد القصوى بين قضبان تسليح الشد الواردة في البندين (4/8/5) و (11/7/2) لضبط التشققات في الجزان .

(5) لحساب عرض الشقوق يراعى ما هو وارد في المادة (4/7) .

(6) يتعذر التنبؤ بالعرض الأقصى المطلق للشقوق في منشآت الخرسانة المسلحة ، حيث ان العرض الحقيقي لتلك الشقوق يتغير ضمن مدى واسع تحت تأثيرات الأحمال والبيئة المحيطة . ومن المحتمل ان يكون العرض

الحقيقي للشق اكبر من ذلك المحسوب باستخدام الأسلوب المنصوص علية في هذة الكودة الا اذا اتخذت اجراءات خاصة لضبط التشققات .

(7) قد يتطلب الحد من تأثيرات الحرارة والزحف والانكماش في المنشآت الطويلة توفير فواصل حركة ضمن المنشأ وبين المنشأ ومواد الاكساء الخارجية .

(ج) حالة حد الاهتزاز (Vibration) :

(1) يجب اخذ التدابير اللازمة لتفادي حدوث اهتزازات في المبنى ناتجة عن أفعال ذات طابع ترددي (متكرر) مثل أحمال الرياح او الآلات ذلك للحيلولة دون إزعاج مستخدمي هذا المبنى او تلفة او عدم التمكن من استعمالة للأغراض التي صمم من أجلها .

(2) يتم الرجوع الى مصادر اكثر تخصصا لمعرفة الحدود المقبولة مستويات الاهتزاز .

(3) قد يكون من الضروري في بعض الحالات عزل مصدر الاهتزاز او عزل جزء من المنشأ .

(د) حالات حد أخرى :

تصمم المنشآت ذات ا لوظائف الخاصة او غير العادية للوفاء بأي من حالات الحدود الإضافية وثيقة الصلة بتلك الوظائف والتي يرى المهندس ضرورة أخذها في الاعتبار .

2/4/2 اعتبارات أخرى :

(أ) الكلال (Fatigue) :

يتم اعتبار تأثير الكلال عندما تكون الأحمال المؤثرة على المنشأ او احد عناصرة ذات صفة ترددية (متكررة) .

(ب) الديمومة (Durability) :

تهدف التوصيات التالية الى الوفاء بمتطلبات الديمومة لجميع المنشآت :-

* الغطاء الخرساني للتسليح المنصوص علية في الجدول (29) .

* العرض المقبول للتشققات المنصوص علية في البند الفرعي (2/2/3ب).
* محتوى الإسمنت الأدنى المنصوص علية في الجدول (29) للخرسانة المسلحة والجدول (31) للخرسانة العادية .
* القيمة القصوى لنسبة الماء الى الإسمنت المنصوص عليها في الجدول (29).
* المقاومة المميزة الدنيا المسموح بها حسب الجدول (29) .

اما في الحالات التي تتعرض فيها الخرسانة الى ظروف استثنائية قاسية فيجب اتخاذ احتياطات اضافية والاستعانة بمراجع متخصصة لكل ظرف على حدة مع مراعاة ما هو وارد في المادة (13/7) .

(ج) **مقاومة الحريق (Fire Resistance) :**

(1) تصمم العناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة لمقاومة الحريق وفقا للاعتبارات التالية :-

* الاحتفاظ بالمقاومة الإنشائية .
* مقاومة اختراق اللهب .
* مقاومة انتقال الحرارة .

(2) يراعى ما ورد في الباب السابع عشر (مقاومة الخرسانة للحريق) من (كود الوقاية من الحرائق) من كودات البناء الوطني الأردني .

3/2 الأحمال ومقاومات المواد

2/3/1 عام :

(أ) تحدد الأحمال والمقاومات المميزة للمواد المستخدمة في التصميم بأخذ التغيرات المحتملة فيها بعين الاعتبار

، بحيث يكون احتمال زيادة الأحمال الحقيقية عن الأحمال المميزة واحتمال نقص المقاومات الحقيقية عن المقاومات المميزة في اثناء العمر التشغيلي للمنشأ احتمالا ضئيلا بالقدر المقبول .

(ب) يتم حساب الأحمال والمقاومات المميزة باستخدام المعلومات الإحصائية ، وفي حالة عدم توفر تلك المعلومات يتم تحديدها بالرجوع الى الكودات المعنية وبالاعتماد على الخبرة .

(ج) يتم توفير الأمان المطلوب في التصميم باستخدام معامل زيادة للأحمال (γ) ومعامل خفض مقاومة للمواد (ϕ_m) .

2/3/2 الأحمال :

(أ) **الأحمال المميزة (Characteristic Loads) :**

(1) **أحمال المنشأ :**

يتم حساب قيم الأحمال المميزة الميتة (G) والحية (Q) وأحمال الرياح (W) وأحمال الزلازل (E) او تحديدها حسب ما ورد في (كودة الأحمال والقوى) من كودات البناء الوطني الأردني

(2) **الأحمال الناتجة عن ضغط التربة او السوائل :**

يتم حساب الحمل الجانبي المميز الناتج عن ضغط التربة او السوائل (H) حسب ما ورد في الباب الرابع (تصميم الأساسات) من (كودة القواعد والأساسات والجدران الساندة) من كودات البناء الوطني الأردني .

(3) **الأحمال أثناء التنفيذ :**

تصمم المنشآت لمقاومة الأحمال الناتجة عن ظروف التحميل في اثناء اعمال التركيب والإنشاء (Erection) .

(ب) **الأحمال التصميمية (Design Loads) :**

(1) يكون الحمل التصميمي لكل نوع من الأحمال وحالات الحدود وفقا لما يلي :-

الحل التصميمي = γF

(2) يهدف استعمال معامل الزيادة للأحمال (γ) الى أخذ ما يلي بعين الاعتبار :-

* حدوث زيادة غير متوقعة وغير عادية في الحمل المميز .
* عدم الدقة في تقدير تأثيرات التحميل وفي كيفية إعادة توزيع الاجهادات المحتملة ضمن المنشأ .

* التفاوت في الأبعاد .

* أهمية حالة الحد موضع الدراسة .

2/3/3 مقاومات المواد :

(أ) **المقاومات المميزة (Characteristic Strengths) :**

(1) **المقاومة المميزة للخرسانة :**

تحدد المقاومة المميزة للخرسانة بأنها مقاومة كسر المكعب التي يقل عنها ما لا يزيد عن (5) بالمائة من نتائج الاختبارات لتلك الخرسانة ، وذلك لمكعبات ابعادها (150×150×150) ملمتر وعمرها (28) يوما محفوظة تحت الماء في درجة حرارة (20 ± 2) درجة مئوية ، حسب أسلوب الاختبار المعتمد .

(2) ; **المقاومة المميزة لفولاذ التسليح :**

تحدد المقاومة المميزة لفولاذ التسليح بأنها قيمة إجهاد الخضوع او إجهاد الضمان (Proof Stress) التي يقل عنها ما لا يزيد عن (5) بالمائة من نتائج الاختبارات لفولاذ التسليح حسب اسلوب الاختبار المعتمد .

ولأغراض هذة الكودة تعتبر المقاومة المميزة لفولاذ التسليح مساوية للحد الأدنى لإجهاد الخضوع المنصوص علية في المواصفات القياسية الأردنية وحسب الجدول (23) .

(ب) **المقاومات التصميمية للمواد :**

(1) لأغراض تحليل المقاطع تكون المقاومة التصميمية المستخدمة لمادة ما وحالة حد معينة وفقا لما يلي :-

المقاومة التصميمية = $\phi_m f$

(2) يهدف استعمال معامل خفض المقاومة للمواد (ϕ_m) الى تلافي الاختلاف المحتمل بين المقاومة الحقيقية للمادة في المنشأ وبين مقاومتها المستنتجة من فحص عينات منها .

3/4/2 معاملات حالة الحد الأقصى :

(أ) **الأحمال التصميمية (Design Loads) :**

(1) تكون تجميعات الأحمال التصميمية لحالة الحد الأقصى والقيم الدنيا لمعاملات الزيادة للأحمال (٧) حسب الجدول (1) .

(2) يتم تصميم المنشأ وكل جزء وعنصر ومقطع منة لمقاومة أقصى الاجهادات الناتجة عن كل واحد من تجميعات الأحمال التصميمية التي يتم التصميم لمقاومة تأثيرها .

(3) تصمم جميع العناصر لمقاومة تجميع الأحمال ذي الرقم (1) من الجدول (1) ، ويتم توزيع الأحمال التصميمية منفردة او مجتمعة لتحديد أقصى الاجهادات المؤثرة كما يلي :-

* تكون قيمة معامل الزيادة (γ) للحمل الميت (G) عند دراسة تأثيرة (1.0) بدلا من (1.4) عندما يقلل وجودة من الاجهادات في المنشأ ، مع اعتبار احتمال تأثير الحمل الحي التصميمي او عدم تأثيرة .

* يسمح بتوزيع الأحمال التصميمية للهياكل الإنشائية حسب المادة (3/4) وللجيزان حسب المادة (4/2).

(4) يسمح بعدم اعتبار أي من تجميعات الأحمال ذات الرقمين (2) و الرقم (3) من الجدول (1) عند تصميم عناصر غير متأثرة بأحمال رياح او أحمال زلازل .

الجدول (1)

تجميعات الأحمال التصميمية

وقيم معاملات زيادة الأحمال لحالة الحد الأقصى

نوع التجميع	الرقم	تجميعات الأحمال	عندما يزيد وجود الحمل من الاجهادات					عندما يقلل وجود الحمل من الاجهادات			
			حمل ميت (G)	حمل حي (Q)	ضغط التربة والسوائل (H)	حمل الرياح (W)	حمل الزلازل (E)	حمل ميت (G)	حمل حي (Q)	ضغط التربة والسوائل (H)
تجميع أساسي	1	الأحمال الميتة	1.4	1.6	1.4	_	_	1.0	0	*0
	2	الأحمال الميتة والأحمال الحية	1.2	1.2	1.2	1.2	-	1.2	1.2	1.2
	3	الأحمال الميتة والأحمال الحية واحمال الرياح	1.2	1.2	1.2	_	1.2	1.2	1.2	1.2

	4	احمال الزلازل والأحمال الميتة	1.4	_	1.4	1.4	_	1.0	_	1.0
تجميع خاص	5	احمال الرياح والأحمال الميتة واحمال الزلازل	1.4	_	1.4	_	1.4	1.0	_	1.0

* يسمح بأخذ قيمة المعامل (1) بدلا من (0) للحمل الجانبي المميز الناتج عن ضغط التربة في الحالات التي يكون فيها الحمل صفة الاستمرارية .

(5) تؤخذ في الاعتبار تجميعات الأحمال ذات الرقمين (4) و (5) من الجدول (1) اذا كانت الأحمال الميتة تزيد من ثبات المنشأ او تقلل من الاجهادات فية عند تأثرة بحمل رياح او حمل زلازل .

(6) في الحالات التي تعتبر فيها تأثيرات الهبوط المتفاوت والحرارة والزحف والانكماش ذات أهمية يتم التصميم لمقاومة تجميع أحمال إضافي باستخدام معاملات الزيادة التالية :-

معامل الزيادة للحمل الميت (G) = 1.1

معامل الزيادة للحمل الحي (Q) = 1.1

معامل الزيادة للحمل الناتج عن تأثيرات الهبوط المتفاوت والحرارة والزحف والانكماش (T) = 1.3

(7) عند تطبيق تجميعي الأحمال (4) و (5) قد ينشأ انقلاب او عدم ثبات عند وجود حمل ميت تصميمي قيمتة (1.4 G) على اجزاء او عناصر مختارة من المنشأ . وفي تلك الحالة تعتمد القيمة (1.4 G) للحمل الميت التصميمي بدلا من (1.0 G) لتلك الأجزاء او العناصر المختارة فقط ، مع الإبقاء على قيم تجميعات الأحمال التصميمة لاجزاء المنشأ الأخرى كما هي.

(ب) المواد :

تكون قيمة معامل خفض مقاومة المواد لحالة الحد الأقصى لكل من الخرسانة وفولاذ التسليح بحيث لا تزيد عما يلي :-

* الخرسانة المقاومة لإجهادات الضغط والانحناء = 0.67 : ϕ_c

* الخرسانة المقاومة لإجهادات القص واللي = ϕ_v : 0.80

* الخرسانة المقاومة لإجهادات التثبيت = ϕ_a : 0.70

* فولاذ التسليح = ϕ_s : 0.87

3/5/2 معاملات حالات حدود التشغيل :

(أ) أحمال التشغيل التصميمية :

(1) تكون تجميعات الأحمال التصميمية لحالات حدود التشغيل وقيم معاملات الزيادة للأحمال (γ) كما يلي :-

* الأحمال الميتة : $\gamma = 1$

* الأحمال الحية واحمال الرياح والزلازل : $\gamma = 1$

أو

$\gamma = 0$

حسب ما إذا كان وجود الحمل يزيد من الاجهادات في المنشأ او يقلل منها .

(2) يتم تصميم المنشأ وكل جزء وعنصر ومقطع منة للوفاء بمتطلبات حالات حدود التشغيل لكل واحد من تجميعات أحمال التشغيل التصميمية التي يستلزم التحقق منها.

(3) لأغراض حساب تزخيم العناصر او تشققها يتم توزيع أحمال التشغيل التصميمية منفردة او مجتمعة لتحديد التوزيع الذي يؤدى الى أقصى تزخيم وأكبر تشقق . وبالنسبة لحالات حدود التشغيل الاخرى فيتم توزيع الأحمال بحيث ينشأ عنها أقصى تأثير .

(4) يتم توزيع أحمال التشغيل التصميمية لتجميع الأحمال الميتة والحية كما يلي :-

* حسب المادة (3/4) للهياكل الإنشائية.

* حسب المادة (4/2) للجيزان .

(5) يجب اعتبار تجميع الأحمال الميتة والحية واحمال الرياح او تجميع الأحمال الميتة والحية واحمال الزلازل عندما يكون لأي من هذين التجميعين أقصى تأثير من حيث الوفاء بمتطلبات حالات حدود التشغيل .

(6) تستخدم الأحمال التصميمية لحالات حدود التشغيل لحساب الترخيم والتشقق قصيري الأمد للعناصر الإنشائية تحت تأثير الحمل الكلي [راعى ما ورد في البند (2/2/3)] .

الا انة يجب في معظم الحالات حساب الترخيم والتشقق طويلي الأمد الناتجين عن الزحف والانكماش والحرارة تحت تأثير الحمل الدائم.

وعندما يكون من غير المتوقع ان يؤثر الحمل الحي بالكامل على نحو دائم ، فانة يحسب الترخيم الناتج عن الزحف بافتراض التأثير الفعال الدائم لكل من الحمل الميت وذلك الجزء المتوقع استمرار تأثيرة من الحمل الحي (فمثلا يعتبر الحمل الحي الدائم للمباني السكنية والتجارية مساويا لثلث الحمل الحي المميز ، واما للمستودعات وأماكن التخزين فيعتبر الحمل الحي الدائم مساويا للحمل الحي المميز كاملا) .

(ب) المواد :

تكون قيمة معامل خفض المقاومة للمواد لحالات حدود التشغيل لكل من الخرسانة وفولاذ التسليح كما يلي :-

* حالة حد الترخيم :
  - الخرسانة : $\phi_c = 1.0$
  - فولاذ التسليح : $\phi_s = 1.0$

وتؤخذ قيم خواص المواد المستخدمة لحساب الترخيم مثل معاير المرونة ومعاير الزحف ومعاير الانكماش باستخدام المقاومة المميزة وفقا لما ورد في البندين الفرعيين (2/4/2ب) و (2/4/2هـ).

* حالة حد التشقق :
  - الخرسانة : $\phi_c = 1.75$
  - فولاذ التسليح : $\phi_s = 1.0$

4/2 التحليل الانشائي (Structural Analysis)

4/1/2 عام :

تستخدم في التحليل الإنشائي طرق تعتمد على فرضيات او نماذج تمثل السلوك الحقيقي للمنشأ بأكبر قدر عملي من الدقة . وتعتبر الطرق والافتراضات الواردة في هذة الكودة مناسبة في معظم الحالات .

4/2/2 خواص المواد :

(أ) **عام :**

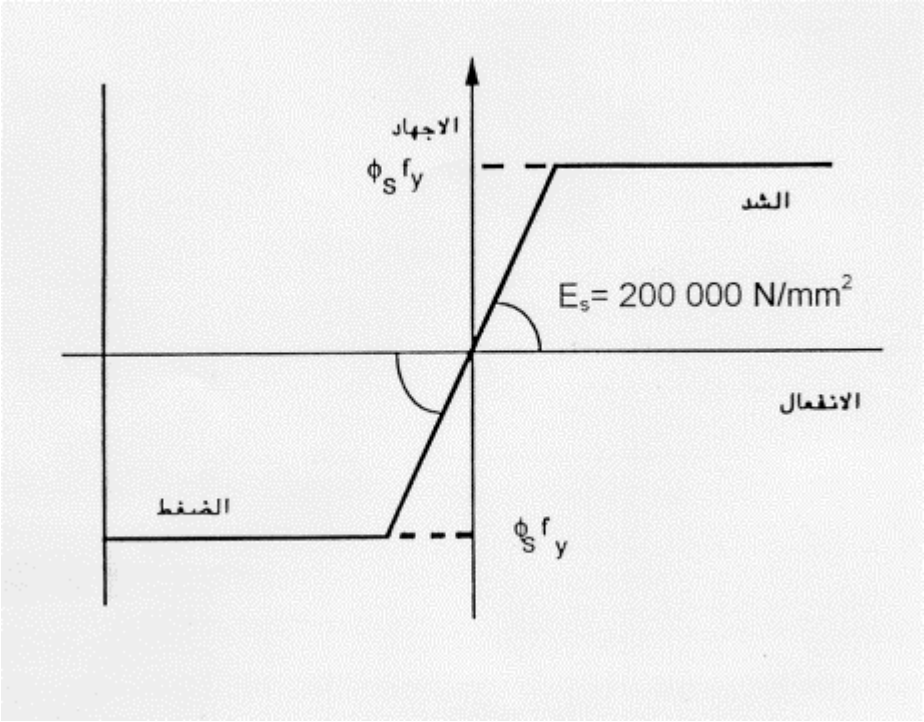
(1) لأغراض حساب توزيع القوى الداخلية في المنشآت تعتبر خواص مواد الخرسانة وفولاذ التسليح مقترنة بمقاوماتها المميزة بغض النظر عن حالة الحد تحت الدراسة .

(2) عند تحليل أي مقطع في المنشأ تستخدم خواص المواد المقترنة بمقاوماتها التصميمية حسب حالة الحد تحت الدراسة .

(3) يكون منحنى العلاقة بين الإجهاد والانفعال التصميمي قصير الأمد لفولاذ التسليح حسب الشكل (1) .

(4) يتم حساب مقاومة مقاطع العناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة لحالة الحد الأقصى حسب ما هو وارد في البند (4/3/1).

(5) يتم تحليل مقاطع العناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة لحالات حدود التشغيل بافتراض ان المقاطع المستوية قبل الانحناء تظل مستوية ، وباستخدام علاقة خطية بين الإجهاد والانفعال لكل من الخرسانة وفولاذ التسليح ، على ان يؤخذ أثر كل من الزحف والانكماش والتشقق في الاعتبار .



الشكل (1)

منحنى العلاقة بين الاجهاد والانفعال

التصميمي قصير الأمد لفولاذ التسليح

(ب) معاير المرونة للخرسانة :

(1) يحدد معاير المرونة قصير الأمد للخرسانة ذات الوزن العادي (E_c) المستخدم لأغراض حالات التشغيل وفقا للعلاقة التالية :

(1) $$E_c = 4500\sqrt{f_{cu}}$$

(2) يحدد معاير المرونة الفعال طويل الأمد للخرسانة ذات الوزن العادي (E_{ce}) المستخدم لأغراض حالات حدود التشغيل حسب معامل الزحف (Ψ) وفقا للعلاقة التالية :-

(2) $$E_{ce} = \frac{E_c}{1+\Psi}$$

(ج) نسبة بواسون :

في الانفعالات المرنة تعتبر نسبة بواسون (ν) للخرسانة مساوية (0.2) .

(د) التغير الحجمي بفعل الحرارة (التمدد والتقلص) :

عند عدم توفر معلومات اكثر دقة يعتبر معامل التمدد الطولي للخرسانة عادية الوزن $(\alpha_t = 0.01)$ مليمتر لكل درجة مئوية في المتر الطولي .

(هـ) معاير مرونة فولاذ التسليح :

تعتبر قيمة المرونة لفولاذ التسليح (E_s) مساوية (200000) نيوتن/ملمتر مربع .

(و) الانفعالات الناتجة عن الزحف :

(1) يسمح باستخدام نظرية الزحف الخطي (Theory of Linear Creep) لحساب قيم الانفعالات طويلة الأمد الناجمة عن تحميل الخرسانة بالأحمال التشغيلية .

(2) يحسب الانفعال الناتج عن الزحف (ε_{cr}) في العناصر المحملة محوريا والخاضعة لانفعال ضغط مرن (ε_c) من العلاقة التالية :-

$$\varepsilon_{cr} = \psi \varepsilon_c \qquad (3)$$

اما الانفعال الكلي طويل الأمد للخرسانة (ε_{ce}) فيحسب من العلاقة التالية:-

$$\varepsilon_{ce} = \varepsilon_c + \varepsilon_{cr} = \varepsilon_c(1+\psi) \qquad (4)$$

(3) تعتمد قيمة المعامل (ψ) على العوامل التالية :-

* نسبة إجهاد التحميل : إذ يزداد الزحف بازدياد نسبة إجهاد التحميل إلى مقاومة الخرسانة.
* رطوبة المحيط : إذ يزداد الزحف بتناقص نسبة رطوبة الجو المحيط الخرسانة.
* عمر الخرسانة عند التحميل : إذ يتناقص الزحف كلما ازداد عمر الخرسانة عند تحميلها
* نسبة الإسمنت في : إذ يزداد الزحف بازدياد هذة النسبة .

الخرسانة

* نسبة ماء الخلط : إذ يزداد الزحف بازدياد نسبة الماء الى الإسمنت .
* سماكة العنصر : إذ يزداد الزحف بتناقص السماكة .

الإنشائي

* الزمـن : إذ يزداد الزحف مع مرور الزمن

(4) في الظروف العادية التى لا يطلب فيها تقدير دقيق للزحف في الخرسانة يمكن استنتاج قيمة المعامل (ψ) من الجدول (2) .

الجدول (2)

قيم معامل الزحف

عمر الخرسانة عند التحميل (يوم)	7	14	28	56	100 او اكثر
(ψ)	3.85	3.30	2.75	2.34	1.93

أما في الظروف الخاصة فتحسب قيمة المعامل (ψ) بالرجوع الى مصادر اكثر تخصصا .

(ز) **الانكماش :**

(1) تعتمد قيمة الانكماش الحر الناتج عن جفاف الخرسانة على العوامل نفسها المنصوص عليها في الفقرة (3) من البند الفرعي (2/4/2و) .

(2) في الظروف العادية التى لا يطلب فيها تقدير دقيق لانفعال الانكماش الحر في الخرسانة (ε_{cs}) يسمح باستخدام القيم التالية :-

* للمقاطع التي يقل بعدها الأصغر عن (250) مليمتر :-

$$\varepsilon_{cs} = 0.0003$$

* للمقاطع التي لا يقل بعدها الأصغر عن (250) مليمتر :-

$\varepsilon_{cs} = 0.00025$

2/4/3 التحليل الإنشائي لحالة الحد الأقصى :

(أ) **تحليل المنشأ :**

(1) تكون أساليب التحليل الإنشائي كما هو ورد في الباب الثالث من هذة الكودة .

(2) عند استخدام طريقة المرونة في التحليل لحساب توزيع القوى ضمن المنشأ تحسب الجساءة النسبية (Relative Stiffness) لعناصرة الإنشائية باعتبار مقاطعها أي مما يلي :-

* المقطع الإجمالي : ويعني المقطع العرضي الكلي للعنصر بغض النظر عن التسليح .

* المقطع المكافئ للمقطع غير المتشقق : ويعنى المقطع العرضي الكلي للعنصر متضمنا مساحة التسليح على أساس النسبة المعيارية (n)

* المقطع المكافئ للمقطع المتشقق : ويعنى مساحة منطقة الضغط في المقطع العرضي للعنصر بالإضافة الى التسليح على أساس النسبة المعيارية (n)

(3) يراعى ما هو ورد في المواد (3/4) و (3/5) و (3/6) من هذة الكودة فيما يتعلق بالهياكل الإنشائية ، حيث يسمح بإعادة توزيع العزوم والقوى المحسوبة بطريقة المرونة إذا كان الهيكل الإنشائي ذا ممطولية (Ductility) كافية .

(4) يراعى ما هو ورد في البند (5/1/5) فيما يتعلق بالتحليل الإنشائي للبلاطات المصمتة ، حيث يسمح باستخدام نظرية خطوط الخضوع (Yield Line Theory) ، او أي نظرية مناسبة من نظريات اللدونة .

(ب) **تحليل المقاطع :**

يتم حساب مقاومة مقاطع العناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة باستخدام طريقة التحليل غير المرن (Inelastic) حسب المقاومات التصميمية للمواد [مراعى ما ورد في البند الفرعي (2/3/3ب)] . ويستخدم لهذا الغرض منحنى الإجهاد والانفعال لفولاذ التسليح الوارد في الشكل (1) . أما بالنسبة

للخرسانة فيسمح باستخدام أي منحنى مفترض للعلاقة بين الإجهاد والانفعال يمثل سلوك الخرسانة بشكل واقعي تم اعتمادة أو نشرة من قبل هيئة علمية متخصصة .

4/4/2 التحليل الإنشائي لحالات حدود التشغيل :

(أ) **تحليل المنشأ :**

يستخدم التحليل الإنشائي بطريقة المرونة لحساب توزيع القوى ضمن المنشأ ، وتحسب الجساءة النسبية لعناصرة الإنشائية على أساس المقطع الإجمالي أو المقطع المكافئ للمقطع غير المتشقق أو المقطع المكافئ للمقطع المتشقق حسب ما ورد في البند الفرعي (2/4/3أ).

(ب) **تحليل المقاطع :**

يتم تحليل المقاطع لحالات حدود التشغيل من اجل حساب توخيم العناصر الإنشائية وعرض التشققات فيها باستخدام نظرية المرونة على ان يتم اخذ تأثيرات الزحف والانكماش في الاعتبار.

الباب الثالث

تحليل المنشآت الخرسانية المسلحة وتصميمها

3/1 عام

1/1/3 الرموز :

A_s = مساحة التسليح المقاوم لقوى الشد (P) في عنصر الربط (ملمتر مربع) ،

d = العمق الفعال (ملمتر) ،

F_t = قوة الشد حسب الجدول (3) (كيلو نيوتن) ،

f_y = المقاومة المميزة لفولاذ التسليح (نيوتن/ملمتر مربع) ،

G = الحمل الميت المميز ،

N = الحمل المحوري الأقصى في العمود او الحمل المحوري الأقصى لكل متر طولي من الجدار (كيلو نيوتن) ،

P = قوة الشد في عنصر الربط (نيوتن) ،

Q = الحمل الحي المميز ،

x = عمق محور الحمول مقاسا من اكثر الألياف انضغاطا (ملمتر) ،

β = نسبة العزم المعاد توزيعه الى العزم المرن ،

ϕ_s = معامل خفض مقاومة فولاذ التسليح وؤخذ عادة (0.87).

3/1/2 المجال :

يحدد هذا الباب طرق تحليل منشآت الخرسانة المسلحة وتصميمها . وتضمن هذه الطرق بشكل عام تحقيق المتطلبات الواردة في الباب الثاني من هذه الكودة .

3/1/3 تصميم المنشآت بطريقة حالات الحدود :

لأغراض تحقيق المتطلبات الواردة في البند (2/2/1) تعتبر حالة الحد الأقصى هي حالة الحد الحرجة لمنشآت الخرسانة المسلحة . لذا يتم التصميم وفقا لما هو وارد في هذا الباب باستخدام معاملات الزيادة للأحمال و معاملات خفض المقاومة المناسبة لحالة الحد الأقصى ، ثم يتم التأكد من عدم بلوغ المنشأ

أي حالة من حالات حدود التشغيل التي يجب التحقق منها ولا سيما حالة حد الترخيم و حالة حد التشقق .

3/1/4 طرق التحليل والتصميم الاخرى :

يسمح باستخدام طرق تحليل اخرى غير تلك الواردة في هذا الباب شريطة ان تحقق المتطلبات الواجب توافرها في المنشأ او العنصر موضع الدراسة والواردة في هذه الكودة .

3/2 الثبات

2/1/3 عام :

(أ) تخطط المنشآت وتصمم عناصرها المختلفة بحيث تكون هذه العناصر منسجمة في تصميمها وتفاصيلها ، وبحيث يوفر الترابط والتفاعل بين تلك العناصر ثباتا واستقرارا للمنشأ بوصفه كلا ، بالاضافة الى ضرورة الوفاء بالمتطلبات الواردة في المادة (2/2) .

(ب) تجرى دراسة التخطيط العام للنظام الانشائي للتحقق من ترابط العناصر الانشائية بعضها مع بعض بما يوفر الثبات والاستقرار . ويتم ذلك بالتأكد من توافر عناصر الربط المطلوبة حسب ما هو وارد في البند (3/2/2) .

(ج) تزود العناصر الانشائية التى قد تتعرض لاصطدام لمركبات بها بدعائم او جدران واقية او ما شابهها لحمايتها من التضرر .

(د) في حالة تقسيم المنشأ الى أقسام منفصلة ، يكون لكل قسم من المنشأ نظام ربط خاص به يفي بمتطلبات الثبات .

2/2/3 عناصر الربط :

(أ) يجب تزويد المباني والمنشآت بجميع عناصر الربط وبتفاصيلها الواردة في البند الفرعي (3/2/2ح) [انظر الشكل (2)] .

(ب) يسمح بان تقوم العناصر في الهياكل الانشائية بوظيفة عناصر الربط بالاضافة الى وظيفتها الأصلية . وفي تلك الحالة يسمح باستخدام التسليح الطولي نفسه المحسوب لمقاومة القوى والاجهادات المؤثرة عليها في تحقيق جزء من المتطلبات او كلها الواجب توفرها فيها باعتبارها عناصر ربط .

(ج) انواع عناصر الربط وتفاصيلها :

(1) عناصر ربط داخلية : هي عناصر ربط تقع ضمن البلاطات عند منسوب أرضية كل طابق وفي الاتجاهين ، ويكون تسليحها مثبتا تثبيتا كاملا بعناصر الربط المحيطية ، وتصمم لمقاومة قوة شد محورية (P) لكل متر عرضي تسلوي (F_t) حسب الجدول (3) . وتكون عناصر الربط الداخلية اما موزعة بانتظام على عرض المنشأ او مجمعة عند الجيزان او الجدران ، وفي حالة وضعها ضمن الجدران يشترط وقوعها ضمن مسافة لا تزيد عن (0.5) متر من أعلى البلاطة او أسفلها.

(2) عناصر ربط محيطة : هي عناصر ربط مستمرة تحيط بالمبنى بالكامل وتقع عند منسوب أرضية كل طابق وتصمم لمقاومة قوة شد محورية (P) تسلوي (F_t) حسب الجدول (3) . ويشترط ان تقع عناصر الربط المحيطية ضمن مسافة لا تزيد عن (1.2) متر من طرف المبنى او الهيكل الانشائي المحيطي الكامل .

(3) عناصر ربط رأسية : في المباني التي يزيد عدد طوابقها عن خمسة ، يعتبر كل عمود وكل جدار حامل عنصر ربط رأسي ، ويشترط فيه ان يكون مزودا بتسليح مستمر على كامل ارتفاعه من الاساسات وحتى منسوب آخر بلاطة ، وبشرط الا يقل تسليحه عن التسليح المطلوب

لمقاومة قوة شد محورية (P) تسلوي اكبر حمل أقصى منقول اليه

من أي من بلاطات المبنى او المنشأ.

(4) تفصيلة ربط الأعمدة والجدران الخارجية : يربط كل عمود خارجي وكل جدار خارجي حامل بالمنشأ عند منسوب أرضية كل طابق بعناصر ربط تصمم لمقاومة قوة شد محورية (P) كما هو مبين تاليا مع مراعاة ربط الأعمدة عند الزوايا الى المنشأ في الاتجاهين وذلك لكل عمود ولكل متر طولي من الجدار الخارجي :-

* البلاطات :

اكبر القيمتين التاليتين :-

$P = 2F_t$

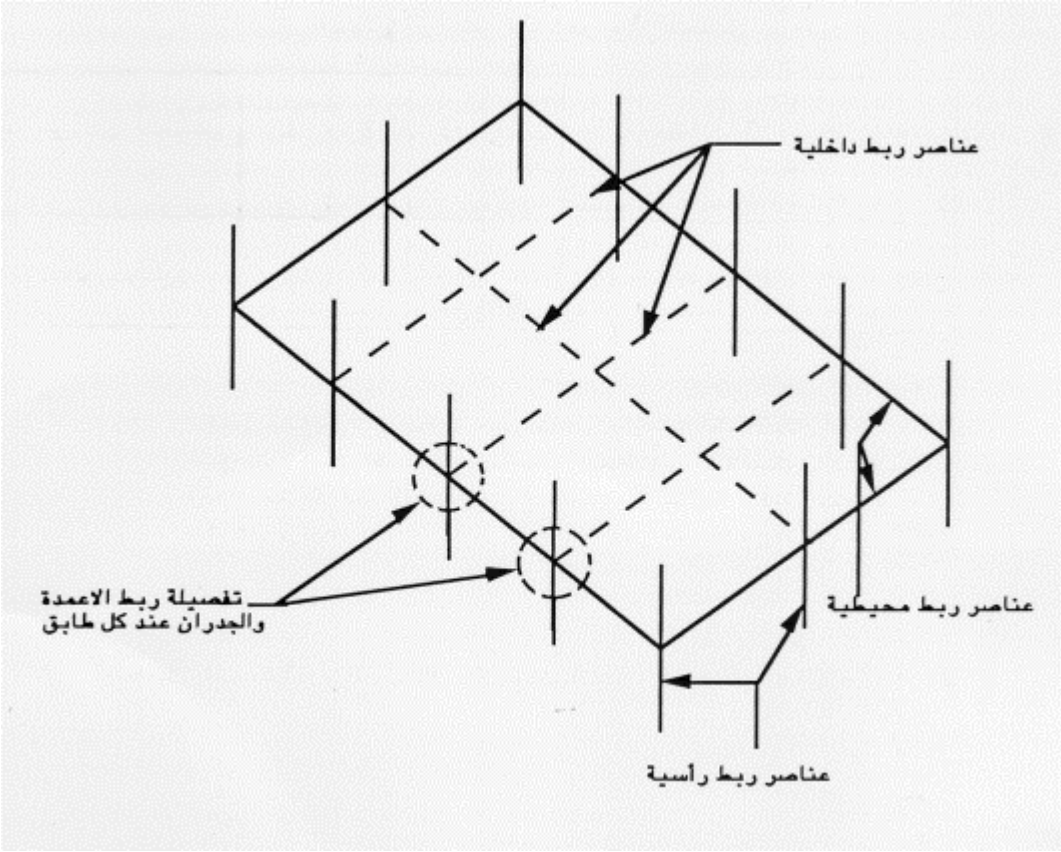
$P = 0.03\ N$

* الاساسات :

اكبر القيمتين التاليتين :-

$P = 2F_t$

$P = 0.06\ N$



الشكل (2)

انواع عناصر الربط

(د) يحسب التسليح المطلوب لعناصر الربط من العلاقة (5) ويتم توزيعه في مقطع العنصر الانشائي :-

$$A_s = \frac{P}{\phi_s f_y} \qquad (5)$$

الجدول (3)

قيم (F_t) حسب عدد طوابق المبنى

عدد طوابق المبنى	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 او اكثر
(F_t) (كيلو نيوتن)	55	60	65	70	75	80	85	90		100

(هـ) تكون عناصر الربط مستمرة على كامل أطوالها ، ويتم ذلك بتوفير التراكبات والوصلات المطلوبة لقضبان التسليح

وبتثبيتها في العناصر المتعامدة معها بطول تثبيت مناسب حسب ما هو وارد في الباب الحادي عشر من هذه الكودة .

3/3 تحليل المنشآت والهياكل الانشائية

3/1/3 اطوال العناصر :

تعتبر اطوال عناصر الهياكل الانشائية المستقيمة مساوية للمسافات بين خطوط تقاطع محاورها.

3/3/2 طرق التحليل الانشائي :

يسمح باستخدام الطرق الواردة في المادتين (3/4) و (3/5) في الحالات التي يكون ذلك فيها مناسبا مع مراعاة ما ورد في البند (2/4/3) .

3/3/3 توزيع الأحمال الجانبية:

يتم توزيع الأحمال الجانبية المؤثرة على المنشأ على كل من الهياكل الانشائية وجدران القص وعناصر التكتيف فيه كل حسب جساءته الجانبية . ويسمح باستخدام فرضيات طريقة المرونة لهذا الغرض .

3/3/4 انواع الأحمال الرأسية التصميمية :

تقسم الأحمال الرأسية التصميمية لحالة الحد الأقصى الى نوعين وذلك لأغراض دراسة ترتيبات توزيعها وتجميعها لتحديد أقصى الاجهادات التصميمية التى يحتمل ان تؤثر على العناصر الانشائية :-

* الحمل التصميمي الكامل ، ويساوي (1.4G+1.6Q) .
* الحمل التصميمي الدائم ، ويساوي (1.0G).

3/ 4 تحليل الهياكل الانشائية المقاومة لأحمال رأسية فقط

3/4/1 الطرق المسموح باستخدامها :

يسمح باستخدام طريقة المرونة للتحليل الإنشائي لإيجاد الأحمال وقوى القص وعزوم الانحناء التصميمية للاعمدة والجيزان

وباتباع أي من الطرق الثلاث المبينة في الجدول (4) حيث تحسب الجساءة النسبية للعناصر الانشائية كما ورد في البند الفرعي (2/4/3أ) . ويسمح باعادة توزيع العزوم في الجيزان كما هو وارد في المادة (3/6).

3/4/2 توزيع تجميعات الاحمال التصميمية :

(أ) عام :

تصمم المباني والمنشآت وكل عنصر أو جزء منها لمقاومة أكثر حالات التحميل خطورة ، وذلك بدراسة التأثير الفردي والمشترك لحالات التحميل على كل مقطع في العناصر الانشائية .

(ب) حالات التحميل في الظروف العادية :

يسمح في الحالات العادية إعتبار حالات التحميل التالية أكثر الحالات خطورة للأحمال الرأسية :-

جدول (4)

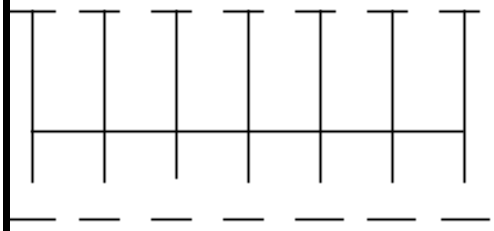
الطرق المسموح باستخدامها في تحليل الهياكل الانشائية

المقاومة لاحمال رأسية وترتيبات الاحمال لكل منها

يقسم الهيكل الانشائي الى عدد من الهياكل الفرعية المكونة من الجيزان الواقعة في مستوى واحد مع الاعمدة المتصلة بها والواقعة فوقها وتحتها . وتفترض نهايات الاعمدة تامة التثبيت ما لم يكن من المنطقي افتراض تلك النهايات مفصلية .

ترتيب الاحمال :

* تحمل جميع البحور بالحمل التصميمي الكامل .
* تحمل البحور المتناوبة بالحمل التصميمي الكامل والبحور الاخرى بالحمل التصميمي الدائم .



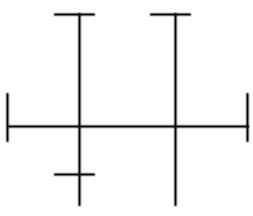
جميع الاعمدة تامة التثبيت من اطرافها البعيدة

يقسم الهيكل الانشائي الى عدد من الهياكل الفرعية المكونة من بحر الجائز موضع الدراسة مع البحرين المتصلين به عند كل من طرفيه والأعمدة المتصلة به والواقعة فوقه وتحته . تفترض الجساءه النسبية للبحرين الطرفيين مساوية نصف جساءتها النسبية الحقيقية ، كما تفترض نهايات كل من البحرين والأعمدة تامة التثبيت ما لم يكن من المنطقي افتراض تلك النهايات مفصلية .

ترتيب الاحمال :

* تحمل البحور الثلاثة بالحمل التصميمي الكامل .
* يحمل البحر موضع الدراسة بالحمل التصميمي الكامل ويحمل البحران الطرفيان بالحمل التصميمي الدائم .

جميع الاعمدة تامة التثبيت من اطرافها البعيدة



* يحمل البحر موضع الدراسة بالحمل التصميمي الدائم

ويحمل البحران الطرفيان بالحمل التصميمي الكامل .

الجساءة النسبية للجيزان الطرفية

تساوي نصف جساءتها النسبية الحقيقية

يقسم الهيكل الانشائي الى جيزان مستمرة حره الارتكاز وذلك لأغراض حساب العزوم والقوى المؤثرة على تلك الجيزان .

اما لأغراض حساب العزوم على الاعمده فيقسم الهيكل الانشائي الى هياكل انشائية فرعية مكونه من المفصل موضع الدراسة مع البحرين المتصلين به والعمودين الواقعين فوقه وتحته . وتفترض نهايات جميع العناصر المتصلة بالمفصل تامة التثبيت ، كما تفترض الجساءه النسبية للبحرين على انها مساوية نصف جساءتها النسبية الحقيقية . :

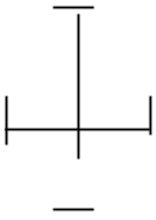
جميع الاعمدة والجيزان تامة التثبيت

ترتيب الاحمال

* يحمل البحران بالحمل التصميمي الكامل .
* يحمل احد البحرين بالحمل التصميمي الكامل

والبحر الآخر بالحمل التصميمي الدائم

وبالتناوب



الجساءة النسبية للجيزان الطرفية

تساوي نصف جساءتها النسبية الحقيقية

* تحميل جميع البحور بالحمل التصميمي الكامل (1.4G +1.6Q) .
* تحميل البحور المتناوبة بالحمل التصميمي الكامل (1.4G +1.6Q) وتحميل باقي البحور بالحمل التصميمي الدائم (1.0G) .

4/3/3 التحليل لحالات حدود التشغيل :

يتم تحليل الهياكل الانشائية المقاومة لأحمال رأسية فقط لأغراض دراسة متطلبات حالات حدود التشغيل بتجميع وتوزيع الاحمال كما ورد في البند (3/4/2) ولكن باستخدام معاملات الزيادة للأحمال الواردة في البند الفرعي (2/3/5أ) .

5/3 تحليل الهياكل الانشائية المقاومة لاحمال رأسية وجانبية

5/1/3 عـام :

تصمم عناصر الهياكل الانشائية المعرضة لتأثير أحمال رأسية وجانبية لمقاومة كل مما يلي وباستخدام معاملات الزيادة الخاصة بتجميعات الأحمال ذوات الارقام من (1) الى (5) الواردة في الجدول (1) :-

* القوى والعزوم الناتجة عن الاحمال الرأسية فقط باستخدام معاملات الزيادة لتجميع الأحمال ذي الرقم (1)

.

* القوى والعزوم الناتجة عن الأحمال الرأسية والجانبية وباستخدام معاملات الزيادة لتجميعي الأحمال رقم (2) ورقم (3) .

* القوى والعزوم الناتجة عن الأحمال الرأسية والجانبية باستخدام معاملات الزيادة لتجميعي الأحمال (4) و (5) إذا تطلب الامر دراسة هذين التجميعين الخاصين

5/2/3 الطرق المسموح باستخدامها :

(أ) يسمح باستخدام طريقة المرونة للتحليل الإنشائي مع حساب الجساءه النسبية للعناصر كما ورد في البند الفرعي (2/4/3أ) .

(ب) يراعى ما ورد في المادة (3/4) بالنسبة الى الطرق المسموح باتباعها لتحليل الهياكل الانشائية المعرضة لتأثير الاحمال الرأسية فقط [تجميع الأحمال (1)] .

(ج) يسمح باتباع الطريقة التالية في حساب القوى وعزوم الانحناء وقوى القص التصميمية للاعمدة والجيزان الناتجة عن تعرض الهياكل الانشائية لتجميعي الأحمال (2) و (3) والتجميعين الخاصين (4) و (5) الواردة في الجدول (1) .

* يتم حساب عزوم الانحناء عند مفاصل الهيكل الانشائي بحساب تلك العزوم للأحمال الرأسية والاحمال الجانبية كل على حدة ثم جمعها .

* يتم اتباع إحدى الطرق الواردة في المادة (3/4) لحساب عزوم الانحناء عند المفاصل لحمل تصميمي رأسي يساوي (1.2G +1.2Q) [ولحمل تصميمي يساوي (1.0G) اذا تطلب الامر ذلك] .

* يتم تحليل الهيكل الانشائي بوصفه كلا لا يتجزأ وذلك لحساب عزوم الانحناء عند مفاصله للحمل التصميمي الجانبي المأخوذ في الاعتبار والذي يساوي (1.2W) او (1.2E) بغض النظر عن الاحمال الرأسية . ويسمح باستخدام فرضيات مبسطة لإجراء هذا التحليل اذا تألف الهيكل الانشائي مما لا يقل عن ثلاثة بحور متساوية تقريبا وارتفاع طابقي ثابت ، وذلك بافتراض وقوع نقط انعكاس الانحناء (Points of Contraflexure) في منتصف الأعمدة والجيزان .

3/5/3 التحليل لحالات حدود التشغيل :

يتم تحليل الهياكل الانشائية المقاومة لأحمال رأسية وجانبية لأغراض دراسة متطلبات حالات حدود التشغيل بتجميع الاحمال وتوزيعها وفقا لما ورد في البند (3/5/2) ولكن باستخدام معاملات الزيادة للأحمال الواردة في البند الفرعي (2/3/5أ) .

3/6 اعادة توزيع العزوم في الجيزان
(Redistribution of Moments in Beams)

يسمح باعتماد حالة متوسطة بين المرونة واللدونة وذلك بتعديل بعض نتائج عزوم الانحناء المحسوبة بطريقة المرونة واعادة توزيعها بنقل جزء منها من مقطع الى اخر بشرط ان تكون الجيزان ذات ممطولية (Ductility) كافية تسمح بتكون مفاصل لدنة (Plastic Hinges) قادرة على الدوران ، وذلك كما هو مبين أدناه :-

(1) يسمح فقط باعادة توزيع العزوم المحسوبة باستخدام تحليل إنشائي دقيق بطريقة المرونة او تلك المحسوبة باستخدام الطرق المبسطة الواردة في المادتين (3/4) و (3/5) . ولا يسمح باعادة توزيع العزوم المحسوبة باستخدام المعامل (K) الوارد في الجدول (5) .

(2) لاعادة توزيع العزوم يشترط الحفاظ على اتزان الجائز تحت أي تجميع او توزيع للأحمال .

(3) في الهياكل الانشائية المقاومة لأحمال رأسية يسمح باعادة توزيع عزوم الانحناء بنسبة لا تزيد عن (30) بالمائة .

(4) في الهياكل الانشائية المقاومة لأحمال جانبية والتي يزيد عدد طوابقها عن (4) يسمح بتخفيض عزوم الانحناء القصوى بنسبة لا تزيد عن (10) بالمائة .

(5) يجب الا يقل عزم المقاومة الأقصى عند أي مقطع في الجائز عن (70) بالمائة من اكبر عزم انحناء مرن محسوب لذلك المقطع والمستنتج من مخطط عزوم الانحناء القصوى المحسوبة بطريقة المرونة لجميع تجميعات الأحمال القصوى .

(6) لأغراض هذه المادة يعتبر شرط الممطولية متوفرا عندما يحقق عمق محور الخمول (x) للمقطع المقاوم لعزم الانحناء المخفض بسبب اعادة توزيع عزوم الانحناء ما يلي:-

$$x \le (\beta - 0.4)\, d \qquad \beta \ge 1$$

(7) لا يسمح باعادة توزيع العزوم في الاعمدة .

(8) يراعي أن يتم حساب قوى القص التصميمية باستخدام قيم العزوم الناتجة عن اعادة التوزيع .

الباب الرابع

الجيزان

1/4 عام

1/1/4 الرموز :

A = البعد الأكبر للمقطع (ملمتر) ،

A_c = المساحة الإجمالية لمقطع الخرسانة (ملمتر مربع) ،

A_s = مساحة تسليح الشد الطولي حسب البند الفرعي (4/4/3ب) (ملمتر مربع) ،

A'_s = مساحة تسليح الضغط (ملمتر مربع) ،

A_{sb} = مساحة قضبان التسليح المكسوحة (ملمتر مربع) ،

A_{sf} = مساحة التسليح العلوي الواقع في جناح الضغط (ملمتر مربع) ،

A_{sh} = مساحة تسليح القص الموازي لمحور الجائز (ملمتر مربع) ،

A_{st} = مساحة مقطع التسليح الطولي الإضافي (ملمتر مربع) ،

A_{sp} = مساحة تسليح الشد الطولي التي زود بها الجائز في منتصف البحر أو عند الركيزة للمعتلي (ملمتر مربع) ،

A'_{sp} = مساحة تسليح الضغط الطولي التي زود بها الجائز في منتصف البحر أو عند الركيزة للمعتلي (ملمتر مربع) ،

A_{sreq} = مساحة تسليح الشد الطولي المطلوبة في منتصف بحر الجائز أو عند الركيزة للمعتلي (ملمتر مربع) ،

A_{sv} = مساحة تسليح القص العمودي على محور الجائز (ملمتر مربع) ،

A_{st}

(S_v)

= مساحة تسليح قص اللي العمودي على محور الجائز ضمن المسافة (مجموع مساحة أرجل الكانة) (ملمتر مربع) ،

a_v = المسافة بين حافة الركيزة والمقطع تحت الدراسة (ملمتر) ،

B = البعد الأصغر للمقطع (ملمتر) ،

b = عرض المقطع (ملمتر) ،

b_c = عرض المقطع عند الوجه المعرض للضغط في منتصف المسافة بين عناصر التكتيف (ملمتر) ،

b_w = عرض جذع الجائز (ملمتر) ،

c = السماكة الدنيا للغطاء الخرساني الذي يغطي تسليح الشد (ملمتر) ،

d = العمق الفعال ويساوي المسافة بين وكز تسليح الشد الطولي وألياف الخرسانة الأكثر انضغاطا (ملمتر) ،

d' = المسافة بين وكز تسليح الضغط وألياف الخرسانة الأكثر انضغاطا (مليمتر) ،

d_{min} = العمق الفعال الأدنى للمقطع (ملمتر) ،

E_c = معاير مرونة الخرسانة المسلحة قصير الأمد (نيوتن/ ملمتر مربع) ،

E_{ce} = معاير مرونة الخرسانة الفعال (نيوتن/ملمتر مربع) ،

E_s = معاير مرونة فولاذ التسليح (نيوتن/ ملمتر مربع) ،

f_c = إجهاد الضغط التشغيلي في الخرسانة عند ليف الخرسانة الأكثر انضغاطا (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_{cu} = المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_s = إجهاد التشغيل في تسليح الشد (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_y = المقاومة المميزة للتسليح (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_{yv} = المقاومة المميزة للكانات (نيوتن،/ملمتر مربع) ،

G = معاير القص (نيوتن/ ملمتر مربع) ،

h = عمق المقطع (ملمتر) ،

h_f = سماكة جناح الضغط (مليمتر) ،

I = عزم العطالة (القصور الذاتي) للمقطع غير المتشقق (ملمتر^4).

J = معامل تؤخذ قيمته من الجدول (5).

J_o = عزم العطالة (القصور الذاتي) للي (ملمتر^4) .

K = معامل تؤخذ قيمته من الجدول (5) ،

ℓ = البحر الفعال للجائز (متر) ،

ℓ_n = المسافة الخالصة للبحر (ملمتر) ،

M = عزم الانحناء المؤثر على المقطع (نيوتن . ملمتر) ،

N = قوة الضغط المحوري التصميمية أو قوة الشد المحوري التصميمية (نيوتن) ،

n = النسبة المعيارية وتساوي $\frac{E_s}{E_c}$

n_e = النسبة المعيارية الفعالة وتساوي $\frac{E_s}{E_{ce}}$

$\frac{1}{r}$ = التقوس (ملمتر$^{-1}$) ،

$\frac{1}{r_{cs}}$ = التقوس الناتج عن الانكماش (ملمتر$^{-1}$) ،

S_b = مسافة التباعد بين صفوف نظام القضبان المكسوحة (ملمتر) ،

S_h = مسافة التباعد لتسليح القص الموازي لمحور الجائز (ملمتر) ،

S_s = العزم الأول لمساحة التسليح حول مركز المقطع المتشقق أو المقطع الكلي وذلك حسب الحالة قيد البحث (ملمتر^3) ،

S_v = مسافة التباعد لتسليح القص العمودي على محور الجائز أو مسافة التباعد بين الكانات (ملمتر) ،

T = عزم اللي الناتج عن الأحمال التصميمية (نيوتن.مليمتر) ،

u = الحمل التصميمي (نيوتن/متر) ،

V = قوة القص الناتجة عن الأحمال التصميمية (نيوتن) ،

v = إجهاد القص التصميمي (نيوتن/ملمتر مربع) ،

v_c = إجهاد القص المسموح به للخرسانة (نيوتن/ملمتر مربع) ،

v_{max} = الحد الأعلى المسموح به لإجهاد القص (نيوتن/ملمتر مربع) ،

v_c' = إجهاد القص المسموح به المعدل (نيوتن/ملمتر مربع) ،

v_s = إجهاد القص المسموح به لتسليح القص (نيوتن/ملمتر مربع) ،

W_c = عرض الشق (ملمتر) ،

x = عمق محور الخمول وهو المسافة بين الألياف الأكثر انضغاطا ومحور الخمول (ملمتر) ،

X = البعد الأصغر للكانة (ملمتر) ،

Y = البعد الأكبر للكانة (ملمتر) ،

z = ذراع عزم المقاومة ويساوي المسافة بين مركزي إجهاد الضغط للخرسانة وإجهاد الشد لفولاذ الشد التسليح (ملمتر) ،

α = الزاوية المحصورة بين الكانات المائلة ومحور الجائز (درجة) ،

β = معامل ،

δ = سهم الترخيم (ملمتر) ،

ε_{cs} = انفعال الانكماش الحر حسب البند الفرعي (2/4/2ز) ،

λ = معامل نحافة الجائز ، وتحسب قيمته من البند الفرعي (4/6/2ج) ،

ρ = النسبة المئوية لمساحة تسليح الشد الطولي المستمر (بالمائة) وتساوي $\frac{(100\ A_s)}{b\ d}$

ρ' = النسبة المئوية لمساحة تسليح الضغط (بالمائة) ،

τ = إجهاد قص اللي (نيوتن/ملمتر مربع) ،

τ_{max} = الحد الأعلى المسموح به لإجهاد قص اللي (نيوتن/ ملمتر مربع) ،

ϕ_a = معامل خفض مقاومة الخرسانة لإجهادات التثبيت ، ويؤخذ (0.70) عادة ،

ϕ_c = معامل خفض مقاومة الخرسانة لإجهادات الضغط والانحناء ، ويؤخذ عادة (0.67) .

ϕ_s = معامل خفض مقاومة فولاذ التسليح ، ويؤخذ عادة (0.87) .

ϕ_v = معامل خفض مقاومة الخرسانة لإجهادات القص واللي ، ويؤخذ عادة (0.80) ،

4/1/2 البحر الفعال للجائز :

(أ) يعتبر البحر الفعال للجائز بسيط الارتكاز مساويا لأصغر القيمتين التاليتين:-

* المسافة بين محوري الإكيزتين .
* المسافة الخالصة بين الإكيزتين مضافا إليها العمق الفعال للجائز .

(ب) يعتبر البحر الفعال للجائز المستمر مساويا المسافة بين محاور الإكائز . وفي حالة انتهاء الجائز في ركيزة تامة التثبيت فيعتبر محور الإكيزة على مسافة تساوي نصف العمق الفعال للجائز من الوجه الداخلي للإكيزة .

(ج) يعتبر البحر الفعال للجائز المعتلي (Cantilever) مساويا المسافة الخالصة من طرفه الحر الى وجه الإكيزة مضافا إليها نصف عمقه الفعال . أما عندما يشكل الجائز المعتلي امتدادا لجائز مستمر ، فيعتبر البحر الفعال مساويا المسافة حتى محور الإكيزة .

4/1/3 الجيزان على شكل (T) أو (L) :

(أ) **الأنواع :**

تكون الجيزان على شكل (T) أو (L) من أحد النوعين التاليين :-

* الجيزان المتصلة اتصالا كاملا ووثيقا مع البلاطات المحملة عليها ، ويكون ذلك بالصب صبا متواحدا (Monolithic) وبتشريك التسليح ، ويسمى الجائز الأصلي عندئذ الجذع (Web) في حين تسمى البلاطة الجناح (Flange) ، ويسمى ذلك الجزء من البلاطة الذي يعمل بالفعل مع الجذع "العرض الفعال" للجناح .
* الجيزان ذات المقاطع المصنوعة على شكل (T) أو (L) بجناح ضغط خاص .

(ب) **العرض الفعال لجناح الضغط (b_f) في الجيزان على شكل (T) أو (L) :**

(1) يعتمد العرض الفعال لجناح الضغط (b_f) في الجيزان على شكل (T) أو (L) على ما يلي :-

*

بحر الجائز أو المسافة بين النقطتين اللتين يكون عزم الانحناء عندهما مساويا للصفر .

* سماكة البلاطة المرتكزة على الجائز .

* طبيعة الحمل (مركز أو منتظم التوزيع) .

(2) في الحالات العادية يسمح باعتبار قيمة (b_f) للجيزان على شكل (T) مساوية اقل القيم التالية :-

* $(b_w + 0.2\ell)$ للجيزان بسيطة الارتكاز .

* $(b_w + 0.14\ell)$ للجيزان المستمرة .

* $(b_w + 16h_f)$.

* العرض الفعلي لجناح الضغط اذا كان مصنوعا خصيصا على شكل (T) .

* متوسط المسافتين بين الجذع تحت الدراسة وكل من الجذعين المجاورين .

(3) في الحالات العادية يسمح باعتبار قيمة (b_f) للجيزان على شكل (L) مساوية للأقل مما يلي :-

* $(b_w + 0.1\ell)$ للجيزان بسيطة الارتكاز .

* $(b_w + 0.07\ell)$ للجيزان المستمرة .

* $(b_w + 6h_f)$.

* العرض الفعلي لجناح الضغط إذا كان مصنوعا خصيصا على شكل (L) .

* نصف المسافة بين محوري جذعين متوازيين مضافا إليه نصف عرض الجذع.

(ج) التسليح العرضي في جناح الضغط :

يراعى ما هو وارد في البند (4/8/3) .

1/4/4 حدود النحافة العرضية في الجيزان :

لأغراض تحقيق متطلبات الثبات الجانبي للجيزان بسيطة الارتكاز والجيزان المستمرة يجب ألا تزيد المسافة الخالصة بين عناصر التكتيف الجانبية عن اقل القيمتين التاليتين:-

* $60\,b_c$

* $\frac{250\, b_c^2}{d}$

اما بالنسبة للجيزان المعتلية المكتفة عند الإكيزة فقط ، فيجب ألا تزيد المسافة الخالصة من نهاية الجائز المعتلي إلى وجه الإكيزة عن اقل القيمتين التاليتين :-

* $25\, b_c$
* $\frac{100\, b_c^2}{d}$

2/4 العزوم والقوى في الجيزان المستمرة

4/2/1 الحالة العامة :

تحسب العزوم المرنة وقوى القص التصميمية لأي مقطع في جائز مستمر باعتبار الجائز جزءا من هيكل إنشائي أو باعتبار الجائز مستمرا فوق الإكائز وحر الدوران عليها ، على ان يراعى ما ورد في المواد (3/4) و (3/5) و (3/6) .

4/2/2 الجيزان المستمرة ذات البحور المتساوية والحمل المنتظم :

في الحالات العادية للجيزان المستمرة التي لا تختلف فيها البحور بعضها عن بعض بمقدار يزيد عن (20) بالمائة من طول اقصر البحرين المتتاليين ، وفي حالة الأحمال المنتظمة التوزيع على كامل البحور ، وحيث لا يزيد الحمل الحي المميز عن الحمل الميت المميز ، يسمح باستخدام القيم التقريبية المحسوبة كما يلي :-

* عزم الانحناء في البحور وعند الإكائز :-

$$M = \frac{u\, \ell^2}{K} \qquad (6)$$

* قوى القص عند الإكائز

$$V = J \cdot u \cdot \ell \qquad (7)$$

* عند حساب عزم الانحناء السالب فوق أي ركيزة تؤخذ قيمة (ℓ) مساوية للمتوسط الحسابي للبحرين المتجاورين .
* لا يسمح باعادة توزيع العزوم المحسوبة عند استخدام المعامل (K).

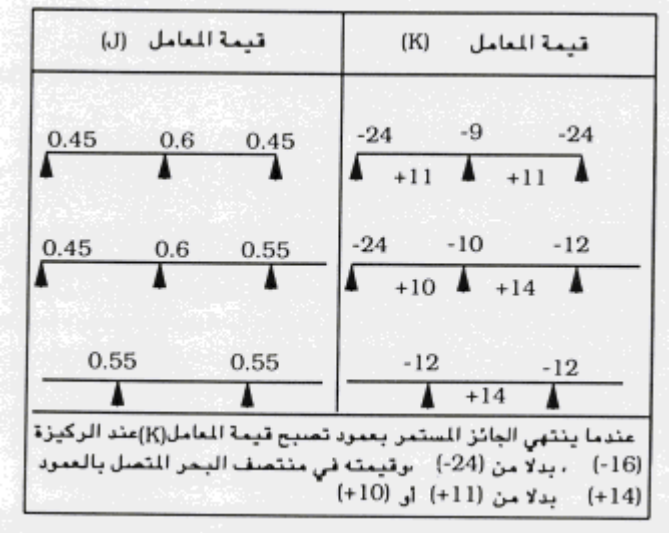
4/2/3 عزم المقاومة عند الإكائز :

يسمح بتصميم مقاطع الجيزان المستمرة الواقعة ضمن الأعمدة لمقاومة قيمة عزم الانحناء عند وجه العمود ، وذلك عندما

يكون الاتصال بين الجائز والعمود متواحدا (Monolithic) .

الجدول (5)

قيم المعاملين (K) و (J) للجيزان المستمرة



3/4 عزم المقاومة للجيزان

4/3/1 الفرضيات الأساسية لتحليل المقاطع :

لأغراض حساب عزم المقاومة الأقصى وتحليل المقاطع المعوضة لإجهادات ناتجة عن عزوم انحناء وقوى محورية تعتمد الفرضيات التالية :-

* المقاطع المستوية قبل الانحناء تظل مستوية بعده ، أي ان الانفعال في الخرسانة وفولاذ التسليح يتناسب خطيا مع البعد عن محور الخمول .
* يكون الانفعال الأقصى في ألياف الخرسانة الأكثر انضغاطا (0.0035) .
* تهمل مقاومة الخرسانة للشد ، ويقاوم فولاذ التسليح اجهادات الشد بأكملها .
* يسمح بافتراض ان يأخذ توزيع إجهاد الضغط في الخرسانة شكلا مستطيلا أو شبه منحرف أو منحنى يمثل مقاومة المقطع وسلوك الخرسانة في الانحناء تم اعتماده أو نشره من قبل هيئة علمية متخصصة .
* يسمح بالاستعاضة عن شكل توزيع إجهاد الخرسانة في الضغط باستعمال توزيع مكافئ يكون فيه إجهاد الضغط في الخرسانة موزعا بالتساوي على منطقة مكافئة ومحددة بحافة الألياف المعرضة لأقصى انفعال في منطقة الضغط وبخط مواز لمحور الخمول يبعد مسافة (0.9x) من هذه الحافة . وتكون قيمة إجهاد الضغط

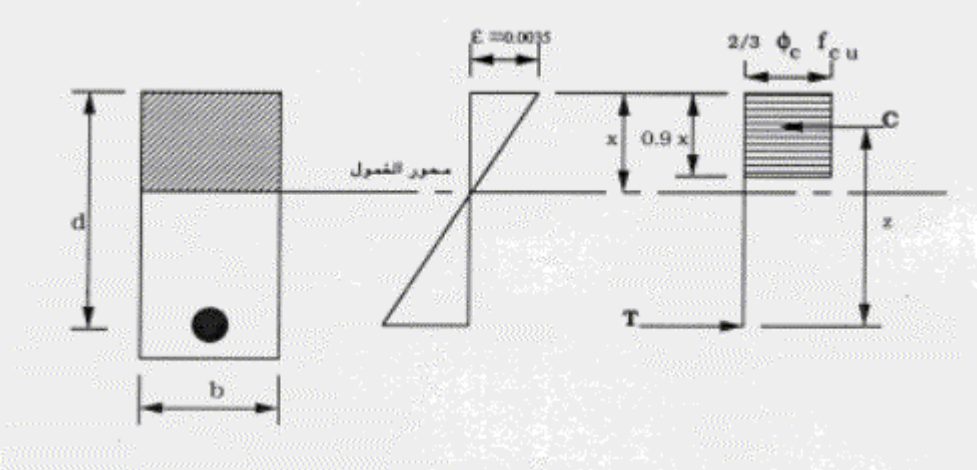
$$\left(\frac{2}{3}\phi_c f_{cu}\right)$$

مساوية وحسب الشكل (3) .

* تكون الإجهادات في التسليح مشتقة من منحنى الإجهاد والانفعال المبين في الشكل (1) .

* يجب ان لا تزيد قيمة ذراع عزم المقاومة (z) عن (0.95d).

* يسمح بإهمال القوى المحورية البسيطة عند تحليل مقاطع الجيزان بشرط ألا تزيد تلك القوى المحورية عن عشر (f_{cu}) مضروبا في المساحة الكلية للمقطع؛ أي ($0.1f_{cu}\ A_c$) .



الشكل (3)

توزيع إجهاد الضغط المكافئ في مقاطع الجيزان

3/2/4 معادلات التصميم (Design Formulae) :

(أ) معادلات التصميم للجيزان ذات المقاطع المستطيلة :

(1) تطبق العلاقات من (8) إلى (14) لحساب التسليح الطولي الأدنى في الجيزان ذات المقاطع المستطيلة والبلاطات المصمتة . كما تطبق هذه العلاقات لحساب التسليح الطولي للجيزان التي على شكل (T) أو (L) والبلاطات ذات الأعصاب والبلاطات المفرغة التي يقع محور الخمول فيها ضمن جناح الضغط ، حيث يؤخذ عرض المقطع (b) مساويا للعرض الفعال لجناح الضغط (b_f) .

(2) تحسب قيم (R) و (R′) كما يلي

$$R = \frac{M}{b\, d^2 f_{cu}} \qquad (8)$$

$$R' = 0.402\,(\beta - 0.4) - 0.18\,(\beta - 0.4)^2 \qquad (9)$$

حيث :-

β = نسبة العزم المعاد توزيعه إلى العزم المرن .

أما في الحالات التي لا تزيد فيها قيمة إعادة توزيع العزوم عن (10) بالمائة [أي لا تقل قيمة (β) عن (0.9) ولا تزيد قيمة (x) عن (0.5d) فتكون عندها قيمة (R′) كما يلي :-

$$R' = 0.156$$

(3) $R' \geq R$:-

عندما لا تزيد قيمة (R) عن (R′) فان المقطع لا يحتاج إلى تسليح ضغط ويحسب التسليح مما يلي:-

$$z = d\left[0.5 + \sqrt{\left(0.25 - \frac{R}{0.9}\right)}\right] \leq 0.95\,d \qquad (10)$$

$$x = \frac{(d - z)}{0.45}$$

$$A_s = \frac{M}{\phi_s f_y z} \qquad (11)$$

(4) $R' < R$

عندما تزيد قيمة (R) عن (R′) فان المقطع يحتاج إلى تسليح ضغط ويحسب من العلاقة التالية :-

$$z = d\left[0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{R'}{0.9}}\right] \qquad (12)$$

$$x = (d - z) / 0.45$$

$$A_s' = (R - R')\, f_{cu}\, bd^2 / \phi_s f_y (d - d') \qquad (13)$$

$$A_s = A_s' + \frac{R' f_{cu} b\, d^2}{\phi_s f_y\, z} \qquad (14)$$

ويراعى انه عندما تزيد قيمة $\left(\frac{d'}{x}\right)$ عن (0.43) يكون الإجهاد في تسليح الضغط اقل من $(\phi_s f_y)$ المستخدمة في العلاقة . ويجب في هذه الحالة الرجوع إلى الفرضيات الأساسية الواردة في البند (4/3/1) لحساب التسليح .

(ب) **معادلات التصميم للجيزان التي على شكل (T) أو (L) :-**

(1) تطبق العلاقة (8) إلى (14) لحساب مساحة التسليح الطولي الأدنى في الجيزان التي على شكل (T) أو (L) والبلاطات ذات الأعصاب والبلاطات المفرغة عندما يقع محور الخمول ضمن جناح الضغط ، أما عندما يقع محور الخمول خارج جناح الضغط فتطبق العلاقتين (15) و (16) لذلك الغرض.

(2) تحسب مساحة تسليح الشد من العلاقة (15) عندما لا تزيد نسبة توزيع العزوم عن (10) بالمائة $[(\beta) \leq (0.9)]$.

$$A_s = \frac{M + 0.1 f_{cu} b_w d(0.45 d - h_f)}{\phi_s f_y (d - 0.5 h_f)} \qquad (15)$$

على أن يتحقق الشرطين التاليين :

$$M < \alpha f_{cu} b d^2$$
$$h_f < 0.45 d$$

حيث :-

$$\alpha = 0.45 \frac{h_f}{d}\left(1 - \frac{b_w}{b}\right)\left(1 - \frac{h_f}{2d}\right) + 0.15 \frac{b_w}{b} \qquad (16)$$

(3) في الحالات التي تقل فيها قيمة (β) عن (0.9) أو لا يتحقق فيها أي من الشرطين الواردين في الفقرة (2) من البند الفرعي (4/3/2ب) فيتم حساب التسليح بالرجوع إلى الفرضيات الواردة في البند (4/3/1) .

4/3/3 تحليل مقاطع الجيزان العميقة :

(أ) يعرف الجائز العميق بأنه الجائز الذي تقل نسبة بحره الخالص إلى عمقه (ℓ_n / h) عن (2.0).

(ب) لا يمكن تطبيق الفرضيات الأساسية الواردة في البند (4/3/1) على الجيزان العميقة لأغراض التحليل الدقيق

بسبب عدم انتظام العلاقة بين الإجهاد والانفعال كما هو الحال في الجيزان العادية .

(ج) يسمح لأغراض هذه الكودة بتحليل مقاطع الجيزان العميقة وفقا للفرضيات الأساسية الواردة في البند (4/3/1) شريطة ألا تزيد المسافة بين قوتي الضغط والشد (z) عما يلي :-

* عندما تكون $\frac{\ell_n}{h} \le 1$:-

$$z \le \frac{3}{5}\ell_n$$

* عندما تكون $1.0 < \frac{\ell_n}{h} < 2.0$:-

$$z \le \frac{1}{5}(\ell_n + 2h)$$

(د) تتم مقاومة قوى الشد في المقطع باستخدام اكثر عدد ممكن من قضبان التسليح ذات الأقطار الصغيرة المستمرة بكامل عددها على طول بحر الجائز والمثبتة بإحكام (Well Anchored) عند الإكائز والموزعة على عمق يساوي $[(5h - \ell_n)/20]$ مقاسا من بطن الجائز (Soffit)

(هـ) يراعى ضرورة التحقق من الثبات الجانبي وفقا لما ورد في البند (4/1/4) .

(و) يجب ان يزيد كل من التسليح العمودي والتسليح الأفقي للوجوه الجانبية في الجيزان العميقة عما هو منصوص عليه في البنود (4/4/10) و (4/8/5) و (9/4/7) .

4/4 مقاومة القص في الجيزان

4/1/4 إجهاد القص في الجيزان :

(أ) يحسب إجهاد القص (v) في الجيزان عند أي مقطع مستطيل الشكل أو على شكل (T) أو (L) من العلاقة التالية :-

$$v = \frac{V}{b_w\, d} \qquad (17)$$

(ب) تصمم المقاطع العرضية المعرضة للقص لتحقيق العلاقة العامة التالية :-

$$v \le v_c + v_s \qquad (18)$$

4/4/2 الحد الأعلى المسموح به لإجهاد القص

(أ) يجب ألا يزيد إجهاد القص التصميمي المسموح به في الجيزان عما يلي :-

$$v_{max} = \phi_v \sqrt{f_{cu}} \qquad (19)$$

على ألا تزيد قيمة (v_{max}) عن (5) نيوتن/مليمتر مربع .

(ب) يراعى ما هو وارد في البند (4/4/10) فيما يتعلق بالجيزان العميقة .

4/3/4 إجهاد القص المسموح به في الخرسانة :

(أ) يحسب إجهاد القص المسموح به في الخرسانة (v_c) في الجيزان من العلاقة التالية :-

$$v_c = 0.27 \phi_v \sqrt[3]{\rho f_{cu}} \qquad (20)$$

على ان لا تزيد قيمة (f_{cu}) عن (40) نيوتن/مليمتر مربع ولا تزيد قيمة (ρ)عن (3.0) بالمائة.

(ب) يجب ان يكون تسليح الشد الطولي المستخدم في حساب (v_c) مستمرا لمسافة لا تقل عن العمق الفعال (d) على جانبي المقطع . وبالنسبة لمقاطع الجيزان عند الركائز فيسمح باستخدام المساحة الكلية لتسليح الشد العلوي بشرط ان يكون مثبتا تثبيتا كاملا في الركيزة وحسب متطلبات الباب الحادي عشر . وعندما يصمم الجائز بافتراض ان نهايته بسيطة الارتكاز فيسمح بحساب (v_c) باستخدام مساحة التسليح السفلي عند الركيزة بشرط تحقيق المتطلبات الخاصة بطول التثبيت الواردة في البند الفرعي (4/8/7ج) . أما في الحالات التي لا يتم فيها تحقيق متطلبات التثبيت للتسليح السفلي في الركيزة فيتم حساب (v_c) باستخدام مساحة التسليح العلوي الذي يزود به الجائز عند الركيزة لمقاومة التشقق على ان يمتد هذا التسليح لمسافة تساوي (3d) في الركيزة مقاسة من حافتها .

(ج) يسمح بزيادة قيمة (v_c) إذا قل العمق الفعال للجائز عن (400) مليمتر . وفي تلك الحالة يحسب إجهاد القص المسموح به من العلاقة التالية :-

$$\bar{v}_c = v_c \sqrt[4]{\frac{400}{d}} \qquad (21)$$

على ان لا تؤخذ قيمة $\sqrt[4]{\frac{400}{d}}$ اقل من (1.0) .

4/4/4 إجهاد القص المسموح به للخرسانة في الجيزان المعرضة لقوى ضغط محورية :

(أ) يحسب إجهاد القص المسموح به للخرسانة (v'_c) في الجيزان المعرضة لقوى ضغط محورية من العلاقة التالية شريطة ألا تزيد قيمته عن (v_{max}) الواردة في البند (4/4/2) وألا تزيد قيمة $\frac{V \cdot d}{M}$ عن (1.0) :-

$$v'_c = v_c + 0.75 \frac{N}{A_c} \cdot \frac{V \cdot d}{M} \qquad (22)$$

(ب) تحسب قيمة (v_c) بموجب البند (4/4/3) ، ويسمح بزيادتها للمقاطع القريبة من الركائز حسب ما هو وارد في البند (4/4/6) .

(ج) عندما يتعرض المقطع بالكامل الى قوة ضغط فلا يوجد معنى من الوجهة النظرية لمصطلح "العمق الفعال" . وفي هذه الحالة تؤخذ (d) باعتبارها المسافة المقاسة بين الحافة الأكثر انضغاطا ومركز مساحة طبقة التسليح الأبعد عن تلك الحافة .

4/5/4 إجهاد القص المسموح به للخرسانة في الجيزان المعرضة لقوى شد محورية :

يحسب إجهاد القص المسموح به للخرسانة في الجيزان المعرضة لقوى شد محورية (v'_c) من العلاقة التالية على ألا تقل قيمته عن الصفر :-

$$v'_c = \left(1 - 0.3 \frac{N}{A_c}\right) V_c \qquad (23)$$

4/6/4 إجهاد القص المسموح به في المقاطع القريبة من الركائز :

(أ) لأغراضتبسيط حسابات تسليح القص قرب الركائز للجيزان المحملة بأحمال منتظمة التوزيعيسمح بتصميم المقاطع الواقعة ضمن مسافة تقل عن (d) من حافة الركيزة لإجهاد القص التصميمي نفسه المحسوب عند المسافة (d) من تلك الحافة ، مع استعمال قيمة إجهاد القص المسموح به للخرسانة (v_c) من دون زيادة كما هو وارد في البند الفرعي (4/4/6ب) .

(ب) يسمح بزيادة إجهاد القص المسموح به للخرسانة الواردة في البند (4/4/3) لمقاطع الجيزان الواقعة ضمن مسافة

(d) مقاسة من حافة الركيزة بنسبة تساوي $(2d/a_v)$ ، على ان يستمر تسليح الشد الطولي مسافة قدرها (d) على جانبي المقطع تحت الدراسة وعلى ألا يقل طول تثبيته في الركيزة عن (20) ضعف قطر القضيب .

(ج) تعتبر الزيادة المنصوص عليها أعلاه في إجهاد القص المسموح به للخرسانة ذات فائدة خاصة للجيزان المعتلية والاطناف (Corbels) عندما تقل المسافة بين الحمل الاكثر المؤثر عليها وحافة الركيزة عن (0.6d) . كما يجب توجيه عناية خاصة لتثبيت قضبان التسليح الرئيسية في الركيزة . وتحسب الكانات الأفقية للاطناف وفقا لما هو وارد في البند (12/3/6) .

4/7/4 تسليح القص :

(أ) يجب ان تحتوي جميع العناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة والمعرضة للانحناء على تسليح القص الأدنى المنصوص عليه في البند (4/8/4) وذلك باستثناء ما يلي :-

* البلاطات المصمتة والبلاطات المسطحة والبلاطات ذات الأعصاب.
* قواعد الأعمدة المنفردة واساسات الجدران والأساسات المشتركة .
* الجيزان التي يقل فيها إجهاد القص التصميمي (v) عن $(0.5\,v_c)$ والتي تعتبر ذات أهمية إنشائية محدودة مثل القموط وما شابهها .

(ب) أنواع تسليح القص :

يكون تسليح القص واحدا أو اكثر مما يلي :-

* كانات عمودية على محور الجائز .
* كانات مائلة بزاوية لا تقل عن (45) درجة عن محور الجائز .

* كانات وقضبان تسليح مكسوحة بزاوية لا تقل عن (30) درجة من محور الجائز .
* شبك فولاذ ملحوم مؤلف من أسلاك عمودية على محور العنصر الإنشائي .
* كانات وقضبان أفقية ، وذلك للاطناف والجيزان المعتلية القصيرة .
* كانات حلزونية متصلة على كامل طول الجائز ومطوقة لكامل المقطع .

(ج) المتطلبات الدنيا وقواعد ترتيب تسليح القص :

يراعى ما هو وارد في البند (4/8/4) بهذا الخصوص .

4/8/4 تصميم تسليح القص :

(أ) يجب ألا تعتبر المقاومة المميزة لتسليح القص اكثر من (460) نيوتن/ملمتر مربع .

(ب) يجب ان تمتد الكانات وغيرها من القضبان والأسلاك المستخدمة لمقاومة إجهاد القص على كامل العمق الفعال (d) ، وان يثبت هذا التسليح عند نهايته حسب المادة (4/11) .

(ج) يسمح بتصميم مقاطع الجيزان المحملة بأحمال منتظمة والواقعة ضمن مسافة تقل عن (d) من حافة الركيزة لإجهاد القص التصميمي نفسه المحسوب عند المسافة (d) وفقا لما ورد في البند الفرعي (4/4/6أ) .

يراعى ما هو وارد في البند (4/4/10) عند تصميم الجيزان العميقة ، ويراعى ما هو وارد في البند (12/3/6) عند تصميم الأطناف الخرسانية (Corbels) .

(هـ) يكتفى بتسليح القص الأدنى المنصوص عليه في البند (4/8/4) عندما يكون إجهاد القص (v) المطلوب مقاومته اقل من $(v_c + 0.4)$ نيوتن/مليمتر مربع ، وذلك على اعتبار ان المقاومة التي توفرها نسبة التسليح الدنيا المنصوص عليها في البند (4/8/4) تساوي (0.4) نيوتن/ملمتر مربع .

(و) تسليح القص العمودي :

يحسب إجهاد القص المسموح به في تسليح القص (v_s) العمودي على محور الجائز (في الكانات مثلا) من العلاقة التالية :-

$$v_s = \frac{\phi_s f_{yw} A_{sv}}{b S_v} \qquad (24)$$

(ز) تسليح القص المائل :

يحسب إجهاد القص المسموح به (v_s) في الكانات المائلة على محور الجائز من العلاقة التالية :-

$$v_s = \frac{\phi_s f_{yw} A_{sv} (\sin \alpha + \cos \alpha)}{b S_v} \qquad (25)$$

(ح) أنظمة القضبان المكسوحة :

(1) لأغراض التصميم يسمح بحساب مقاومة نظام قضبان مكسوحة للقص باعتبار تلك القضبان تشكل عناصر الشد في نظام واحد أو اكثر من الجمالونات تشكل فيه الخرسانة عناصر الضغط [انظر الشكل (4)] .وعليه يحسب إجهاد القص المسموح به في نظام يتألف من صفين أو اكثر من القضبان المكسوحة (v_b)

من العلاقة التالية :-

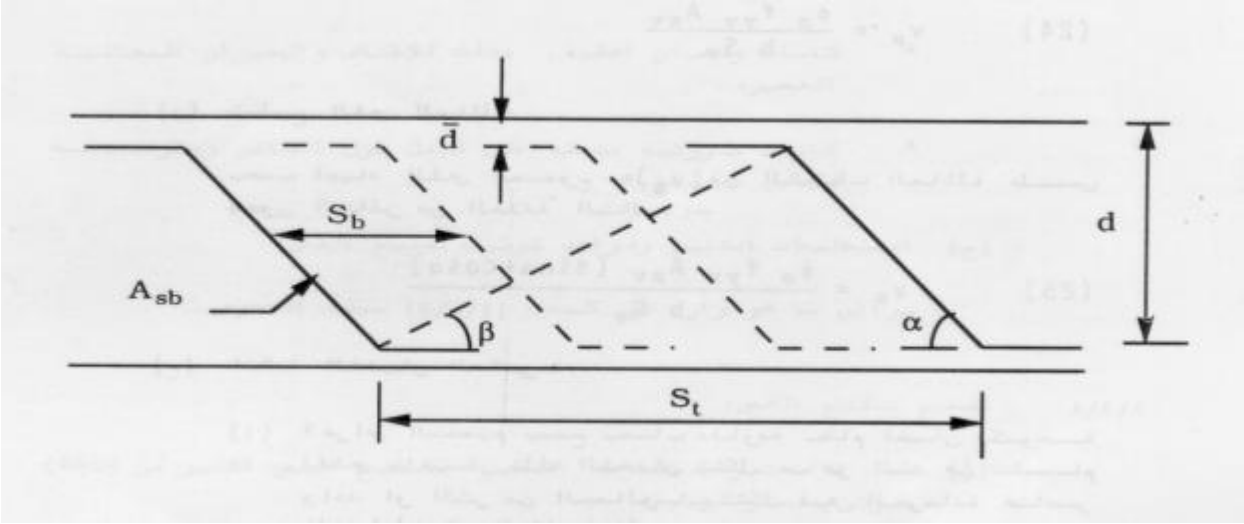
$$v_b = \frac{A_{sb}\,\phi_s\,f_{yw}\,(\cos\alpha+\sin\alpha\,\cot\beta).\frac{(d-d')}{d}}{b\,.\,S_b} \qquad (26)$$

حيث:-

β= الزاوية المحصورة بين عنصر الضغط في الجمالون المفترض لنظام القضبان المكسوحة ومحور الجائز (درجة) .

(2) يجب الالتزام بالقيم التالية لكل من (α) و (s_t) :-

$\alpha \geq 45°$
$s_t \leq 1.5\,d$



الشكل رقم (4)

(3) يحسب إجهاد القص المسموح به لصف واحد من القضبان المكسوحة أو لقضيب مكسوح واحد (v_b) من العلاقة التالية :-

$$v_b = \frac{\phi_s\,f_{yw}\,A_{sb}\,\sin\alpha}{b\,d} \qquad (27)$$

(4) تكون المسافة التي يساهم فيها القضيب المكسوح في مقاومة القص مساوية $[d\,(1+\cot\alpha)]$مقاسة من البداية السفلية لكسحة القضيب وفي اتجاه الكسح .

(5) عند استخدام أنظمة القضبان المكسوحة يجب ان لا تقل مقاومة القص التي تقاومها الكانات عن $[0.5\,(v-v_c)]$.

(ط) الجيزان المحملة من اسفل :

تزود الجيزان المحملة عند الجزء السفلي من مقاطعها بالتسليح العمودي (كانات) الكافي لمقاومة قوى الشد المؤثرة عليها ، بالإضافة إلى التسليح المطلوب لمقاومة قوى القص .

4/9/4 مقاومة القص بالاحتكاك (Shear Friction) :

(أ) يطبق ما هو وارد في هذا البند في الحالات التي يكون من المناسب فيها اعتبار انتقال القص عبر سطح قص معين مثل شق قائم أو متوقع حدوثه ، أو سطح بيني لمادتين مختلفتين ، أو سطح بيني لخرسانة مصبوبة في أوقات مختلفة .

(ب) يفترض حدوث شق على طول سطح القص (Shear Plane) ترافقه إزاحة نسبية .وتتم مقاومة قوى القص بالاحتكاك باستخدام تسليح خاص على ان يكون هذا التسليح متعامدا تقريبا مع ذلك السطح .

(ج) يحسب الحد الأعلى المسموح به لإجهاد القص بالاحتكاك (v_{fmax}) من العلاقة التالية :-

$$v_{fmax} = 0.75\,\phi_v\,\sqrt{f_{cu}} \qquad (28)$$

(د) يراعى ما هو وارد في البند الفرعي (12/4/5هـ).

(هـ) يجب ألا تزيد المقاومة المميزة لتسليح القص بالاحتكاك عن (460) نيوتن/مليمتر مربع.

(و) في حالة تأثير شد مباشر على سطح القص ، تتم مقاومة هذا الشد بتزويد السطح بتسليح إضافي .

(ز) يوزع تسليح القص بالاحتكاك توزيعا منتظما عبر سطح القص ويثبت من على جانبي السطح تثبيتا كاملا .

(ح) ينظف سطح الخرسانة المتصلدة عند صب خرسانة طازجة فوقها تنظيفا كاملا مع تخشينه بعمق (6) ملمتر .

(ط) يجب ان تكون قضبان التسليح المستخدمة لنقل قوى القص بين الفولاذ والخرسانة نظيفة وخالية من الدهان .

4/10/4 اشتراطات خاصة بتصميم الجيزان العميقة (Deep Beams) :

(أ) تطبق الشروط الواردة في هذا البند على الجيزان التي تقل فيها نسبة (ℓ_n / d) عن (5.0) والمحملة على

وجهها المعرض إلى اجهادات ضغط .

(ب) تصمم مقاطع الجيزان العميقة لتحقيق العلاقة رقم (18) . وتحسب قيمة كل من (v_c) و (v_{max}) كما هو ورد في البندين الفرعيين (4/4/10ج) و (4/4/10د) .

(ج) يجب ألا تزيد قيمة إجهاد القص في الجيزان العميقة عن قيمة إجهاد القص الأقصى (v_{max}) والتي تحسب كما يلي :-

* عندما تكون نسبة (ℓ_n / d) اقل من (2.0) :-

$$v_{max} = 0.8\,\phi_v\,\sqrt{f_{cu}} \qquad (29)$$

* عندما تزيد نسبة (ℓ_n / d) عن (2.0) :-

$$v_{max} = 0.8\left(\frac{10+\frac{\ell_n}{d}}{12}\right)\phi_v\,\sqrt{f_{cu}} \qquad (30)$$

(د) يكون إجهاد القص المسموح به (v_c) في الجيزان العميقة حسب ما ورد في البند (4/4/3) .

(هـ) يحدد المقطع الحرج للقص في الجيزان العميقة بالمقطع الذي يبعد $(0.15\,\ell_n)$ من حافة الركيزة في الجيزان الخاضعة لاحمال منتظمة ، و $(0.5\,a_v)$ للجيزان الخاضعة لأحمال مركزة ، على ألا تزيد هذه المسافة عن (d) ، حيث (a_v) المسافة من حافة الركيزة إلى حافة الحمل الأكبر .

(و) في الحالات التي يزيد فيها إجهاد القص (v) عن إجهاد القص المسموح به للخرسانة (v_c) يحسب إجهاد القص المسموح به للتسليح (v_s) من العلاقة التالية:-

$$v_s = \phi_s\,\frac{f_{yv}}{b}\left[\frac{A_{sv}}{S_v}\left(\frac{1+\frac{\ell_n}{d}}{12}\right)+\frac{A_{sh}}{S_h}\left(\frac{11-\frac{\ell_n}{d}}{12}\right)\right] \qquad (31)$$

(ز) يحدد الحد الأدنى للتسليح العمودي على محور الجائز والتسليح الموازي له بما يلي :-

$$A_{sv} \geq 0.0015\ b_w\ S_h \qquad S_h \leq \frac{d}{5}$$

$$S_h \leq 500$$

$$A_{sh} \geq 0.0025\ b_w\ S_v \qquad S_v \leq \frac{d}{3}$$

$$S_v \leq 500$$

(ح) يستعمل تسليح القص المطلوب في المقطع الحرج في جميع مقاطع الجائز وعلى طول بحره .

5/4 مقاومة اللي في الجيزان

4/5/1 عام :

(أ) يتوقف سلوك العناصر الإنشائية المعرضة لعزوم اللي على عدة عوامل أهمها شكل المقطع وكمية ما فيه من تسليح وترتيب ذلك التسليح وعلى الخواص الميكانيكية للمواد وطبيعة القوى الداخلية الأخرى ومقاديرها كعزوم الانحناء وقوى الضغط والشد والقص التي يمكن ان تصاحب اللي .

(ب) تؤخذ عزوم اللي في الاعتبار عند تصميم العناصر الإنشائية اذا كان اللي عنصرا أساسيا يؤثر على اتزانها ، وفي الحالات التي تؤخذ فيها جساءة العنصر في اللي في الاعتبار عند أجراء التحليل .

(ج) يسمح بعدم تصميم الجيزان لمقاومة عزوم اللي في الحالات غير المنصوص عليها في البند الفرعي (4/5/1ب) على اعتبار ان لتسليح القص الأدنى المطلوب في الجيزان القدرة الكافية على التحكم في التشققات .

5/2/4 حساب عزوم اللي :

(أ) عند اخذ عزوم اللي في الاعتبار يتم التحليل الإنشائي لحساب عزوم اللي بطريقة المرونة ، حيث تحسب جساءة العناصر الإنشائية في اللي (K_T) من العلاقة التالية :-

$$K_T = \frac{G\ J_o}{\ell} \qquad (32)$$

على ان تفترض قيمة (G) مساوية ما يلي :-

$$G = 0.42\ E_c \qquad (33)$$

اما قيمة (J_o) فتحسب وفقا لنظريات مقاومة المواد . وبالنسبة للمقاطع مستطيلة الشكل تحسب هذه القيمة من العلاقة التالية :-

$$J_o = \frac{1}{2}\beta\, AB^3 \qquad (34)$$

حيث :-

β = معامل يعتمد على نسبة $\left(\frac{A}{B}\right)$ ، ويحسب من العلاقة التالية :-

$$\beta = \frac{1}{3}\left(1 - 0.63\ \frac{B}{A}\right) \qquad (35)$$

ويمكن حساب قيمة عزم العطالة (القصور الذاتي) للي (J_o) للمقاطع غير المستطيلة الشكل بتقسيمها الى مستطيلات جزئية وافتراض قيمة (J_o) الكلية مساوية مجموع قيم (J_0) لهذه المستطيلات الجزئية ، على ان يكون التقسيم بأسلوب يجعل مجموع قيم (J_o)لهذه المستطيلات الجزئية اكبر ما يمكن . ويتم تحقيق ذلك بشكل عام بجعل أعرض المستطيلات أطول ما يمكن .

4/5/3 حساب إجهاد قص اللي في الجيزان :

(أ) يحسب إجهاد قص اللي (τ) عند أي مقطع في الجائز بافتراض توزيع لدن للإجهادات ، وتحسب (τ) للمقاطع المستطيلة الشكل من العلاقة التالية :-

$$\tau = \frac{2T}{B^2\left(A - \frac{B}{3}\right)} \qquad (36)$$

(ب) يحسب إجهاد قص اللي (τ) للمقاطع على شكل (T) أو (L) أو (I) بتقسيم تلك المقاطع إلى مستطيلات جزئية بأسلوب يجعل مجموع القيمة $\Sigma_{i=1}^{n} B_i^3\ A_i$ للمستطيلات الجزئية اكبر ما يمكن . وفي معظم الحالات يتم تحقيق ذلك الشرط بجعل اعرض المستطيلات أطول ما يمكن . ويحسب إجهاد قص اللي لكل مستطيل جزئي (حسب جساءته) على حدة ليقاوم عزم لي قيمته (T_i) تحسب من العلاقة التالية :-

$$T_i = T\left(\frac{B_i^3\ A_i}{\Sigma_{i=1}^{n} B_i^3\ A_i}\right) \qquad (37)$$

حيث :-

T_i

(i)

= عزم اللي التصميمي المؤثر على المستطيل الجزئي ذي الرقم (نيوتن . ملمتر) ،

T = عزم اللي التصميمي الناتج عن الأحمال التصميمية (نيوتن. ملمتر) ،

A_i = البعد الأكبر للمستطيل الجزئي ذي رقم (i) (ملمتر) ،

B_i = البعد الأصغر للمستطيل الجزئي ذي الرقم (i) (ملمتر) ،

i = رقم المستطيل الجزئي تحت الدراسة ،

N = عدد المستطيلات الجزئية التي تشكل المقطع.

(ج) لأغراض حساب إجهاد قص اللي لا يسمح بزيادة بروز جناح مقاطع الجيزان التي على شكل (T) أو (L) عن وجه الجذع بأكثر من (3) أمثال سماكته .

(د) يعامل المقطع الصندوقي (Box Section) الذي تزيد سماكة كل جدار من جدرانه عن ربع بعد المقطع في اتجاه القياس على انه مستطيل مصمت . أما تلك المقاطع التي تتراوح فيها سماكة كل جدار بين ربع البعد الكلي للمقطع الصندوقي وعشره في اتجاه القياس ، فيسمح بمعاملتها على أنها مقاطع مستطيلة مصمتة أيضا لأغراض حساب عزم اللي على ان تضرب قيمة عزم اللي المحسوبة من العلاقة (37) في أربعة أمثال نسبة قيمة سماكة الجدار إلى بعد المقطع في اتجاه القياس .

ويجب الرجوع الى مراجع اكثر تخصصا بالنسبة للمقاطع الصندوقية التي تقل فيها سماكة كل جدار من جداريه عن عشر المقاس الكلي للمقطع في اتجاه القياس حيث تؤخذ جساءة تلك الجدران بعين الاعتبار .

هذا ، ويراعى تزويد المقاطع الصندوقية عند التقاء الجدران بعضها ببعض بكسحات (Fillets) ذات سماكات مناسبة .

5/4/4 القيم المسموح بها لإجهاد قص اللي :

(أ) يجب ألا يزيد مجموع اجهادات القص الناتجة عن كل من قوة القص واللي $(v+\tau)$ عن قيمة الحد الأعلى المسموح بها لإجهاد القص (v_{max}) الواردة في البند (4/4/2) .

(ب) في الحالات التي لا يزيد فيها البعد الأكبر للكانة (y) عن (550) ملمتر ، يجب ألا يزيد إجهاد قص اللي الأقصى (τ_{max}) عما يلي :-

$$\tau_{max} = \frac{v_{max}\, y}{550} \qquad (38)$$

(ج) تزود مقاطع الجيزان بتسليح خاص لمقاومة إجهاد قص اللي إذا زادت قيمته عن قيمة إجهاد قص اللي الدنيا (τ_c) المحسوبة من العلاقة التالية :-

$$\tau_c = \frac{\phi_\pi}{12} \cdot \sqrt{f_{cu}} \qquad (39)$$

على ان لا تزيد قيمة (τ_c) عن (0.4) نيوتن/ملمتر مربع .

(د) تكون متطلبات التسليح لمقاومة القص وقص اللي وفقا لما هو وارد في الجدول (6) .

الجدول (6)

متطلبات تزويد المقاطع بتسليح لمقاومة القص واللي

	$\tau \le \tau_c$	$\tau > \tau_c$
$V \le V_c$	يزود المقطع بالحد الأدنى المطلوب من تسليح لمقاومة إجهاد القص . ولا يزود المقطع بتسليح لمقاومة إجهاد اللي	يزود المقطع بتسليح يتم حسابه لمقاومة إجهاد اللي .
$V > V_c$	يزود المقطع بتسليح يتم حسابه لمقاومة إجهاد القص ، ولا يزود المقطع بتسليح لمقاومة إجهاد اللي .	يزود المقطع بتسليح يتم حسابه لمقاومة كل من إجهاد القص وإجهاد اللي .

(هـ) لا يزود المستطيل الجزئي من المقطع بتسليح خاص لمقاومة إجهاد قص اللي إذا قلت قيمة إجهاد قص اللي فيه عن (τ_c)

5/5/4 تصميم تسليح قص اللي :

(أ) يتكون تسليح قص اللي من كانات مغلقة مستطيلة الشكل وقضبان تسليح طولية ، وذلك بالإضافة للتسليح المطلوب لمقاومة قوى القص وعزوم الانحناء .

(ب) بالنسبة للمقاطع التي يتم تقسيمها إلى مستطيلات جزئية عند حساب إجهاد قص اللي يتم حساب التسليح

المطلوب وتوزيعه لكل مستطيل جزئي على حدة .

(ج) تصمم المقاطع الواقعة ضمن مسافة (d) من حافة الركيزة لمقاومة إجهاد اللي نفسه المحسوب كما يلي :-

$$A_{st} \geq \frac{T S_v}{0.8\, xy\, \phi_s\, f_{yv}} \qquad (40)$$

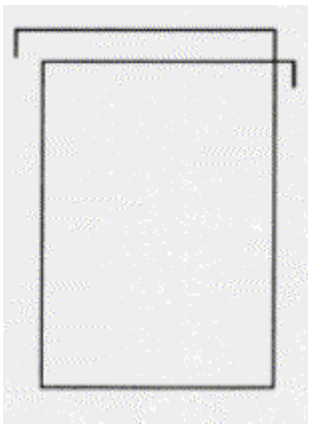
كما يجب ألا تقل مساحة مقطع التسليح الطولي الإضافي عن :

$$A_{sl} \geq \frac{A_{st}}{S_v}\left(\frac{f_{yv}}{f_y}\right)(x+y) \qquad (41)$$

(هـ) عند تطبيق العلاقات الواردة في هذا البند يجب ألا تؤخذ لكل من (f_{yv}) و (f_y) قيم اكبر من (460) نيوتن/ملمتر مربع .

5/6/4 ترتيب وتفاصيل التسليح المقاوم لقص اللي :

(أ) تكون جميع الكانات في الجيزان المصممة لمقاومة اللي كانات مغلقة حسب الشكل (5) ، مع مراعاة ما ورد في الفقرة رقم (2) من البند الفرعي (4/8/4ب) . كما يجب ألا تزيد مسافة التباعد بين الكانات عن (x) أو (0.5y) أو (200) ملمتر ، أيها اقل .



الشكل (5)

شكل الكانة المغلقة

(ب) يوزع التسليح الطولي الإضافي (A_{sl}) بانتظام على محيط الكانات الداخلي على ألا تزيد المسافة الخالصة بين تلك القضبان عن (300) مليمتر وألا يقل عدد القضبان عن (4) توضع في أركان الكانة الأربعة .ويمكن توفير

مساحة التسليح الطولي الإضافي المقاوم لقص اللي عند أي من منسوبي تسليح الشد أو الضغط أو كليهما باستخدام قضبان ذات أقطار اكبر من تلك المستخدمة أصلا لمقاومة الانحناء . كما يجب ان يمتد هذا التسليح لمسافة لا تقل عن البعد الأكبر للمقطع فيما وراء النقطة التي يتلاشى عندها تأثير اجهادات اللي .

(ج) تكون تفاصيل الكانات في المستطيلات الجزئية من المقاطع التي على شكل (T) أو (L) أو (I) بحيث يتداخل بعضها مع بعض على نحو يربط المستطيلات الجزئية للمقطع معا .

4/6 ترخيم الجيزان (Deflection of Beams)

6/1/4 عام :

يراعى ما ورد في البند الفرعي (2/2/3أ) لأغراض الوفاء بمتطلبات حالة حد الترخيم .

6/2/4 الطريقة المبسطة للوفاء بمتطلبات حد الترخيم للجيزان مستطيلة المقطع :

(أ) يمكن الاستغناء عن حسابات الترخيم في الجيزان مستطيلة المقطع وذلك في الحالات التي لا يقل فيها عمق المقطع الفعال (d) عن قيمة العمق الفعال الأدنى (d_{min}) المحسوبة وفقا لما هو وارد في هذا البند .

(ب) تحدد قيمة (d_{min}) من العلاقة التالية :-

$$d_{min} = \frac{\ell}{\lambda} \qquad (42)$$

(ج) يحدد الجدول (7) قيمة معامل نحافة الجائز (λ) للجيزان بسيطة الارتكاز والجيزان المستمرة والجيزان المعتلية .

الجدول (7)

قيم معامل نحافة الجائز (λ)

البحر (متر)	جيزان بسيطة	جيزان مستمرة من	جيزان مستمرة من	جيزان معتلية

	جانبين	جانب واحد	الارتكاز	
7	26	24	20	اقل من (10)
يتم حساب قيمة سهم الترخيم	26	24	20	10
	23	21	18	12
	21	19	16	14
	18	17	14	16
	16	15	12	18
	13	12	10	20

(د) تعدل قيمة معامل نحافة الجائز (λ) حسب نسبة مساحة تسليح الشد (ρ) وإجهاد التشغيل (f_s) له ، وذلك في مقطع يقع في منتصف البحر (أو عند الركيزة للجيزان المعتلية) . ويتم هذا التعديل بضرب قيمة المعامل (λ) الواردة في الجدول (7) في قيمة المعامل (f_1) الواردة في الجدول (8)

والمستنتج من العلاقة التالية :-

$$f_1 = 0.55 + \frac{477 - f_s}{120\left(0.9 + \frac{M}{b\,d^2}\right)} \le 2.0 \qquad (43)$$

ولهذا الغرض يسمح بحساب إجهاد التشغيل (f_s) من العلاقة التالية :-

$$f_s = \frac{5}{8} \cdot \frac{\psi}{\beta} \cdot f_y$$

حيث :-

β = نسبة العزم المعاد توزيعه إلى العزم المرن [في حالة إعادة توزيع العزوم حسب ما هو ورد في المادة (3/6)] ،

ψ = نسبة التسليح المطلوب الى ذلك الذي تم توفيره $\left(\frac{A_{sreq}}{A_{sp}}\right)$.

أما في الحالات التي تكون فيها قيمة (β) غير معروفة ، وتكون فيها قيمة عزم المقاومة الأقصى في منتصف البحر مساوية عزم الانحناء المرن لحالة الحد الأقصى أو اكبر منه ، فيسمح بحساب إجهاد التشغيل (f_s) من العلاقة التالية :-

$$f_s = \frac{5}{8} f_y$$

(هـ) تعدل قيمة معامل نحافة الجائز (λ) حسب نسبة مساحة تسليح الضغط (ρ') وذلك بضرب قيمته المعدلة حسب البند الفرعي (4/6/2د) في المعامل (f_2) الوارد في الجدول (9) والمستنتج من العلاقة التالية :-

$$f_2 = 1 + \frac{\rho'}{3+\rho'} \le 1.5 \qquad (44)$$

حيث :-

$$\rho' = \frac{100\, A'_{sp}}{b\, d}$$

ويسمح هنا بأن تشمل مساحة تسليح الضغط جميع قضبان التسليح الواقعة في منطقة الضغط من المقطع بما فيها تلك القضبان غير الواقعة ضمن كانات

(و) يتم استنتاج القيم الواقعة بين أي قيمتين وردتين في الجدول (7) و الجدول (8) و الجدول (9) بالنسبة والتناسب .

الجدول (8)

معامل التعديل (f_1)

$M/b\,d^2$									إجهاد التشغيل	إجهاد الخضوع
6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	1.50	1.00	0.75	0.50		
0.96	1.03	1.13	1.28	1.53	1.73	2.00	2.00	2.00	138	220
0.92	0.98	1.07	1.20	1.43	1.61	1.89	2.00	2.00	173	276
0.81	0.86	0.92	1.02	1.18	1.31	1.51	1.65	1.85	259	414
0.81	0.85	0.91	1.01	1.17	1.29	1.49	1.63	1.83	263	420

(ز) روعي في الجداول (7) و (8) و(9) وفي العلاقة (43) و العلاقة (44) تأثير كل من الزحف والانكماش في الظروف العادية . أما في الحالات التي يتوقع فيها انفعال انكماش حر تزيد قيمته عن (0.000 75) أو معامل زحف يزيد عن (3.0) ، أو يحتمل فيها تعرض الخرسانة لظروف غير عادية ، فانه يجب تخفيض قيمة المعامل (λ) المسموح بها على ألا تزيد نسبة التخفيض عن (15) بالمائة .

الجدول (9)

معامل التعديل (f_2)

ρ'	المعامل (f_2)
0.00	1.00
0.15	1.05
0.25	1.08
0.35	1.10
0.50	1.14
0.75	1.20
1.00	1.25
1.50	1.33
2.00	1.40
2.50	1.45
اكبر من 3.00	1.50

4/6/3 الطريقة المبسطة للوفاء بمتطلبات حد الترخيم للجيزان على شكل (T) أو (L):

(أ) يمكن الاستغناء عن حسابات الترخيم في الجيزان على شكل (T) أو (L) في الحالات التي لا يقل فيها العمق الفعال للمقطع (d) عن قيمة العمق الفعال الأدنى .

(ب) تحسب قيمة العمق الفعال الأدنى (d_{min}) للجيزان على شكل (T) أو (L) بالطريقة نفسها الواردة في البند (4/6/2) مع حساب قيمة كل من نسبتي تسليح الشد والضغط باستعمال عرض جناح الضغط (b_f) بدلا من عرض الجذع (b) ، على ان تعدل قيمة المعامل (λ) كما يلي :-

* تضرب قيمة (λ) في (0.8) عندما تقل نسبة (b/b_f) عن(0.3).

* تضرب قيمة (λ) في معامل يتزايد خطيا من (0.8) الى (1.0) مع تزايد نسبة (b/b_f) من (0.3) إلى (1.0)

4/6/4 حساب الترخيم :

(أ) **عام :**

(1) عند حساب ترخيم الجيزان يراعى ان هناك عوامل متعددة يصعب تحديدها وقد تؤثر بشكل كبير على درجة دقة تلك الحسابات . واهم هذه العوامل ما يلي :-

* اعتماد فرضيات مبسطة (وأحيانا غير دقيقة) لتحديد التقييد عند نهايتي الجائز (End Restraints)

* عدم معرفة قيمة الحمل الدائم (ذي التأثير طويل الأمد) على الجائز بدقة .

* الاختلاف الكبير في قيمة الترخيم المحسوبة لمقطع متشقق عن تلك المحسوبة لمقطع غير متشقق ، وصعوبة تحديد ما إذا كانت المقاطع متشققة أو غير متشققة تحت تأثير حمل التشغيل .

* صعوبة تقييم تأثير التشطيبات والتمديدات والقسامات على ترخيم الجيزان .

(2) بالإمكان حساب الترخيم بدقة مقبولة باستخدام الطريقة المنصوص عليها في هذا البند إذا تم تقدير العوامل الأربعة المذكورة أعلاه على نحو معقول .

(3) يتم حساب الترخيم بحساب تقوسات الجائز ومن ثم حساب سهم الترخيم من تلك التقوسات .

(ب) **حساب التقوس :**

(1) يتم حساب تقوس الجائز (Curvature) عند أي مقطع من بحره مرتين الأولى ، بافتراض أن المقطع غير متشقق ، والثانية بافتراض ان المقطع متشقق ثم يتم اختيار اكبر القيمتين لأغراض حساب الترخيم .

(2) يحسب التقوس في حالة المقطع غير المتشقق بافتراض ما يلي :-

* تحسب الانفعالات بافتراض محافظة المقاطع المستوية على استوائها بعد الانحناء.

* يسلك فولاذ التسليح سواء في الشد أم في الضغط سلوك المواد المرنة ، ويؤخذ معاير المرونة له مساويا (200) كيلو نيوتن/ملمتر مربع .

* تسلك الخرسانة في الضغط وفي الشد سلوك المواد المرنة ، ويؤخذ كل من معاير المرونة قصير الأمد

(E_c) ومعاير المرونة الفعال طويل الأمد (E_{ce}) لها طبقا لما ورد في البند الفرعي (2/4/2ب) .

(3) يحسب التقوس في حالة المقطع المتشقق باستخدام الافتراضات نفسها المنصوص عليها للمقاطع غير المتشققة باستثناء إجهادات الشد في الخرسانة ، حيث يفترض للاجهادات توزيع مثلث الشكل تبلغ قيمة الإجهاد فيه صفرا عند محور الخمول (Neutral Axis) و (1.0) نيوتن/ملمتر مربع عند وكز مساحة تسليح الشد لحساب الترخيم قصير الأمد ، وتنخفض إلى (0.55) نيوتن/ ملمتر مربع لحساب الترخيم طويل الأمد

(4) علاقات حساب التقوسات :

* يحسب التقوس قصير الأمد للمقطع غير المتشقق من العلاقة التالية :-

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{E_c\, I} \qquad (45)$$

*يحسب التقوس قصير الأمد للمقطع المتشقق من العلاقة التالية وحسب الشكل (6) :-

$$\frac{1}{r} = \frac{f_c}{x\, E_c} = \frac{f_s}{(d-x)\, E_s} \qquad (46)$$

* يحسب التقوس طويل الأمد لكل من المقطع المتشقق والمقطع غير المتشقق باستخدام العلاقتين (45) و (46) مع الاستعاضة عن (E_c) بمعاير مرونة الخرسانة الفعال طويل الأمد (E_{ce}) .

(ج) حساب التقوسات الكلية طويلة الأمد :

يحسب التقوس الكلي طويل الأمد باتباع الخطوات التالية :-

* تحسب التقوسات اللحظية (Instantaneous Curvatures) تحت تأثير كل من الحمل الكلي والحمل الدائم .

* يحسب التقوس طويل الأمد (Long-term Curvature) تحت تأثير الحمل الدائم .

* يضاف الى التقوس طويل الأمد تحت تأثير الحمل الدائم الفرق بين التقوس اللحظي تحت تأثير الحمل الكلي والتقوس اللحظي الناتج عن الحمل الدائم.

* يضاف الى التقوس الناتج من الخطوة السابقة التقوس الناتج عن الانكماش والذي يحسب من العلاقة التالية:-

$$\frac{1}{r_{cs}} = \frac{\varepsilon_{cs} \cdot n_e \cdot S_s}{I} \qquad (47)$$

(د) حساب الترخيم من التقوسات :

(1) يرتبط شكل ترخيم الجائز بالتقوسات وحسب العلاقة التفاضلية التالية :-

$$\frac{1}{r_y} = \frac{d^2\delta}{d\,y^2}$$

حيث :-

y = المسافة بين الإكزة اليسرى والمقطع قيد الدراسة،

$\frac{1}{r_y}$ = التقوس عند المسافة (y) ،

δ = سهم الترخيم عند المسافة (y) .

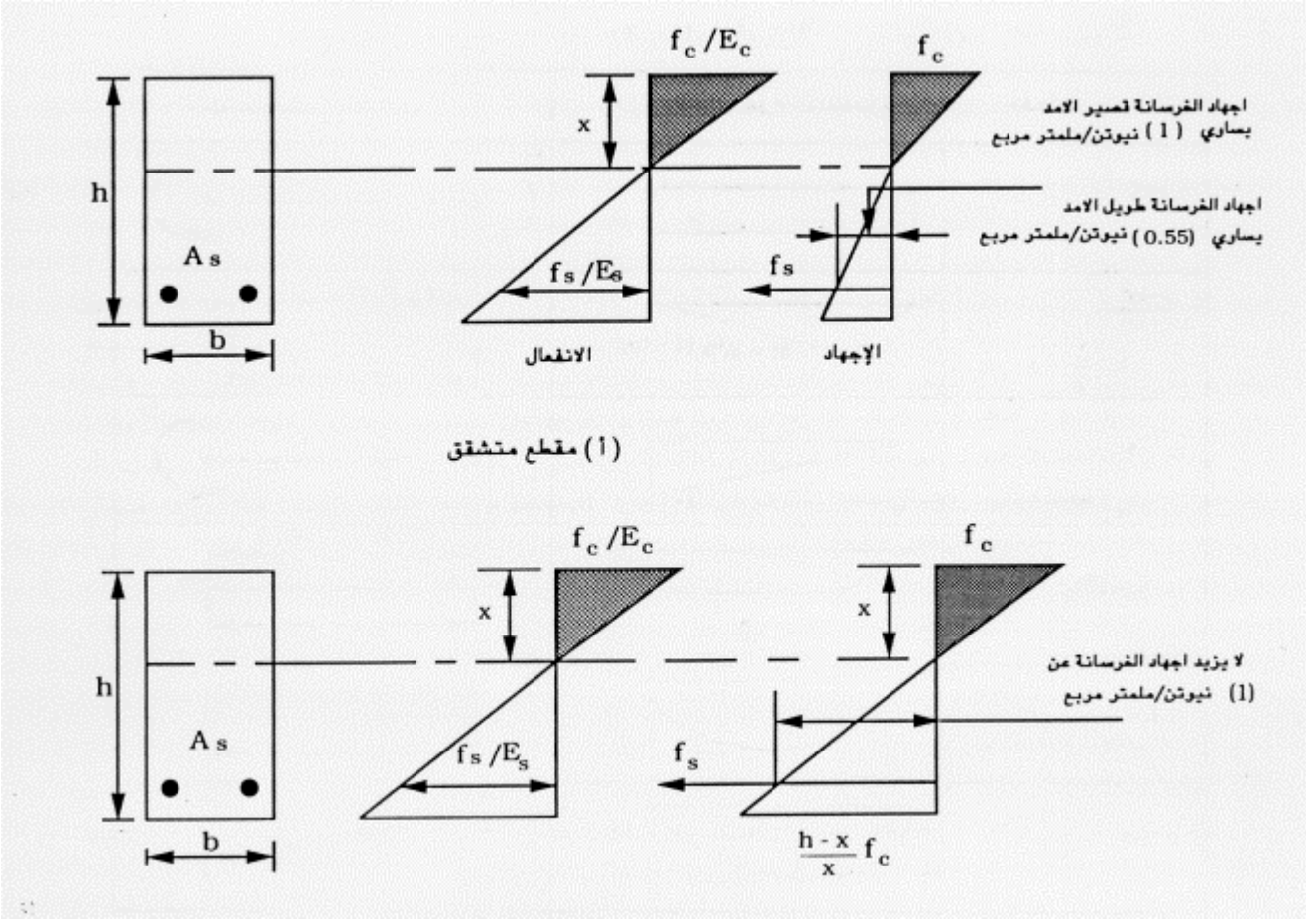
(2) يحسب سهم الترخيم مباشرة بتطبيق العلاقة (47) باستخدام التكامل العددي (Numerical Integration) لتقوسات محسوبة عند مقاطع متتالية على طول الجائز.

(3) يمكن حساب الترخيم بطريقة مبسطة للجزان المحملة بأحمال منتظمة التوزيع من العلاقة التالية:-

حيث :-

$$\delta = k\,\ell^2\left(\frac{1}{r}\right) \qquad (48)$$

k = معامل تكون قيمته حسب الجدول (10) .



(ب) مقطع غير متشقق

ملاحظات :

h = العمق الكلي للمقطع f_c = إجهاد الضغط الأقصى للخرسانة

X = المسافة بين محور الخمول وطرف المقطع المعرض للضغط f_s = إجهاد الشد في فولاذ حديد التسليح

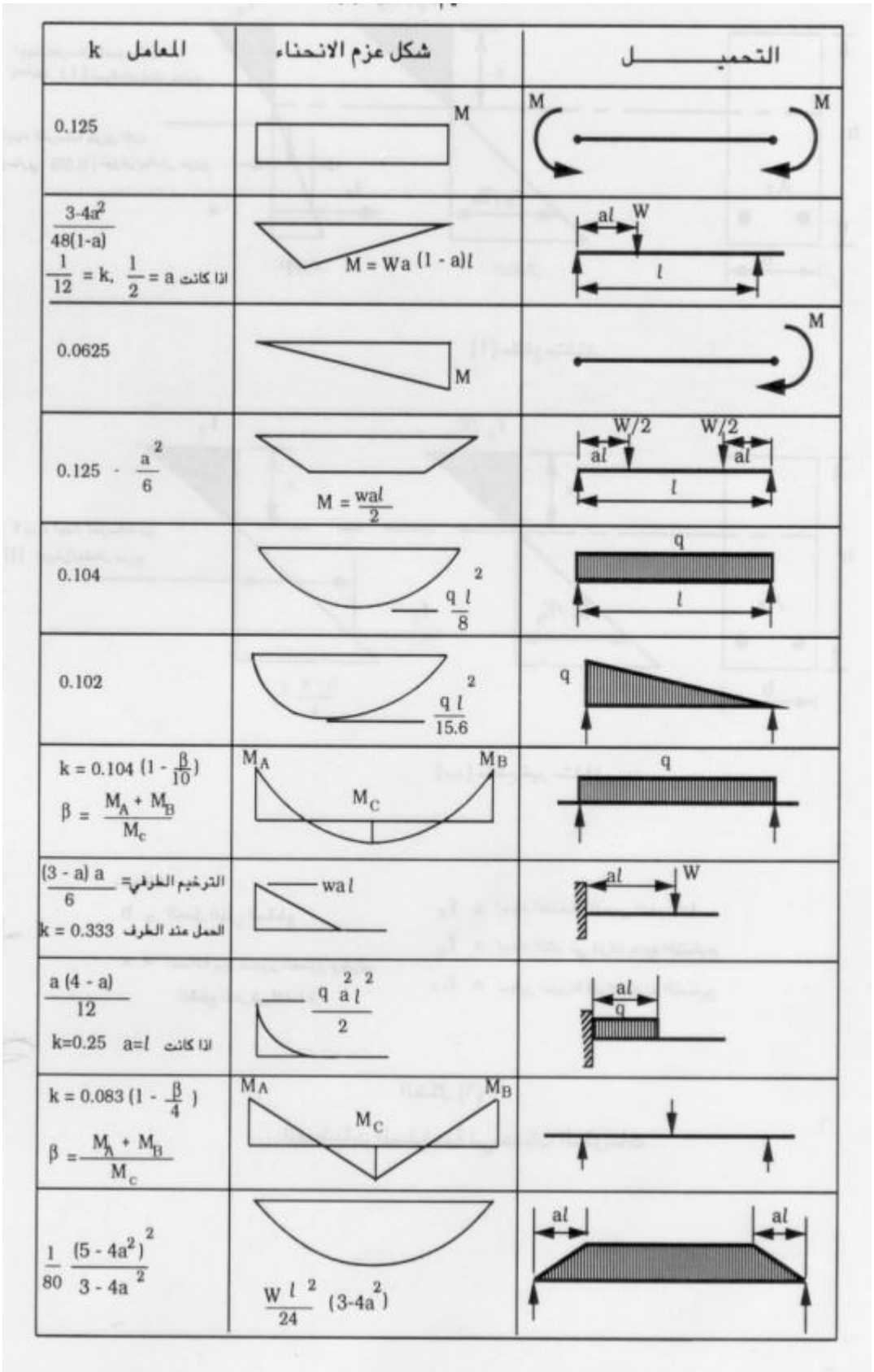
E_s = معاير المرونة لفولاذ حديد التسليح

الشكل (6)

الفرضيات المستخدمة في حساب التقوسات

الجدول (10)

قيم المعامل (k)



4/7 ضبط التشققات في الجيزان (Crack Control in Beams)

4/7/1 الوفاء بمتطلبات حد التشقق :

يعتبر الالتزام بالشروط الخاصة بمسافة التباعد القصوى بين قضبان الشد والواردة في البندين (11/7/2) و (4/8/5) كافيا لضبط التشققات في الجيزان . أما عند عدم الالتزام بهذه الشروط (أو في بعض الحالات الخاصة مثل استخدام حزم

من القضبان (Bundled Bars) المتلاصقة) فيجب حساب عرض الشقوق في الجيزان تحت تأثير أحمال التشغيل ومقارنته بالعرض الأقصى المسموح به للشق حسب ما ورد في البند الفرعي (2/2/3ب) .

4/7/2 حساب سماكة الشقوق :

(أ) عام:

(1) يعتمد عرض الشق الناتج عن الانحناء عند نقطة محددة على سطح العنصر الإنشائي على ثلاثة عوامل هي :-

* المسافة بين النقطة قيد الدراسة على سطح الجائز وقضبان التسليح المتعامدة مع الشق .
* المسافة بين النقطة قيد الدراسة ومحور الخمول (Neutral Axis).
* قيمة الانفعال عند النقطة قيد الدراسة .

(2) تعتبر دقة النتائج التي يتم الحصول عليها باتباع الأسلوب المنصوص عليه في هذا البند مقبولة من الناحية العملية ، ألا ان تطبيق هذا الأسلوب لحساب عرض الشق للعناصر الإنشائية المعرضة بشكل رئيسي لقوى شد محوري قد يترتب عليه الحصول على قيم اقل من القيم الواقعية .

(3) التشقق ظاهرة شبه عشوائية ، وعليه ، فليس بالإمكان التنبؤ بالقيمة القصوى المطلقة لعرض الشق [يراعى ما ورد في البند الفرعي (2/2/3ب)].

(ب) معادلة حساب عرض الشق :

(1) يحسب عرض الشق من العلاقة (49) شريطة ألا يتعدى الانفعال في تسليح الشد القيمة $\left(\frac{0.8\, f_y}{E_s}\right)$

$$W_c = \frac{3\, a \varepsilon_m}{1 + 2\left(\frac{a - c}{h - x}\right)} \qquad (49)$$

حيث :-

a = المسافة بين النقطة قيد الدراسة وسطح اقرب قضيب تسليح طولي (ملمتر) ،

ε_m = متوسط الانفعال عند النقطة قيد الدراسة ويحسب كما يلي:-

$$\varepsilon_m = \varepsilon_1 - \frac{b\,(h - x)\,(a' - x)}{3\, E_s\, A_s\, (d - x)} \qquad (50)$$

حيث :-

ε_1 = الانفعال عند منسوب النقطة قيد الدراسة والمحسوب بطريقة المرونة ،

a' = المسافة بين الوجه المعرض إلى الضغط والنقطة قيد الدراسة (ملمتر)،

b = عرض المقطع عند مركز ثقل تسليح الشد (ملمتر) .

(2) تدل القيمة السالبة لمتوسط الانفعال (ε_m) على عدم حدوث تشقق في المقطع .

(3) عند حساب الانفعالات يؤخذ معايير مرونة الخرسانة مساويا لنصف قيمته اللحظية .

(4) في الحالات التي يتوقع فيها تعرض الخرسانة إلى انفعالات انكماش عالية غير طبيعية [اكبر من (0.0006)] يجب زيادة (ε_m) بإضافة (50) بالمائة من انفعال الانكماش المتوقع .

4/8 أسس تسليح الجيزان

4/8/1 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي :

(أ) يجب ألا تقل النسبة المئوية لمساحة تسليح الشد في الجيزان عما يلي :-

$$\rho \geq \frac{70}{f_y}$$

(ب) يجب ألا تقل النسبة المئوية لمساحة تسليح الضغط في الجيزان (في الحالات التي تتطلب تزويد المقطع بتسليح لمقاومة الضغط) عما يلي :-

$$\rho' \geq 0.2$$

(ج) تحسب النسبة المئوية لمساحة تسليح الشد والنسبة المئوية لمساحة تسليح الضغط من العلاقتين التاليتين :-

$$\rho = \frac{100\ A_s}{b\ d} \qquad (51)$$

$$\rho' = \frac{100\ A'_s}{b.d} \qquad (52)$$

(د) تؤخذ (b) في المقاطع الصندوقية أو المقاطع على شكل (T) أو (L) مساوية لمتوسط عرض الجذع .

(هـ) تتم زيادة المساحة الدنيا لكل من تسليح الشد وتسليح الضغط للجيزان على شكل (T) و (L) بنسبة الثلث وذلك في الحالات التي تقل فيها نسبة عرض الجذع الى عرض جناح الضغط (b/b_f) عن (0.4)

4/8/2 المساحة القصوى للتسليح الرئيسي :

يجب ألا تزيد أي من النسبة المئوية لمساحة تسليح الشد والنسبة المئوية لمساحة تسليح الضغط في الجيزان عما يلي :-

$$\rho \leq 4$$
$$\rho' \leq 4$$

4/8/3 التسليح العرضي في جناح الضغط في الجيزان على شكل (T) أو (L) :

يجب ألا تقل مساحة التسليح العلوي الواقع في جناح الضغط (A_{sf}) والمتعامد مع اتجاه محور الجائز عما يلي :-

$$A_{sf} \geq 0.002\ h_f \ell$$

شريطة ان يمتد هذا التسليح على كامل عرض جناح الضغط .

4/8/4 المتطلبات الدنيا للكانات :

(أ) **المتطلبات والقواعد الخاصة بترتيب كانات تسليح القص :**

(2) جميع الجزان وغيرها من العناصر الإنشائية المعرضة للانحناء على كامل بحرها بتسليح قص على شكل كانات لا تقل مساحتها عما يلي :-

$$\frac{A_{sv}}{S_v} = \frac{0.4b}{\phi_s f_{yv}}$$

مع مراعاة الاستثناءات الواردة في البند الفرعي (4/4/7أ).

(1) يجب ألا تزيد مسافة التباعد الأفقية بين الكانات في اتجاه محور العنصر اصغر القيمتين التاليتين :-

$$S_v \le 0.75\, d$$

$$S_v \le 600 \quad \text{(ملمتر)}$$

(2) يجب ألا تزيد مسافة التباعد بين قوائم الكانات ضمن عرض العنصر (في الاتجاه العمودي على محور العنصر) عن الحد الأعلى لقيمة (S_v) المنصوص عليها أعلاه .

(3) يخفض الحد الأعلى لقيمة (S_v) الى $(0.5d)$ في الحالات التي تزيد فيها قيمة (v) عن $(1.8\, v_c)$.

(ب) المتطلبات والقواعد المتعلقة بترتيب الكانات المستخدمة لاحتواء تسليح الضغط :

(1) تزود الجزان التي يقاوم فيها جزء من التسليح الرئيسي أو كله قوى ضغط بكانات ذات قطر لا يقل عن $\left(\frac{1}{4}\right)$ قطر أكبر قضيب تسليح رئيسي يقاوم الضغط أو عن (6) ملمتر أيهما اكبر ، على ألا تزيد مسافة التباعد بينها عن (12) ضعفا من قطر أصغر قضيب رئيسي يقاوم الضغط .

(2) يتم احتواء قضبان التسليح الرئيسية المقاومة للضغط ضمن الكانات بحيث تحيط الكانة بكل قضيب تسليح بالالتفاف حوله بزاوية لا تزيد عن (135) درجة . ألا انه يسمح بعدم التفاف الكانة حول أي قضيب تسليح يقع بين قضيبي تسليح محاطين ، شريطة ألا تزيد المسافة بين ذلك القضيب وأي من القضيبين الواقعين عن يمينه ويساره عن (150) ملمتر .

4/8/5 التسليح الأدنى لوجوه الجزان الجانبية :

تزود الجزان التي يزيد عمقها الفعال عن (750) ملمتر بتسليح لضبط التشققات على وجوهها الجانبية لا يقل قطره (ϕ) عما يلي :-

$$\phi = \sqrt{\frac{S \cdot b}{f_y}} \qquad (53)$$

حيث :-

S = مسافة التباعد الرأسية بين قضبان التسليح المثبتة على وجوه الجزان الجانبية ، على ان لا

تزيد عن (250) ملمتر .

b = عرض الجائز ، ولا يؤخذ أقل من (500) ملمتر .

ويتم توزيع التسليح على مسافة تعادل ثلثي عمق الجائز الكلي مقاسة من وجه الشد.

4/8/6 متطلبات تفاصيل التسليح :

يراعى ما هو وارد في الباب الحادي عشر من هذه الكودة .

8/7/4 قواعد ترتيب التسليح في الجيزان :

(أ) المقطع الذي يصبح عنده قضيب التسليح غير مطلوب :

يعرف المقطع الذي يصبح عنده قضيب التسليح غير مطلوب بأنه ذلك المقطع من الجائز الذي يصبح عنده عزم الانحناء التصميمي مساويا عزم مقاومة المقطع من دون اخذ ذلك القضيب في الاعتبار .

(ب) مسافة امتداد قضبان التسليح الرئيسية :

(1) يجب أن تمتد قضبان التسليح الرئيسية المقاومة للشد والضغط والتي تساهم في مقاومة المقطع لعزم الانحناء الى ما بعد المقطع الذي يصبح عنده قضيب التسليح غير مطلوب بمسافة لا تقل عن أطول المسافات التالية :-

* العمق الفعال للمقطع .
* (12) ضعفا من قطر القضيب .
* مسافة طول التثبيت المناسبة لمقاومته التصميمية [المقاومة التصميمية تساوي $(\phi_s f_y)$].

(2) بالإضافة الى ما ورد أعلاه لا يسمح بإيقاف قضبان التسليح الرئيسية المقاومة للشد ألا إذا تحقق أحد الشرطين التاليين على الأقل ، وذلك لحالة الحد الأقصى ولتجميع الأحمال الأكثر خطورة:-

* أن تكون مقاومة القص للمقطع الذي يتوقف عنده قضيب التسليح مساوية ضعفي قوة القص التصميمة .

* ان تكون مقاومة الانحناء للمقطع الذي يتوقف عنده قضيب التسليح مساوية ضعفي عزم الانحناء التصميمي .

(3) تستثنى قضبان التسليح المنتهية عند الركائز الطرفية من الشروط الواردة في هذا البند الفرعي حيث يطلب فقط توفير طول تثبيت يتناسب مع المقاومة التصميمية لفولاذ التسليح $(\phi_s f_y)$.

(ج) تثبيت قضبان التسليح عند نهاية الجائز بسيط الارتكاز :

يجب تثبيت كل قضيب تسليح مقاوم للشد عند نهاية الجائز بسيط الارتكاز بإحدى الطرق التالية :-

* (12)

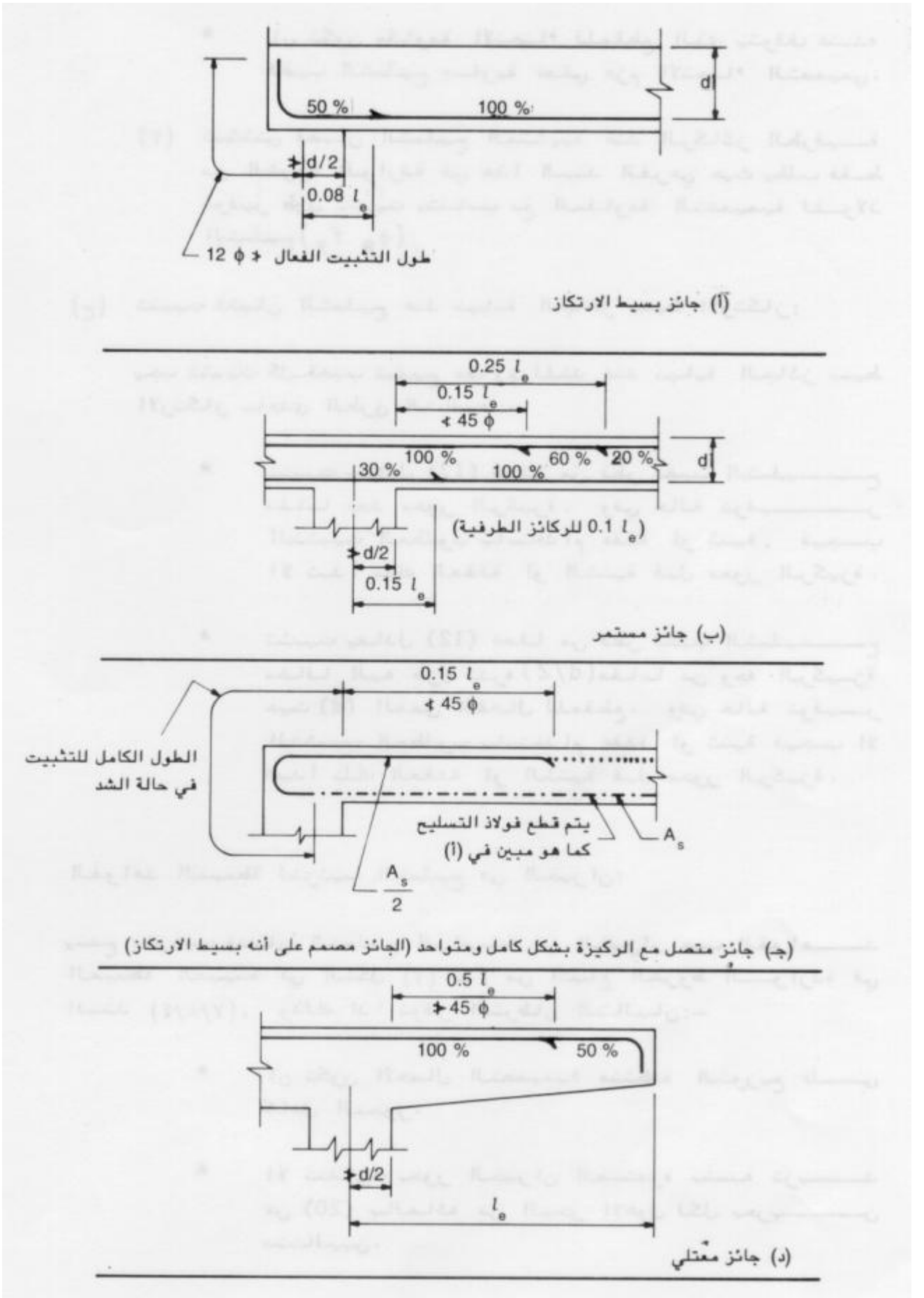
تثبيت يعادل ضعفا من قطر قضيب التسليح مقاسا بعد محور الكيزة . وفي حالة توفير التثبيت المطلوب باستخدام عقفة أو ثنية ، فيجب ألا تبدأ العقفة أو الثنية قبل محور الكيزة .

* تثبيت يعادل (12) ضعفا من قطر قضيب التسليح مضافا إليه طول قدره (d/2) مقاسا من وجه الكيزة حيث (d) العمق الفعال للمقطع . وفي حالة توفير التثبيت المطلوب باستخدام عقفة أو ثنية فيجب ألا تبدأ تلك العقفة أو الثنية قبل محور الكيزة.

4/8/8 القواعد المبسطة لترتيب قضبان التسليح في الجيزان :

يسمح بترتيب قضبان التسليح الرئيسية في الجيزان حسب القواعد المبسطة المبينة في الشكل (7) بدلا من اتباع الشروط الواردة في البند (4/8/7) ، وذلك اذا توفر الشرطان التاليان :-

* أن تكون الأحمال التصميمية منتظمة التوزيع على كامل البحور .
* ألا تتفاوت بحور الجيزان المستمرة بنسبة تزيد عن (20) بالمائة من البحر الأطول لكل بحرين متتاليين .



شكل (7)

القواعد المبسطة لترتيب التسليح في أنواع مختلفة من الجيزان

الباب الخامس

البلاطات المصمتة المستندة الى ركائز خطية

1/5 عام

1/1/5 الرموز :

A_s = مساحة تسليح الشد (ملمتر) ،

b = عرض الشريحة موضع الدراسة (ملمتر) ،

d = العمق الفعال (ملمتر) ،

f_y = المقاومة المميزة لفولاذ التسليح (نيوتن/ملمتر مربع) ،

J = معامل ،

K = معامل ،

ℓ = البحر الفعال للبلاطة (متر) ،

ℓ_x = طول البحر الفعال الأقصر للبلاطة (متر) ،

ℓ_y = طول البحر الفعال الأطول للبلاطة (متر) ،

m_x = عزم الانحناء التصميمي في منتصف شريحة عرضها وحدة واحدة وبحرها (ℓ_x) (كيلو نيوتن .متر) ،

m_y = عزم الانحناء التصميمي في منتصف شريحة عرضها وحدة واحدة وبحرها (ℓ_y) (كيلو نيوتن . متر) ،

u = الحمل التصميمي ،

V_x = قوة القص التصميمية عند الإكيزة الحاملة لشريحة ذات عرض يساوي وحدة طول واحدة في

اتجاه البحر الأقصر (كيلو نيوتن/متر) ،

V_y = قوة القص التصميمية عند لإكيزة الحاملة لشريحة ذات عرض يساوي وحدة طول واحدة في اتجاه البحر الأطول (كيلو نيوتن /متر) ،

α_x = معامل عزم انحناء في اتجاه البحر الأقصر [حسب الجدول (12)] ،

α_y = معامل عزم انحناء في اتجاه البحر الأطول [حسب الجدول (12)] ،

β_x = معامل عزم انحناء في اتجاه البحر الأقصر [حسب الجدول (13)] ،

β_y = معامل عزم انحناء في اتجاه البحر الأطول [حسب الجدول (13)] ،

γ_x = معامل قوة القص عند لإكيزة الحاملة للبحر الأقصر حسب الجدول (14) ،

γ_y = معامل قوة القص عند لإكيزة الحاملة للبحر الأطول حسب الجدول (14) ،

ρ = النسبة المئوية لمساحة تسليح الشد (بالمائة)، وتساوي $\frac{100 A_s}{b.d}$

1/2/5 تعريف البلاطات المصمتة المستندة الى ركائز خطية :

هي عناصر إنشائية مصمتة مستوية محملة في اتجاه عمودي على مستواها ، وتستند الى ركائز خطية مستمرة ولأغراض هذه الكودة تسمى "البلاطات المصمتة" .

1/3/5 انواع البلاطات المصمتة المستندة الى ركائز خطية :

تقسم البلاطات المصمتة المستندة الى ركائز خطية حسب انتقال الاحمال فيها الى نوعين :-

(1) البلاطات المصمتة ذات الاتجاه الواحد :

وهي البلاطات المحمولة في اتجاه واحد على ركيزتين ممتدتين على طول الطرفين المتقابلين ، او البلاطات المستطيلة المحمولة على حوافها الأربع والتي يزيد طولها عن ضعفي عرضها .

(2) البلاطات المصمتة ذات الاتجاهين :

وهي البلاطات المستطيلة المحمولة على حوافها الأربع والتي يقل طولها عن ضعفي عرضها .

5/1/4 المجال :

(أ) تتطرق الشروط وطرق التحليل والتصميم الواردة في هذا الباب بشكل رئيسي الى البلاطات المصمتة المستطيلة

المستندة على ركائز خطية والمحملة بحمل منتظم التوزيع . الا انه يمكن تطبيقها على أشكال أخرى من البلاطات المصمتة كالبلاطات دائرية الشكل وتلك التي على شكل شبه منحرف .

(ب) لا يتطرق هذا الباب الى البلاطات ذات الأعصاب ، حيث خصص الباب السادس من هذه الكودة لبيان متطلبات التحليل والتصميم الخاصة بهذه البلاطات .

(ج) لا يتطرق هذا الباب الى البلاطات المسطحة ، حيث خصص الباب السابع من هذه الكودة لبيان متطلبات التحليل والتصميم الخاصة بها .

5/1/5 العزوم والقوى في البلاطات الخرسانية المصمتة :

يسمح بتحديد قوى القص وعزوم الانحناء التصميمية في البلاطات الخرسانية المصمتة باستخدام طرق التحليل المرن المناسبة مثل طريقة (Pigeoud) أو طريقة (Westergaard) أو طريقة الشبكة

(Grillage Method) . كما يسمح باستخدام طريقة خطوط الخضوع (Yield Line Method) أو طريقة الشرائح (Hillerborg Strip Method) شريطة أن تكون النسبة بين العزم المؤثر عند الكيزة والعزم الأقصى في البحر عند استخدام أي من هاتين الطريقتين مقاربة للنسبة التي يتم الحصول عليها باستخدام التحليل المرن . ويوصى بان تقع هذه النسبة بين (1.0) و (1.5) .

5/1/6 البحر الفعال للبلاطات :

يتم تحديد البحر الفعال للبلاطات وفقا لما ورد في البند (4/1/2) .

1/7/5 السماكة الدنيا للبلاطة المصمتة :

مع مراعاة متطلبات مقاومة الحريق الواردة في "كودة الوقاية من الحرائق" من كودات البناء الوطني الاردني ، يجب الا تقل سماكة البلاطة الخرسانية المصمتة عن (80) ملمتر.

2/5 توزيع الاحمال الموكزة

عند تصميم البلاطات الخرسانية المصمتة بسيطة الارتكاز على ركيزتين خطيتين متقابلتين والتي تؤثر عليها أحمال وكرة خطية موازية لبحر البلاطة ، يسمح بافتراض أن العزوم الناتجة عن الاحمال لوكرة بالإضافة الى الاحمال المنتظمة التوزيع الأخرى تتم مقاومتها من قبل شريحة من البلاطة ذات عرض فعال حسب ما يلي :-

* في البلاطات ذات الاتجاه الواحد يعتبر العرض الفعال مساويا :-

$$\text{عرض الحمل المركز} + 2.4 \times \left(1 - \frac{x}{\ell}\right)$$

حيث :-

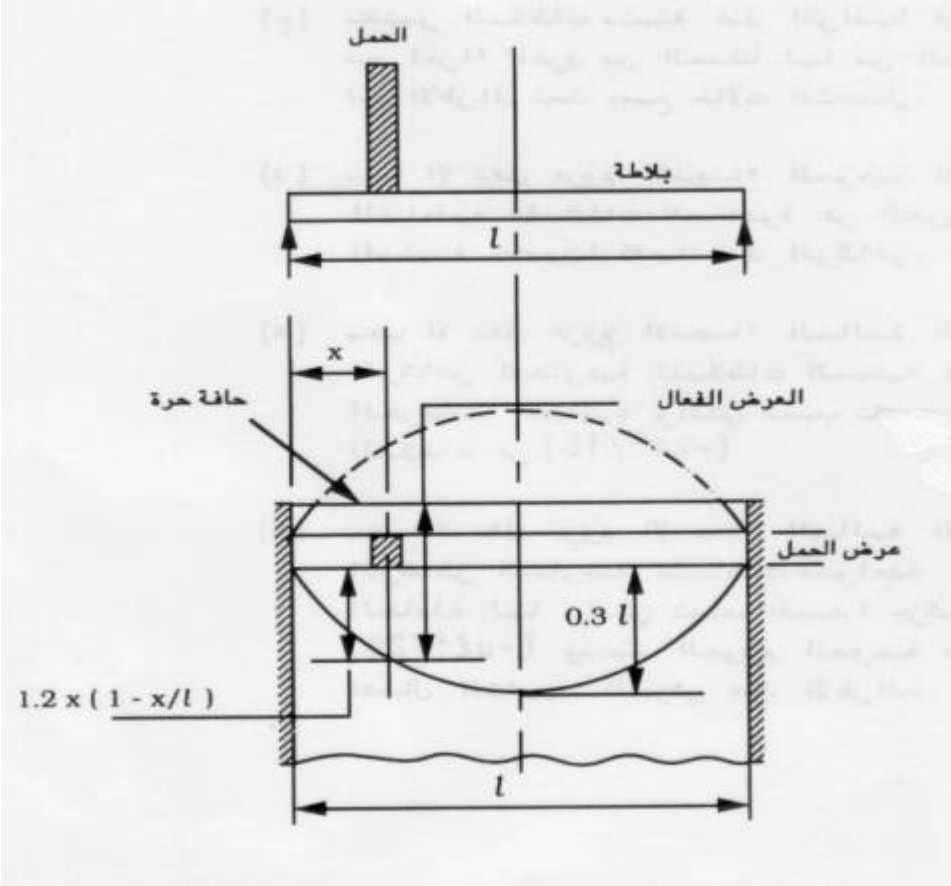
x = المسافة بين اقرب لوكائز والمقطع موضع الدراسة (متر) .

* يعتمد العرض الفعال في البلاطات ذات الاتجاهين على نسبة البحر الأطول الى البحر الأقصر . ففي الحالات التي يكون فيها هذان البحران متساويين تقريبا يعتبر العرض الفعال مساويا العرض الفعال للشريحة في البلاطات ذات الاتجاه الواحد . ويقل ذلك العرض مع زدياد نسبة البحر الأطول الى البحر الأقصر، شريطة الا يقل العرض الفعال للشريحة بأي حال من الأحوال عن :-

$$\text{العرض الفعال للشريحة بالأمتار} = \frac{4 \times}{\ell}\left(1 - \frac{x}{\ell}\right) + \text{عرض الحمل المركز}$$

حيث :-

x = المسافة بين اقرب لوكائز والمقطع موضع الدراسة (متر) .



العرض الفعال لبلاطة مصمتة محملة

بحمل وكز بالقرب من حافة حرة

الشكل (8)

العرض الفعال لبلاطة مصمتة محملة بحمل وكز بالقرب من حافة حرة

* في الحالات التي يقع فيها الحمل لإكز بالقرب من حافة حرة غير مرتكزة على ركيزة يجب الا يزيد العرض الفعال عن نصف القيمة المحسوبة في هذه المادة مضافا اليها المسافة من وكز تأثير الحمل لإكز الى الحافة الحرة [انظر الشكل (8)].

3/5 العزوم والقوى في البلاطات ذات الاتجاه الواحد

3/1/5 انتقال الاحمال :

تنتقل الاحمال في البلاطات ذات الاتجاه الواحد بشكل رئيسي في اتجاه البحر بين لإكيزتين المتقابلتين ، او في اتجاه البحر الأقصر عندما تكون البلاطة محملة عند حوافها الأربع ويكون طولها أكبر من ضعفي عرضها .

3/2/5 التحليل والتصميم :

(أ) تحسب عزوم الانحناء وقوى القص الناتجة عن كل من الاحمال الموزعة والاحمال المركزة للبلاطات ذات الاتجاه الواحد وتصمم مقاطعها باتباع الطرق ذاتها المستخدمة للجيزان في الباب الرابع من هذه الكودة .

(ب) تصمم البلاطات ذات الاتجاه الواحد على أنها شرائح بعرض يساوي وحدة طول واحدة في اتجاه البحر الفعال بين المركزتين المتقابلتين .

(ج) تعتبر البلاطات مثبتة عند أطرافها عندما تربط هذه الأطراف مع أجزاء أخرى من المنشأ لها من الجساءة ما يمنع أي دوران في الأطراف تحت جميع حالات التحميل .

(د) يجب الا تقل عزوم الانحناء الموجبة المعتبرة في تصميم البحور الداخلية للبلاطات المستمرة عن العزوم الموجبة للبحور نفسها المثبتة تثبيتا كليا عند المركز .

(هـ) يجب الا تقل عزوم الانحناء السالبة المعتبرة في التصميم عند المركز الخارجية للبلاطات المبنية في الحوائط من الطوب او الخرسانة العادية والتي تسبب تقييدا جزئيا طرفيا في البلاطات عن $(-u\ell^2/16)$.

(و) يجب الا تقل عزوم الانحناء السالبة المعتبرة في التصميم عند المركز الخارجية للبلاطات متواحدة الصب مع الجيزان الحاملة لها والتي تسبب تقييدا جزئيا طرفيا في البلاطات عن $(-u\ell^2/20)$ وتحسب العزوم الموجبة في البحور الخارجية مع إهمال التقييد الجزئي عند الأطراف .

5/3/3 معاملات عزوم الانحناء وقوى القص :

في الحالات العادية للبلاطات المستمرة ذات الاتجاه الواحد والتي لا تتفاوت فيها البحور بنسبة تزيد عن (20) بالمائة من طول البحر الأطول للبحرين المتجاورين ، وحيث لا يزيد الحمل الحي المميز عن الحمل الميت المميز ، يسمح باستخدام القيمة التقريبية المحسوبة كما يلي:-

* عزم الانحناء في البحور المتتالية وعند المركز :-
* قوى القص عند المركز :-

$$M = \frac{u\ell^2}{k} \quad (54) \quad *$$

$$V = J\,u\,\ell \quad (55)$$

(J) (k)

حيث تؤخذ قيمة كل من و من الجدول (11) مع مراعاة ما يلي :-

* عند حساب عزم الانحناء السالب فوق أي ركيزة تؤخذ القيمة مساوية للمتوسط الحسابي للبحرين المتجاورين .

* لا يسمح باعادة توزيع العزوم المحسوبة باستخدام المعامل (k) .

الجدول (11)

قيم المعاملين (k) و (J) للبلاطات المستمرة

ذات الاتجاه الواحد

قيمة المعامل (J)			قيمة المعامل (k)		
0.4	0.6	0.5	-24	-11	-15
			+11	+15	

5/4 البلاطات الخرسانية المصمتة المستطيلة ذات الاتجاهين

4/1/5 عام :

(أ) يسمح بتحديد قوى القص وعزوم الانحناء التصميمية في البلاطات ذات الاتجاهين المحملة بأحمال منتظمة التوزيع باستخدام الطريقة المنصوص عليها في هذه المادة

(ب) تصمم البلاطات ذات الاتجاهين على إنها شرائح متعامدة بعرض يساوي وحدة الطول في اتجاهي بحري البلاطة .

(ج) في الحالات التي يزيد فيها طول البحر الأطول عن ضعفي طول البحر الأقصر ، تصمم البلاطات باعتبار إنها ممتدة في اتجاه واحد .

5/4/2 البلاطات بسيطة الارتكاز :

تحسب عزوم الانحناء التصميمية من العلاقتين التاليتين ، وذلك لكل شريحة من بلاطة بسيطة الارتكاز ذات طبيعة تسمح لأركانها بالحركة الى أعلى تحت تأثير الاحمال ، او بلاطة ذات أركان غير مصممة لمقاومة اللي :-

$$m_x = \alpha_x \, u \, \ell_x^2 \qquad (56)$$

$$m_y = \alpha_y u \, \ell_x^2 \qquad (57)$$

حيث تؤخذ قيمة كل من (α_x) و (α_y) من الجدول (12) .

الجدول (12)

معاملات عزوم الانحناء للبلاطات بسيطة الارتكاز على حوافها الأربع والممتدة في اتجاهين متعامدين

$\frac{\ell_y}{\ell_x}$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.75	2.0
α_x	0.062	0.074	0.084	0.093	0.099	0.104	0.113	0.118
α_y	0.062	0.061	0.059	0.055	0.051	0.046	0.037	0.029

حسبت الارقام الواردة في هذا الجدول من العلاقتين التاليتين

$$\alpha_x = \frac{\left(\frac{\ell_y}{\ell_x}\right)^4}{8\left[1+\left(\frac{\ell_y}{\ell_x}\right)^4\right]} \quad (58)$$

$$\alpha_y = \frac{\left(\frac{\ell_y}{\ell x}\right)^2}{8\left[1+\left(\frac{\ell_y}{\ell_x}\right)^4\right]} \quad (59)$$

5/4/3 البلاطات المقيدة :

(أ) **عزم الانحناء في البلاطات المقيدة :**

(1) تحسب عزوم الانحناء التصميمة من العلاقتين (60) و (61):-

$$m_x = \beta_x \, u \, \ell_x^2 \qquad (60)$$

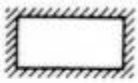
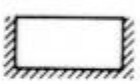
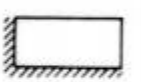
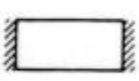
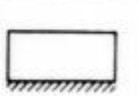
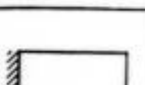
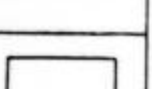
$$m_y = \beta_y \, u \, \ell_x^2 \qquad (61)$$

حيث تؤخذ قيمة كل من (β_x) و (β_y) من الجدول (13). ويشترط عند استخدام هاتين العلاقتين الوفاء بالمتطلبات التالية :-

* ان تكون البلاطات ذات طبيعة لا تسمح لأركانها بالحركة الى أعلى تحت تأثير الاحمال .
* ان يتساوى تقريبا كل من الاحمال الميتة المميزة والاحمال الحية المميزة المؤثرة على البلاطة مع الاحمال المؤثرة على البلاطات المجاورة لها .
* ان يتساوى تقريبا بحر البلاطة مع بحر البلاطة المجاورة لها والمقاس في الاتجاه نفسه .
* ان يكون التسليح طبقا لما هو وارد في المادة (5/8) .
* ان يتم تزويد الأركان بسيطة الارتكاز بتسليح علوي وتسليح سفلي في الاتجاهين لمقاومة اللي ، وتكون اتجاهات التسليح موازية لحافتي الركن وممتدة من الحافتين لمسافة لا تقل عن خمس البحر الأقصر للبلاطة . اما مساحة مقطع التسليح لكل طبقة من طبقات التسليح الأربع فيجب الا تقل عن (0.75) من مساحة مقطع التسليح المطلوب لمقاومة عزم الانحناء الأقصى عند منتصف البحر الأقصر للبلاطة .
* في الحالات التي تكون فيها البلاطة مستمرة في اتجاه واحد عند ركنها وبسيطة الارتكاز في الاتجاه الآخر ، يتم تزويد هذا الركن بنصف التسليح المنصوص عليه أعلاه للأركان بسيطة الارتكاز .
* في الحالات التي تكون فيها البلاطة مستمرة في الاتجاهين عند ركنها فانه لا توجد حاجة لتزويد هذا الركن بتسليح خاص لمقاومة اللي .

جدول رقم (13)

معاملات عزوم الانحناء للبلاطات الخرسانية المصمتة المقيدة وغير المسموح لأركانها بالحركة الى أعلى تحت تأثير الأحمال

	نوع البلاطة والعزوم المعتبرة	معاملات البحر القصير (β_x) قيم $\frac{\ell_y}{\ell_x}$								معاملات البحر الطويل (β_y) لجميع قيم (β_x)
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.75	2.0	
	* البلاطات الداخلية العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	0.031 0.024	0.037 0.028	0.042 0.032	0.046 0.035	0.050 0.037	0.053 0.040	0.059 0.044	0.063 0.048	0.032 0.024
	* طرف واحد قصير غير مستمر العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	0.039 0.029	0.044 0.033	0.048 0.036	0.052 0.039	0.055 0.041	0.058 0.043	0.063 0.047	0.067 0.050	0.037 0.028
	* طرف واحد طويل غير مستمر العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	0.039 0.030	0.049 0.036	0.056 0.042	0.062 0.047	0.068 0.051	0.073 0.055	0.082 0.062	0.089 0.067	0.037 0.028
	* طرفان متجاوران غير مستمرين العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	0.047 0.036	0.056 0.042	0.063 0.047	0.069 0.051	0.074 0.055	0.078 0.059	0.087 0.065	0.093 0.070	0.045 0.034
	* طرفان قصيران غير مستمرين العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	0.046 0.034	0.050 0.038	0.050 0.040	0.057 0.043	0.060 0.045	0.062 0.047	0.067 0.050	0.070 0.053	- 0.034
	* طرفان طويلان غير مستمرين العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	- 0.034	- 0.046	- 0.056	- 0.065	- 0.072	- 0.078	- 0.091	- 0.100	0.045 0.034
	* ثلاثة اطراف غير مستمرة (طرف واحد طويل مستمر) العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	0.057 0.043	0.065 0.048	0.071 0.053	0.076 0.057	0.081 0.060	0.084 0.063	0.092 0.069	0.098 0.074	- 0.044
	* ثلاثة اطراف غير مستمرة (طرف واحد قصير مستمر) العزم السالب عند طرف مستمر العزم الموجب عند منتصف البحر	- 0.042	- 0.054	- 0.063	- 0.071	- 0.078	- 0.084	- 0.096	- 0.105	0.058 0.044
	* الاطراف الاربعة غير مستمرة العزم الموجب عند منتصف البحر	0.055	0.065	0.074	0.081	0.087	0.092	0.103	0.111	0.056

(2) في الحالات التي لا تتساوى فيها عزوم الانحناء السالبة المحسوبة عند الإكيزة الواحدة لبلاطتين متجاورتين يتم تعديل قيم عزوم الانحناء المحسوبة بالأسلوب التالي :-

* تعامل قيمتا عزمي الانحناء السالبين المحسوبتان عند الإكيزة للبلاطتين المتجاورتين على انهما عزما انحناء عند نهاية مثبتة. ويتم توزيعهما باستخدام طريقة توزيع العزوم (Moment Distribution) لكل بلاطة حسب جساءتها ، وتعتبر قيمة عزم الانحناء المحسوبة بهذه الطريقة

هي قيمة عزم الانحناء التصميمية السالبة المعدلة عند الركيزة .

* تحسب قيمة عزم الانحناء الموجبة المعدلة في بحر كل من البلاطتين بطرح القيمة المطلقة لعزم الانحناء التصميمي السالب المعدل من مجموع القيم المطلقة المحسوبة أصلا لكل من عزم الانحناء الموجب في بحر البلاطة وعزم الانحناء السالب عند الركيزة .

(ب) قوى القص في البلاطات المقيدة :

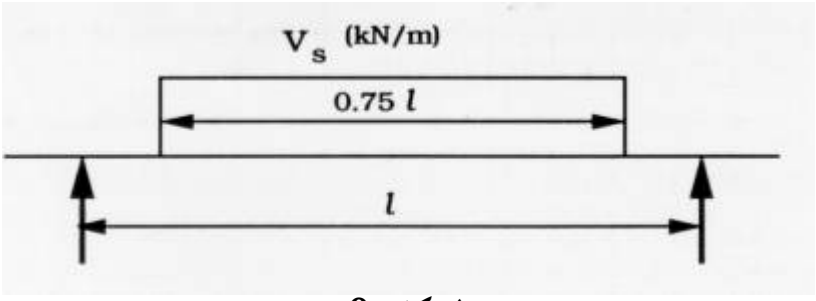
(1) تحسب قوى القص التصميمية في البلاطات ذات الاتجاهين والمزودة بالتسليح المطلوب لمقاومة اللي عند أركانها باستخدام العلاقتين التاليتين ، وتعتبر قوى القص التصميمية مؤثرة على طول يساوي (0.75) من البحر الفعال للجائز كما في الشكل (9) .

$$V_x = \gamma_x \cdot u \cdot \ell_x \qquad (62)$$

$$V_y = \gamma_y \cdot u \cdot \ell_x \qquad (63)$$

حيث تؤخذ كل من (γ_x) و (γ_y) من الجدول (14) .

(2) في الحالات التي يتم فيها تعديل قيم عزوم الانحناء التصميمية المحسوبة بموجب الفقرة (1) من البند الفرعي (5/4/3أ) حسب ما ورد في الفقرة (2) منه ، يجب تعديل قيم قوى القص التصميمية حسب قيم العزوم المعدلة .



الشكل (9)
توزيع الاحمال على جائز يحمل بلاطة ذات اتجاهين

5/4/4 الاحمال على الجيزان الحاملة للبلاطات المصمتة ذات الاتجاهين :

يحسب توزيع الاحمال على الجيزان الحاملة للبلاطات المصمتة ذات الاتجاهين من قوى القص المحسوبة بموجب البند الفرعي (5/4/3ب) . وبافتراض قيمة قوة القص موزعة بانتظام على (0.75) من بحر الجائز كما هو مبين في الشكل (9) .

5/4/5 عزم المقاومة للبلاطات ذات الاتجاهين :

يحسب عزم المقاومة لشرائح البلاطات ذات الاتجاهين باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان حسبما ورد في المادة (4/3).

5/5 مقاومة القص في البلاطات المصمتة

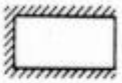
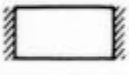
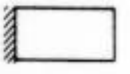
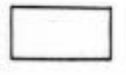
5/5/1 عام :

يتم حساب إجهاد القص التصميمي في البلاطات المصمتة وتحديد الحد الأعلى لاجهاد القص وحساب تسليح القص باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان وفقا لما ورد في المادة (4/4) .ويستثنى من ذلك الشرط المتعلق بتسليح القص الأدنى حيث يسمح بعدم تزويد البلاطات المصمتة بأي تسليح للقص اذا قل إجهاد القص فيها عن إجهاد القص المسموح به في الخرسانة (v_c)

الجدول (14)

معاملات قوى القص للبلاطات الخرسانية المصمتة المقيدة

وغير المسموح لإركانها بالحركة تحت تأثير الأحمال

	نـــــوع البلاطـــــة	قيـــــم $\frac{\ell_y}{\ell_x}$								γ_y
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.75	2.0	
	* البلاطات الداخلية اطراف مستمرة	0.33	0.36	0.39	0.41	0.43	0.45	0.48	0.50	0.33
	* طرف واحد قصير غير مستمر طرف مستمـــــر طرف غير مستمر	0.36 -	0.39 -	0.42 -	0.44 -	0.45 -	0.47 -	0.50 -	0.52 -	0.36 0.24
	* طرف واحد طويل غير مستمر طرف مستمـــــر طرف غير مستمر	0.36 0.24	0.40 0.27	0.44 0.29	0.47 0.31	0.49 0.32	0.51 0.34	0.55 0.36	0.59 0.38	0.36
	* طرفان متجاوران غير مستمرين طرف مستمـــــر طرف غير مستمر	0.40 0.26	0.44 0.29	0.47 0.31	0.50 0.33	0.52 0.34	0.54 0.35	0.57 0.38	0.60 0.40	0.40 0.26
	* طرفان قصيران غير مستمريـــن طرف مستمـــــر طرف غير مستمر	0.40 -	0.43 -	0.45 -	0.47 -	0.48 -	0.49 -	0.52 -	0.54 -	- 0.26
	* طرفان طويلان غير مستمريـــن طرف مستمـــــر طرف غير مستمر	- 0.26	- 0.30	- 0.33	- 0.36	- 0.38	- 0.40	- 0.44	- 0.47	0.40 -
	* ثلاثة اطراف غير مستمرة (طرف واحد طويل مستمر) طرف مستمـــــر طرف غير مستمر	0.45 0.30	0.48 0.32	0.51 0.34	0 53 0.35	0.55 0.36	0.57 0.37	0.60 0.39	0.63 0.41	- 0.29
	* ثلاثة اطراف غير مستمرة (طرف واحد قصير مستمر) طرف مستمـــــر طرف غير مستمر	- 0.29	- 0.33	- 0.36	- 0.38	- 0.40	- 0.42	- 0.45	- 0.48	0.45 0.30
	* الاطراف الاربعة غير مستمـــرة طرف غير مستمر	0.33	0.36	0.39	0.41	0.43	0.45	0.48	0.50	0.33

5/5/2 إجهاد القص المسموح به في البلاطات المصمتة :

يحدد إجهاد القص المسموح به في الخرسانة في البلاطات المصمتة بالقيمة ذاتها المنصوص عليها للجيزان طبقا لما ورد في

البند (4/4/3) .

5/5/3 مقاومة القص في البلاطات المصمتة المعرضة لاحمال وكرة :

يراعى ما ورد في المادة (7/5) .

6/5 ترخيم البلاطات المصمتة

يراعى ما ورد في المادة (4/6) لأغراض الوفاء بمتطلبات حالة حد الترخيم للبلاطات المصمتة . وعند استخدام الطريقة المبسطة للوفاء بتلك المتطلبات يؤخذ طول البحر الأقصر فقط وتؤخذ مساحة تسليح الشد عند منتصف البحر وفي اتجاه البحر الأقصر وضمن عرض البلاطة موضع الدراسة .

7/5 ضبط التشققات في البلاطات المصمتة

يعتبر الالتزام بشروط مسافة التباعد القصوى بين قضبان الشد المنصوص عليها في البند (11/7/2) كافيا لضبط التشققات في البلاطات المصمتة . الا انه قد تتطلب بعض الحالات الخاصة حساب عرض الشقوق ، ويتم ذلك عندئذ حسب ما ورد في البند (4/7/2) .

5/8 أسس تسليح البلاطات المصمتة

8/1/5 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي :

* يجب الا تقل النسبة المئوية لمساحة تسليح الشد في البلاطات المصمته وفي الاتجاهين (ويشمل ذلك التسليح الثانوي المتعامد مع التسليح الرئيسي) عما يلي :-

$$\rho \geq \frac{70}{f_y}$$

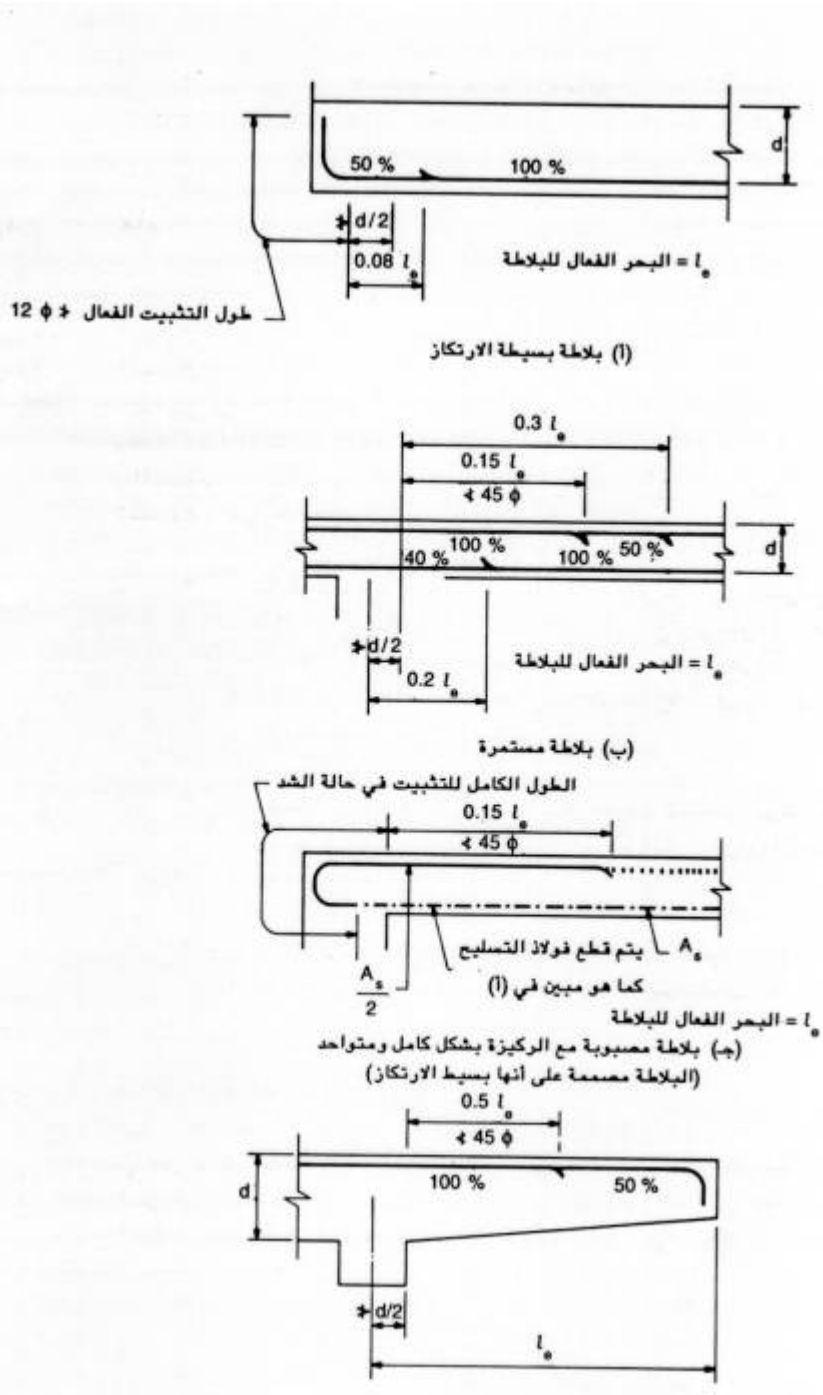
5/8/2 قواعد ترتيب التسليح في البلاطات المصمتة :

يراعى ما ورد في البند (4/8/7) وما هو وارد في الباب الحادي عشر من هذه الكودة

5/8/3 القواعد المبسطة لترتيب التسليح في البلاطات المصمتة :

يسمح بترتيب قضبان التسليح في البلاطات المصمتة حسب القواعد المبسطة المبينة في الشكل (10) بدلا مما جاء في البند (5/8/2) ، وذلك اذا توافرت الشروط التالية ، مع مراعاة ما ورد في البند الفرعي (5/4/3أ) حول ترتيب تسليح مقاومة اللي عند الأركان :-

* ان تكون الاحمال التصميمية منتظمة التوزيع .
* ان تكون بحور البلاطات المستمرة متساوية تقريبا .



الشكل (10)

القواعد المبسطة لترتيب التسليح في انواع مختلفة من البلاطات المصمتة

الباب السادس

البلاطات ذات الأعصاب

1/6 عام

6/1/1 المجال :

يحدد هذا الباب الاشتراطات الواجب مراعاتها وطرق التحليل والتصميم للبلاطات ذات الاعصاب المستندة الى ركائز خطية ويتم إنشاؤها في الموقع بإحدى الطرق التالية :-

* بلاطات ذات أعصاب خرسانية مصبوبة في الموقع بين قوالب دائمة (مثل طوب العقدات او قطع من مواد خفيفة الوزن) ، وتتصل السطوح العليا للأعصاب بطبقة خرسانية فوقية (Topping) لها المقاومة المميزة ذاتها للخرسانة المستخدمة في الاعصاب .
* بلاطات ذات اعصاب خرسانية تتصل بطبقة خرسانية فوقية ، ويتم صبها جميعا باستخدام قوالب تجري إزالتها بعد تصلد الخرسانة .

*بلاطات ذات سطوح علوية وسفلية مستمرة ، وتحتوى بداخلها فراغات ذات أشكال مستطيلة او بيضاوية او غيرها .

1/2/6 سماكة الطبقة الفوقية :

مع مراعاة متطلبات مقاومة الحريق الواردة في (كودة الوقاية من الحرائق) من كودات البناء الوطني الاردني ، يجب الا تقل سماكة الطبقة الفوقية للبلاطات ذات الاعصاب عن أي من القيم التالية :-

* (50) ملمتر .
* (0.1) من عرض المسافة الخالصة بين الاعصاب .

1/3/6 مسافة التباعد بين الاعصاب :

يجب الا تزيد مسافة التباعد بين الاعصاب عن (1.5) متر .

1/4/6 مقاسات الأعصاب :

(أ) يجب الا يزيد عمق العصب باستثناء الطبقة الفوقية عن (4) أمثال عرضه .

(ب) يتم تحديد العرض الأدنى للعصب وفقا لاعتبارات سماكة الغطاء الخرساني وعدد قضبان التسليح ومسافات التباعد بينها .

1/5/6 للأكائز الجانبية غير الحاملة :

في حالة ارتكاز البلاطات ذات الاعصاب على جدار مواز لاتجاه الاعصاب ذات الاتجاه الواحد ، فانه يجب تقوية تلك المنطقة من البلاطة باستخدام عصب ذي عرض يساوي عرض الجدار (شناج) .

1/6/6 استخدام قضيب واحد لتسليح العصب :

في الحالات التي يستخدم فيها قضيب واحد لتسليح العصب يجب ضمان بقاء القضيب في موضعه باستخدام مباعدات مصنعة خصيصا لهذا الغرض تحتل العرض الكامل للعصب .

1/7/6 الاعصاب العرضية :

تزود البلاطات ذات الاعصاب في الاتجاه الواحد بأعصاب عرضية متعامدة مع اتجاه البحر بهدف توحيد الترخيم الحاصل في الاعصاب ولضمان اسهام اكثر من عصب واحد في الاحمال المركزة . ويجب الا يقل المقطع والتسليح السفلي للأعصاب العرضية عنهما في الاعصاب الرئيسية ، كما يجب ان لا يقل تسليحها العلوي عن نصف تسليحها السفلي على الاقل . اما تباعد الاعصاب العرضية فيكون كما يلي:-

* اذا كان الحمل الحي لا يزيد عن (3) كيلو نيوتن/ متر مربع وكانت البحور أطول من (5) أمتار ، فتزود البلاطة بعصب عرضي لكل (2.5) متر من البحر على الاقل .
* اذا زاد الحمل الحي عن (3) كيلو نيوتن/متر مربع وكانت البحور أطول من (4) متر ، فتزود البلاطة بعصب عرضي لكل (2) متر من البحر على الاقل.

2/6 العزوم والقوى في البلاطات ذات الاعصاب

2/1/6 البلاطات ذات الاتجاه الواحد :

تحسب عزوم الانحناء وقوى القص الناتجة عن كل من الاحمال الموزعة والاحمال المركزة للبلاطات ذات الاعصاب في اتجاه واحد باتباع الطرق ذاتها المستخدمة للجيزان وحسب الباب الرابع من هذه الكودة .

2/2/6 البلاطات ذات الاتجاهين :

تحسب عزوم الانحناء وقوى القص للبلاطات ذات الاعصاب في الاتجاهين باتباع الطرق المستخدمة للبلاطات المصمتة ذات الاتجاهين حسب الباب الخامس من هذه الكودة ، او باتباع الطرق المستخدمة للبلاطات المسطحة حسب ما هو وارد في الباب السابع من هذه الكودة أيهما اكثر ملاءمة .

6/2/3 طريقة بديلة لحساب العزوم والقوى :

في الحالات التي يصعب فيها استخدام العدد الكافي من قضبان التسليح المطلوب لمقاومة عزم الانحناء السالب عند الإكيزة ، يسمح بتصميم البلاطات ذات الاعصاب باعتبارها بسيطة الارتكاز . وفي هذه الحالة يجب استخدام تسليح كاف فوق الإكيزة لضبط التشققات على الا يقل هذا التسليح عن (25) بالمائة من اعلى قيمة للتسليح المستخدم في منتصف البحرين المجاورين للإكيزة ، وبحيث يمتد هذا التسليح ما لا يقل عن (15) بالمائة من بحر البلاطتين المتجاورتين

3/6 عزم المقاومة في البلاطات ذات الاعصاب

يحسب عزم المقاومة للبلاطات ذات الاعصاب باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان طبقا لما ورد في الباب الرابع من هذه الكودة . ولا يسمح باعتبار أي مساهمة لطوب العقدات المستخدم قوالب دائمة في مقاومة عزوم الانحناء .

6/4 مقاومة القص في البلاطات ذات الاعصاب

4/1/6 اجهاد القص في البلاطات المسطحة ذات الاعصاب :

في الحالات التي تصمم فيها البلاطات ذات الاعصاب باعتبارها بلاطات مسطحة يعتبر اجهاد القص الأكثر خطورة هو اجهاد القص الثاقب حول الأعمدة ، ويتم التحقق منه حسب المادتين (7/4) و (7/5) مع مراعاة ضرورة تصميم الاعصاب التي يقطعها المحيط المستخدم لحساب اجهاد القص الثاقب لمقاومة نسب متساوية من قوة القص الثاقب التصميمية الفعالة .

4/2/6 اجهاد القص في البلاطات ذات الاعصاب في اتجاه واحد او في اتجاهين :

(أ) تحسب اجهادات القص (v) باتباع الأسلوب المنصوص عليه في البند (4/4/1) على ان تؤخذ (b) مساوية لمعدل

عرض جذع العصب .

(ب) يكون الحد الأعلى المسموح به لاجهاد القص في الأعصاب حسب ما هو وارد في البند (4/4/2) .

(ج) يتم حساب اجهاد القص المسموح به في الخرسانة للبلاطات ذات الاعصاب وتصميم تسليح القص في تلك البلاطات باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان في المادة (4/4) .

4/3/6 مساهمة طوب العقدات في مقاومة القص :

يسمح بان يساهم طوب العقدات في مقاومة القص شريطة الا تقل مقاومة كسر الطوب عن (14) نيوتن / ملمتر مربع .

5/6 ترخيم البلاطات ذات الاعصاب

يراعى ما ورد في المادة (4/6) لأغراض الوفاء بمتطلبات حالة حد الترخيم مع اعتبار ان الاعصاب جيزان على شكل (T) . وعند استخدام الطريقة المبسطة للبلاطات ذات الاعصاب في الاتجاهين يؤخذ البحر الأقصر فقط . اما بالنسبة الى البلاطات المسطحة ذات الاعصاب فيتم التحقق من الترخيم حسب ما هو وارد في المادة (7/6) .

6/6 ضبط التشققات في البلاطات ذات الاعصاب :

6/6/1 الوفاء بمتطلبات حالة حد التشقق :

يراعى ما ورد في المادة (4/7) .

6/2/6 تسليح الطبقة الفوقية :

يجب تزويد الطبقة الفوقية بشبكة تسليح منفردة (Single Layer) لا تقل مساحة مقطعها عن (0.15) بالمائة من مساحة مقطع الطبقة الفوقية في كل اتجاه ، على الا تزيد مسافة التباعد بين قضبان (اسلاك) الشبكة عن نصف المسافة بين محاور الاعصاب .

7/6 أسس تسليح البلاطات ذات الاعصاب

7/1/6 المساحات الدنيا والقصوى للتسليح الرئيسي :

يراعى ما ورد في البندين (4/8/1) و (4/8/2) .

7/2/6 المتطلبات الدنيا للكانات :

لا حاجة لاستعمال تسليح القص في الحالات التي لا تزيد فيها (v) عن (v_c) . الا انه يجب استعمال الكانات بوصفها وسيلة لربط قضبان التسليح الرئيسية للحفاظ عليها في مواضعها اذا زاد عددها عن قضيب واحد .

7/3/6 قواعد ترتيب التسليح في البلاطات ذات الاعصاب :

يراعى ما جاء في البند (4/8/7) وما هو ورد في الباب الحادي عشر من هذه الكودة

6/7/4 القواعد المبسطة لترتيب التسليح في البلاطات ذات الاعصاب :

يسمح بترتيب قضبان التسليح في البلاطات ذات الاعصاب كما يلي بدلا من اتباع ما ورد في البند (6/7/3) :-

* حسب البند (4/8/8) للبلاطات ذات الاعصاب في الاتجاه الواحد .
* حسب البند (5/8/3) للبلاطات ذات الاعصاب في الاتجاهين .
* حسب البند (7/8/4) للبلاطات المسطحة ذات الاعصاب .

الباب السابع

البلاطات المسطحة

1/7 عام

1/1/7 الرموز :

A_{sv} ? = مساحة تسليح القص الثاقب (مجموع مساحات مقاطع قضبان تسليح القص الواقعة على المحيط قيد الدراسة) (ملمتر مربع) ،

b_e = عرض شريط العمود الفعال لانتقال العزوم (ملمتر) ،

c = طول المحيط المستخدم لحساب إجهاد القص الثاقب (ملمتر) ،

d = العمق الفعال لفولاذ التسليح (ملمتر) ،

f_{cu} = المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن / ملمتر مربع) ،

f_{yv} = المقاومة المميزة لتسليح القص (نيوتن /ملمتر مربع) ،

h_c = القطر الفعال للعمود او قطر تاج العمود (متر) ،

ℓ = البحر الفعال (متر) ،

ℓ_1 = طول الشريحة في اتجاه مواز للبحر مقاسا بين محاور الأعمدة (متر) ،

ℓ_2 = عرض الشريحة (متر) ،

ℓ_x = البحر الأقصر للبلاطة الواقعة بين الأعمدة (متر) ،

ℓ_y = البحر الأطول للبلاطة الواقعة بين الأعمدة (متر) ،

M_t = عزم الانحناء التصميمي المنقول بين البلاطة والعمود (كيلو نيوتن.متر)

u = الحمل التصميمي الكامل لحالة الحد الأقصى (كيلو نيوتن / متر مربع) ،

V_e = قوة القص الثاقب التصميمية الفعالة (كيلو نيوتن) ،

V_t

= قوة القص التصميمية المنقولة الى العمود (كيلو نيوتن) ،

V = إجهاد القص الثاقب التصميمي (نيوتن / ملمتر مربع) ،

V_c = إجهاد القص الثاقب المسموح به للخرسانة (نيوتن /ملمتر مربع) ،

V_s = إجهاد القص الثاقب المسموح به لتسليح القص (نيوتن / ملمتر مربع) ،

α = الزاوية المحصورة بين الكانات المائلة ومستوى البلاطة (درجة) ،

ϕ_s = معامل خفض مقاومة التسليح ، ويؤخذ عادة (0.87) .

7/1/2 تعريفات :

(أ) البلاطات المسطحة (Flate Slabs) :

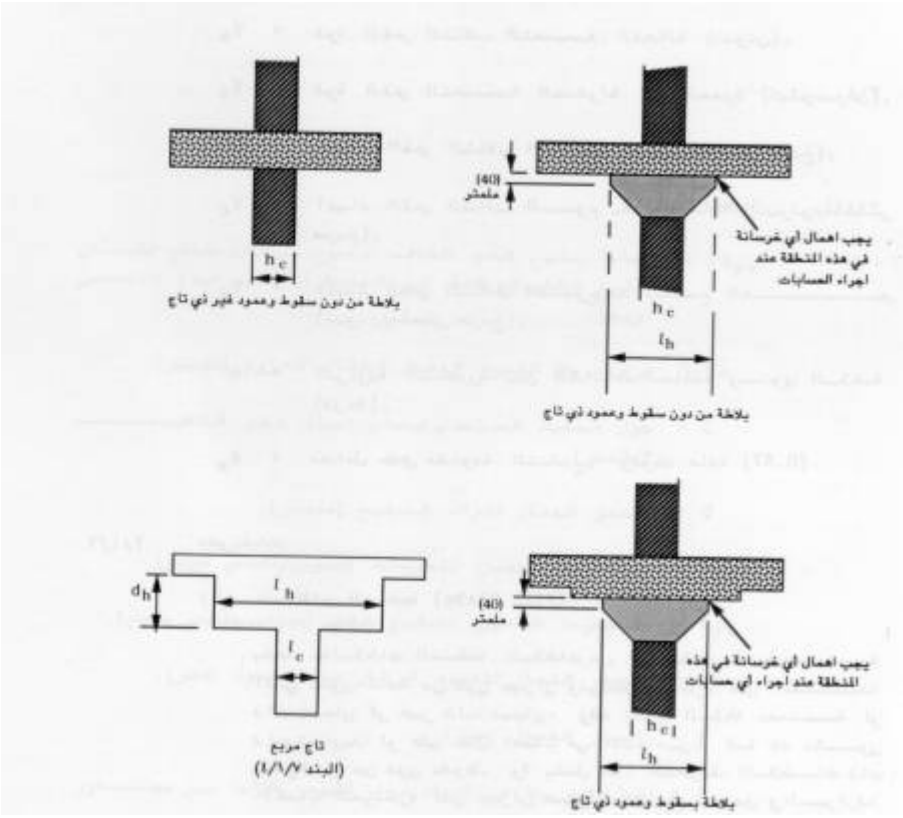
يقصد بالبلاطات المسطحة البلاطات من الخرسانة المسلحة التي تكون عادة من دون جيزان وترتكز مباشرة على أعمدة ذات تيجان او غير ذات تيجان. وقد تكون البلاطة مصمتة او ذات تجاويف او على شكل أعصاب في الاتجاهين ، كما قد تكون بسقوط او من دون سقوط . ولا يشمل هذا التعريف البلاطات ذات الأعصاب المرتكزة على جيزان مساوية لها في العمق والواردة في الباب السادس من هذه الكودة.

(ب) تاج العمود (Column Head) :

هو زيادة في مساحة مقطع الطرف العلوي للعمود الذي ترتكز عليه البلاطة الخرسانية مما يجعلها مرتكزة على مساحة أكبر من مساحة مقطع العمود [انظر الشكل (11)] .

(ج) السقوط (Drop) :

هو زيادة في سماكة البلاطة الخرسانية في منطقة ارتكازها على العمود [انظر الشكل (11)] .



الشكل (11)

نماذج لتيجان الأعمدة

1/3/7 المجال :

تتطرق الشروط وطرق التحليل والتصميم المفصلة في هذا الباب بشكل رئيسي الى البلاطات المسطحة المستطيلة المرتكزة على أعمدة ، وحيث تقع الأعمدة على شبكة محاور أفقية تشكل في مسقطها الأفقي مستطيلات منتظمة .

1/4/7 تيجان الأعمدة :

لأغراض التصميم يعتبر الحد الأقصى المقاس تاج العمود بأي اتجاه مساويا للأقل مما يلي :-

* المقاس الفعلي لتاج العمود
* حسب العلاقة التالية :

$$\ell_k \le \ell_c + 2(d_k - 40) \qquad (64)$$

حيث :-

ℓ_h = مقاس تاج العمود عند بطن البلاطة بأي اتجاه من الاتجاهات (ملمتر) ،

ℓ_c = مقاس العمود باتجاه قياس التاج (ملمتر) ،

d_h = الارتفاع الكلي لتاج العمود (ملمتر) .

1/5/7 القطر الفعال لمقاطع الأعمدة وتيجانها :

يعتبر القطر الفعال لمقطع عمود او تاج عمود (h_c) هو قطر الدائرة التي تتساوى مساحتها مع مساحة مقطع العمود أو التاج . وفي جميع الحالات يجب الا يعتبر القطر الفعال للعمود أو تاجه أكبر من $\frac{1}{4}$ البحر الأصغر للبلاطات المجاورة . كما يجب الا تعتبر زاوية أقصى ميل للتاج مقاسة من محور العمود الرأسي أكبر من (45) درجة

1/6/7 المقاس الأدنى للسقوط :

لا يسمح بأخذ تأثير السقوط في الاعتبار لأغراض توزيع عزوم الانحناء ضمن البلاطة الا اذا كان اصغر

بعد أفقي للسقوط لا يقل عن ثلث البحر الأصغر للبلاطات المجاورة . الا انه يسمح بأخذ تأثير سقوط ذي أبعاد اقل في الاعتبار عند حساب مقاومة القص الثاقب (Punching Shear) .

7/1/7 السماكة الدنيا للبلاطات المسطحة :

يتم تحديد سماكة البلاطات المسطحة على وجه العموم وفقا لاعتبارات الترخيم حسب ما هو ورد في المادة (7/6) . الا انه في جميع الحالات يجب الا تقل سماكة البلاطات المسطحة عن (150) ملمتر.

7/1/8 البحر الفعال للبلاطات المسطحة :

يحدد البحر الفعال لكل شريحة في البلاطات المسطحة (ℓ) من العلاقة التالية :-

$$\ell = \ell_1 - \frac{2\,h_c}{3} \qquad (65)$$

7/2 تحليل البلاطات المسطحة

7/2/1 **توزيع تجميعات الاحمال :**

يراعى ما ورد في البند (3/4/2) .

7/2/2 **التحليل :**

(أ) طرق التحليل:

بالإضافة الى طريقة الهياكل الفرعية المستمرة الواردة في هذا البند والطريقة المبسطة الواردة في البند (7/2/3) يسمح بتحديد قوى القص وعزوم الانحناء التصميمية في البلاطات المسطحة باستخدام طرق التحليل المرن المناسبة او طريقة العناصر المحدودة (Finite Element Method) او التحليل باستخدام طريقة الشبكة (Grillage Method) كما يسمح باستخدام طريقة خطوط الخضوع (Yield Line Method) وطريقة الشرائح (Hillerborg Strip Method) .

(ب) تحليل البلاطات المسطحة بصفتها هياكل فرعية مستمرة :

يسمح في الحالات التي لا تستخدم فيها طريقة تحليل اكثر دقة بتقسيم المنشأ طوليا وعرضيا الى سلسلة من الهياكل الفرعية المستمرة المكونة من صف من الأعمدة وشريحة من البلاطات بعرض يساوي المسافة بين منتصف البحرين الواقعين على جانبي صف الأعمدة ، ويؤخذ الحمل الحي

والحمل الميت بالكامل في كل اتجاه . ويتم تحليل كل هيكل فرعي كهيكل مستقل بافتراض ان نهايات الأعمدة تامة التثبيت ما لم يكن من المنطقي افتراض تلك النهايات مفصلية .

(ج) تحليل الهياكل الفرعية المستمرة :

يتم تحليل الهياكل الفرعية المستمرة كما ورد في المادتين (3/4) و (3/5) مع اخذ البحور التي تستعمل في هذا التحليل مساوية للمسافات بين محاور الأعمدة .

(د) جساءة شريحة البلاطات :

لأغراض التحليل المرن في العادة تحسب جساءة شريحة البلاطات على أساس العرض الكامل لها. الا ان ذلك قد يؤدي الى افتراض جساءة للشريحة تزيد عن جساءتها الفعلية . وبصفة عامة يؤخذ العرض الكامل للشريحة في حالة

التحميل الرأسي ، اما في حالة التحميل الجانبي فيفضل حساب جساءة الشريحة بأخذ نصف عرضها فقط .

(هـ) حساب الجساءة النسبية :

مع مراعاة ما ورد في البند الفرعي (2/4/3أ) يسمح بحساب الجساءة النسبية للأعمدة وشرائح البلاطات باستخدام المقطع الإجمالي لكل منها .

(و) تأثير تيجان الأعمدة والسقوط على الجساءة :

اذاامتد تاج العمود او السقوط او الجزء المصمت من البلاطات ذات الأعصاب او البلاطات المجوفة لمسافة تقل عن (0.15ℓ) داخل البحر مقاسة من محاور الأعمدة ، فانه لا يجوز لأغراض التحليل الإنشائي في حسابات العزوم اعتبار تأثير تيجان الأعمدة والسقوط على جساءة شريحة البلاطات او اعتبار تأثير الجزء المصمت من البلاطات ذات الأعصاب او البلاطات المجوفة قرب منطقة الأعمدة . الا انه يسمح باعتبار تأثيراتها في حسابات القص الثاقب .

(ز) حدود عزوم الانحناء التصميمة السالبة :

يسمح باهمال عزوم الانحناء التصميمية السالبة التي تزيد قيمتها عن تلك المحسوبة عند مسافة $(0.5\,h_c)$ من محور العمود [حيث (h_c) القطر الفعال للعمود او قطر تاج العمود] ، شريطة الا يقل مجموع عزم الانحناء التصميمي الأقصى الموجب ومعدل عزم الانحناء التصميمي السالب في أي من بحور العقدة وللعرض الكامل للشريحة عما يلي :-

$$\frac{u\,\ell_2}{8}\left(\ell_1-\frac{2\,h_c}{3}\right)^2$$

(ح) إعادة توزيع العزوم :

يراعى ما ورد في المادة (3/6) على الا يزيد التخفيض في عزوم الانحناء السالبة عند لإكائز عن (15) بالمائة .

7/2/3 الطريقة المبسطة لتحديد عزوم الانحناء :

يسمح بحساب العزوم المؤثرة على البلاطات المسطحة التي تقاوم أحمالا رأسية فقط باستخدام المعاملات الواردة في الجدول (15) وذلك اذا توافرت الشروط التالية :-

* ان تكون البلاطات بين صفوف الأعمدة مستطيلة الشكل وذات سماكة ثابتة ومرتبة في ثلاثة بحور على الأقل في كل $(3:4)$

من الاتجاهين المتعامدين ، والا تزيد النسبة بين طول كل بلاطة وعرضها بين صفوف الأعمدة عن .

* ان يكون المنشأ مزودا بنظام للتكييف (مثل جدران قص) ذي جساءة عالية لمقاومة الأحمال الجانبية ، بحيث لا تنشأ عن تلك الاحمال الجانبية أي زيادة تستوجب الاعتبار في عزوم الانحناء عند مواضع اتصال البلاطات بالأعمدة.

* ان يكون السقوط (ان وجد) مستطيل الشكل في المسقط الأفقي ،والا يقل بعده في الاتجاه الأفقي عن ثلث البحر في هذا الاتجاه . اما في البلاطات الطرفية او الزاكنية فيجب ان يكون بعد السقوط العمودي على طرف البلاطة غير المستمر (مقاسا من محور العمود) مساويا نصف بعد السقوط المماثل للعمود الداخلي المجاور .

الجدول (15)

معاملات عزوم الانحناء وقوى القص للبلاطات المسطحة

ذات البحور المتساوية التي لا يقل عددها عن ثلاثة

	عند الزاكنة الخارجية		بالقرب من منتصف البحر الأول	عند الزاكنة الداخلية الأولى	عند منتصف البحر الداخلي	عند الزاكنة الداخلية
	عمود	جدار				
عزم انحناء	$-0.04F\ell$*	$-0.02F\ell$	$+0.083F\ell$*	$-0.063F\ell$	$+0.071F\ell$	$-0.055F\ell$
القص	$0.45\ F$	$0.4\ F$	–	$0.6\ F$	–	$0.5\ F$
عزم الانحناء الكلي المنقول للعمود	$0.04F\ell$	–	–	$0.022F\ell$	–	$0.022F\ell$

*قد يطلب تعديل عزوم الانحناء في البلاطة الطرفية للوفاء بالمتطلبات الواردة في البند الفرعي (7/3/4ب) .

*يدل الرمز (F) على الحمل الكلي التصميمي للبلاطة ، ويحسب من العلاقة التالية :-

$$F = u \cdot \ell_x \cdot \ell_y$$

حيث :-

u = الحمل التصميمي المنتظم التوزيع لحالة الحد الأقصى (كيلو نيوتن / متر مربع).

ℓ_x = البحر الفعال الأقصر للبلاطة (متر) ،

ℓ_y = البحر الفعال الأطول للبلاطة (متر) .

7/3 تصميم البلاطات المسطحة

7/3/1 تقسيم البلاطات الى شرائط

(أ) **مقاسات الشرائط:**

تقسم البلاطات المسطحة لأغراض التصميم الى شرائط أعمدة وشرائط وسطية بعرض يساوى نصف طول البحر الأقصر للبلاطة ، وكما هو مبين في الشكل (12) ، حيث يهمل عرض السقوط عند حساب عرض شريط العمود اذا كان البعد الأصغر للسقوط أقل من ثلث البحر الأقصر . ويستثنى من ذلك عرض شريط العمود عند الاعمده الطرفية او الركنية والذي تتحدد قيمته كما هو وارد في البند (7/3/4) .

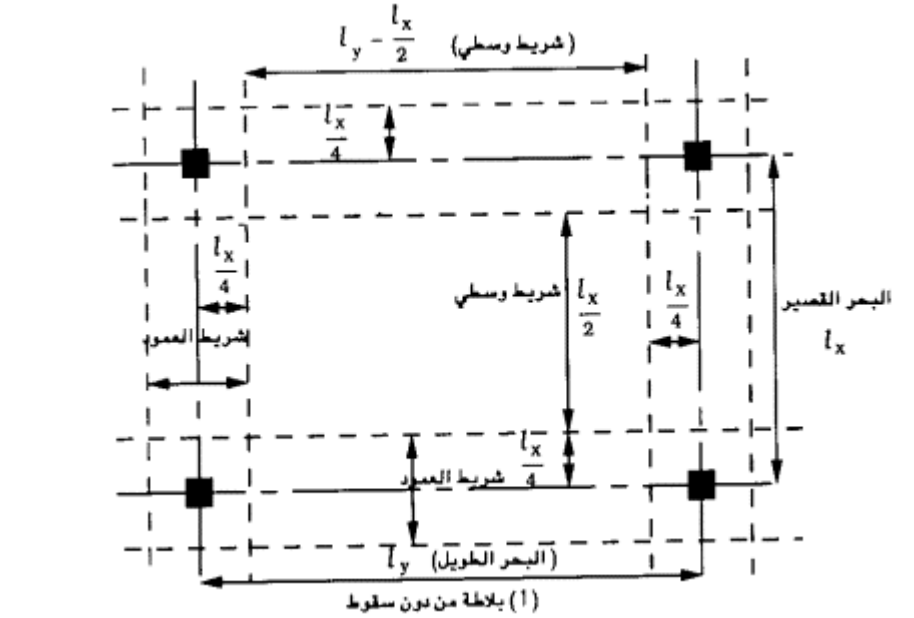
(ب) **عرض شريط العمود للبحور المتجاورة غير المتساوية :**

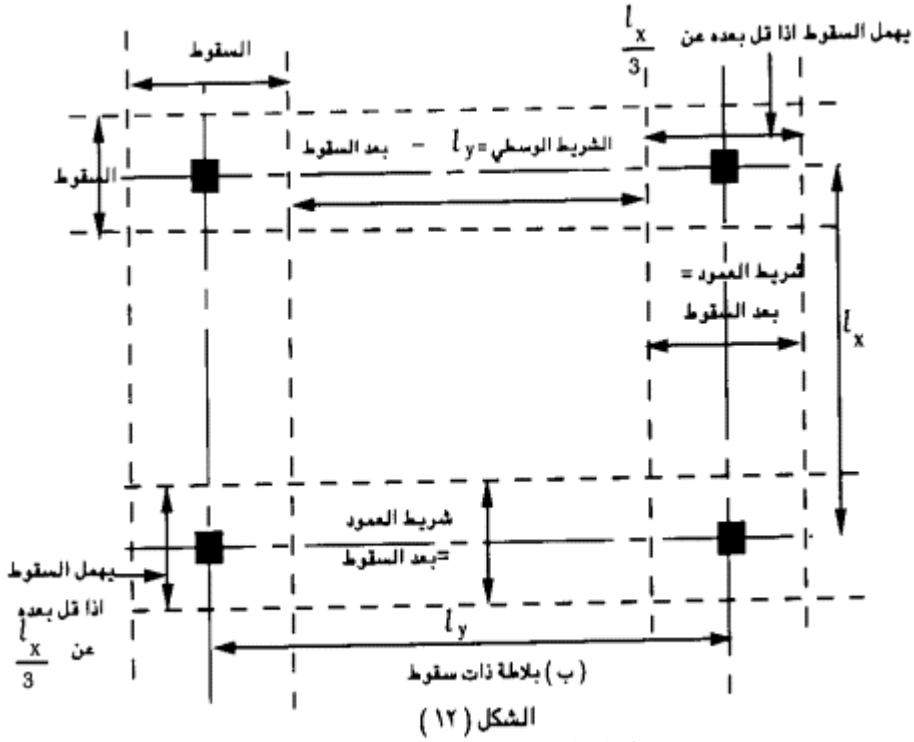
في الحالات التي يختلف فيها عرض شريط العمود المحسوب لبلاطة ما عن ذلك المحسوب لبلاطة مجاورة لها ، يؤخذ عرض الشريط المشترك بينهما مساويا عرض الشريط الأكبر من بينهما .

7/3/2 توزيع العزوم بين شرائط الأعمدة والشرائط الوسطية :

(أ) توزع عزوم الانحناء التصميمية المحسوبة من تحليل الهياكل الفرعية المستمرة او المحسوبة باستخدام الطريقة المبسطة فيما بين شرائط الأعمدة والشرائط الوسطية حسب النسب المئوية الواردة في الجدول (16) .

(ب) في حالة اعتبار عرض شريط العمود مساويا عرض السقوط (وأقل من نصف البحر) ، الأمر الذي يؤدي الى زيادة عرض الشريط الوسطي ، يجب زيادة عزوم الانحناء التصميمية للشريط الوسطي بنسبة تتناسب مع الزيادة في عرضه . ويسمح في تلك الحالة بتخفيض عزوم الانحناء التصميمية لشريط العمود بقيمة تساوي الزيادة في عزم انحناء الشريط الوسطي .





الشكل (١٢)

مقاسات الشرائط في البلاطات المسلحة

الجدول (16)

توزيع العزوم التصميمية في البلاطات المسطحة

نوع العزم	النسبة المئوية لتوزيع العزوم الموجبة

	او السالبة باعتبارها نسبة مئوية من العزم الكلي الموجب او السالب	
	شريط العمود	الشريط الوسطي
عزم سالب عزم موجب		25

7/3/3 تصميم البلاطات الداخلية :

تصمم شرائط العمود والشرائط الوسطية لمقاومة عزوم الانحناء التصميمية المحسوبة وفقا لما ورد في المادة (7/2) ووفقا لما ورد في البندين (7/3/1) و (7/3/2) على ان يتم ترتيب ثلثي التسليح المطلوب لمقاومة عزم الانحناء التصميمي السالب في شريط العمود ضمن مسافة تساوي نصف عرض ذلك الشريط وتوزيعه بالتساوي على جانبي العمود .

7/3/4 تصميم البلاطات الطرفية او الركنية :

(أ) عزوم الانحناء التصميمية في بحر البلاطة وعند الركيزة الداخلية :

تصمم شرائط الأعمدة والشرائط الوسطية لمقاومة عزوم الانحناء التصميمية الموجبة في بحر البلاطة والسالبة عند الركيزة الداخلية باتباع الأسلوب الواردة في البند (7/3/3) للبلاطات الداخلية . اما نصف شريط العمود الواقع بجانب الحافة الحرة فيصمم لمقاومة نصف العزوم المحسوبة لشرائط العمود الكاملة .

(ب) عزم الانحناء التصميمي لشريط العمود عند الأعمدة الطرفية او الركنية :

(1) بشكل عام يكون عرض شريط العمود الفعال لمقاومة عزوم الانحناء السالبة في البلاطة عند الأعمدة الطرفية او الركنية أقل من عرض شريط العمود في المناطق الأخرى من البلاطة ، وذلك لتركز العزوم حول العمود بما يسمح بانتقال العزوم فيما بين البلاطة والعمود الطرفي او الركني.

(2) يبين الشكل (13) العرض الفعال لشريط العمود (b_e) لمقاومة عزوم الانحناء السالبة في البلاطة عند كل من الأعمدة الطرفية والأعمدة الركنية ولحالات مختلفة على الا تزيد قيمة (b_e) عن عرض شريط العمود المحسوب للبلاطات الداخلية .

(3) يحدد أعلى عزم انحناء يمكن انتقاله بين البلاطة المسطحة والعمود الطرفي او الركني (M_{tmax}) عبر شريط

العمود بموجب العلاقة التالية :-

$$M_{tmax} = 0.15\ b_e\ d^2\ f_{cu} \qquad (66)$$

(4) في الحالات التي يزيد فيها الانحناء التصميمي السالب المحسوب في البلاطة المسطحة عند الأعمدة الطرفية او لإكنية عن (M_{tmax}) يسمح بتخفيضه الى قيمة لا تزيد عن (M_{tmax}) باعادة توزيع العزوم في البلاطة وتعديل عزوم الانحناء التصميمية الموجبة في بحر البلاطة الطرفي . وفي هذه الحالة يسمح أيضا بتجاوز الحدود المنصوص عليها في هذه الكودة للنسبة العليا لاعادة توزيع العزوم والعمق الأكبر لمحور الحمول ، ويكتفى بالشرطين التاليين:-

* الا تقل (M_{tmax}) عن نصف قيمة عزم الانحناء التصميمي الذي يتم الحصول عليه من تحليل لهيكل فرعي مستمر .

* الا تقل (M_{tmax}) عن (70) بالمائة من عزم الانحناء التصميمي الذي يتم الحصول عليه باستخدام طريقة العناصر المحدودة (Finite Element Method) او طريقة الشبكة (Grillage Method) .

(5) يسمح بانتقال عزوم انحناء تزيد عن (M_{tmax}) بين البلاطة المسطحة والعمود الطرفي أو لإكني شريطة وجود جائز طرفي (Edge Beam) (او شريط عمود طرفي ضمن البلاطة وعلى طول حافتها الحرة) مصمم لنقل عزم الانحناء الزائد الى العمود بوساطة اللي ، على أن يتم تسليح هذا الجائز الطرفي (او شريط العمود الطرفي) وفقا لما ورد في المادة (4/5) .

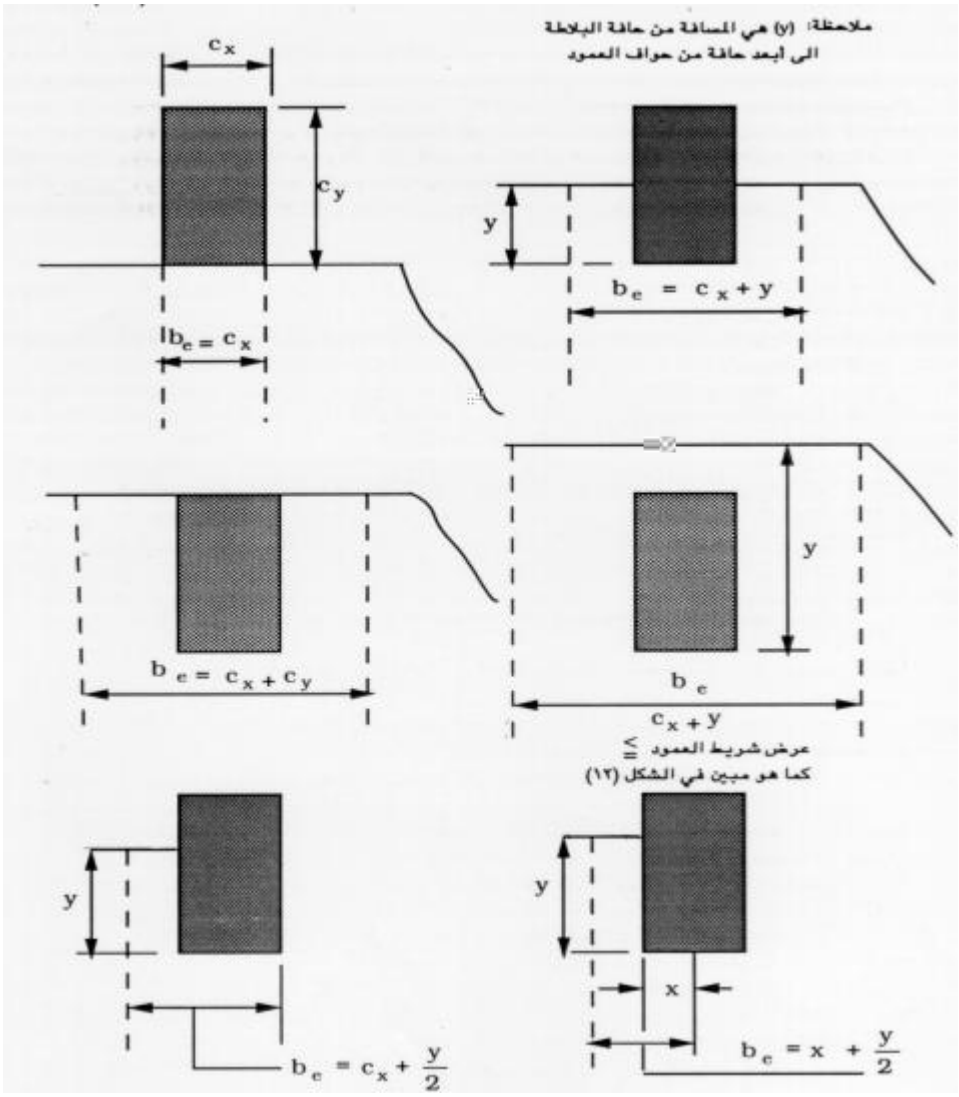
(ج) عزم الانحناء التصميمي للشريط الوسطي عند محور الأعمدة الطرفية :

بشكل عام تعتبر عزوم الانحناء السالبة للشريط الوسطي عند محور الأعمدة الطرفية (عند الحافة الحرة) مساوية للصفر حيث يتحمل شريط العمود كامل عزم الانحناء السالب المنقول بين البلاطة والعمود . الا انه يجب تزويد ذلك الشريط الوسطي بتسليح علوي لا تقل نسبته المئوية (ρ) عن $(60/f_y)$ على ان يمتد هذا التسليح مسافة لا تقل عن (0.1ℓ) او طول مسافة التثبيت (Anchorage Length) أيهما اكبر ، مقاسة من خط محور الأعمدة والى الداخل . اما اذا امتدت البلاطة المسطحة الى ما بعد خط محور الأعمدة الطرفية على شكل معتل فيتم حساب التسليح المطلوب لمقاومة عزم الانحناء الناتج عن ذلك المعتلي .

7/3/5 البلاطات المحمولة على جدران أو جيزان طرفية :

يراعى في البلاطات الطرفية المحمولة على جدار أو جائز طرفي ذي عمق اكبر من (1.5) مرة من سماكة البلاطة ما يلي :-

* ان يصمم الجدار او الجائز الطرفي لمقاومة الاحمال التي تؤثر عليه مباشرة مضافا اليها حمل منتظم التوزيع يساوي ربع الحمل التصميمي الكامل للبلاطة
* ان يصمم نصف شريط العمود المحاذي للجدار او الجائز الطرفي لمقاومة ربع عزم الانحناء التصميمي المحسوب لشرائط الأعمدة .



الشكل (13)

العرض الفعال لشريط انتقال عزم الانحناء (b_e) لحالات مختلفة

7/3/6 عزم المقاومة في البلاطات المسطحة :

يحسب عزم المقاومة لشرائح البلاطات المسطحة المصمتة باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان طبقا لما ورد في المادة (4/3) . ويحسب عزم المقاومة لشرائح البلاطات المسطحة ذات الأعصاب كما ورد في المادة (6/3) مع مراعاة ضرورة الالتزام بجميع المتطلبات الواردة في الباب السادس بالنسبة للبلاطات ذات الأعصاب .

7/3/7 الفتحات في البلاطات المسطحة :

(أ) **عام :**

(1) لا يسمح بوقوع فتحات او أجزاء من فتحات ضمن تيجان الأعمدة .

(2) باستثناء الحالات الواردة في البنود الفرعية (ب) و (ج) و(د) من هذا البند ، يجب ان تحاط جميع الفتحات في البلاطات المسطحة بجيزان من جميع الجهات لنقل الاحمال الى الأعمدة .

(ب) **الفتحات في المساحات المحاطة بشرائط أعمدة :**

يسمح بتشكيل فتحات في المساحات المحاطة بشرائط أعمدة شريطة تحقيق ما يلي :

* الا يزيد أكبر بعد للفتحة في الاتجاه الموازي لمحاور شرائط الأعمدة عن (0.4ℓ) .
* ان يعاد توزيع عزوم الانحناء التصميمية الكلية الموجبة والسالبة على باقي المنشأ بما يتلاءم مع التغيير الحاصل فيه نتيجة لوجود الفتحة .

(ج) **الفتحات في المساحات المشتركة لشريطي عمودين :**

يسمح بتشكيل فتحة في المساحة المشتركة بين شريطي عمودين شريطة تحقيق ما يلي :-

* الا يزيد طول الفتحة الكلى او عرضها الكلى عن $(1/10)$ عرض الشريط العمودي الأصغر .

* ان تكون مقاطع الشريطين في منطقة الفتحة قادرة على مقاومة العزوم التصميمية .
* ان يتم تخفيض قيمة طول المحيط المستخدم لأغراض حساب إجهاد القص بمقدار يساوي بعد الفتحة الذي يقطع المحيط المذكور وفي الحالات التي تستدعي ذلك .

(د) **الفتحات في المساحات المشتركة لشريط عمود وشريط وسطي :**

يسمح بتشكيل فتحة في المساحة المشتركة بين شريط عمود وشريط وسطي شريطة تحقيق ما يلي :-

* الا يزيد طول الفتحة الكلي او عرضها الكلي عن (1/4) عرض شريط العمود .
* ان تكون مقاطع الشريطين في منطقة الفتحة قادرة على مقاومة العزوم التصميمية .

7/4 القص في البلاطات المسطحة

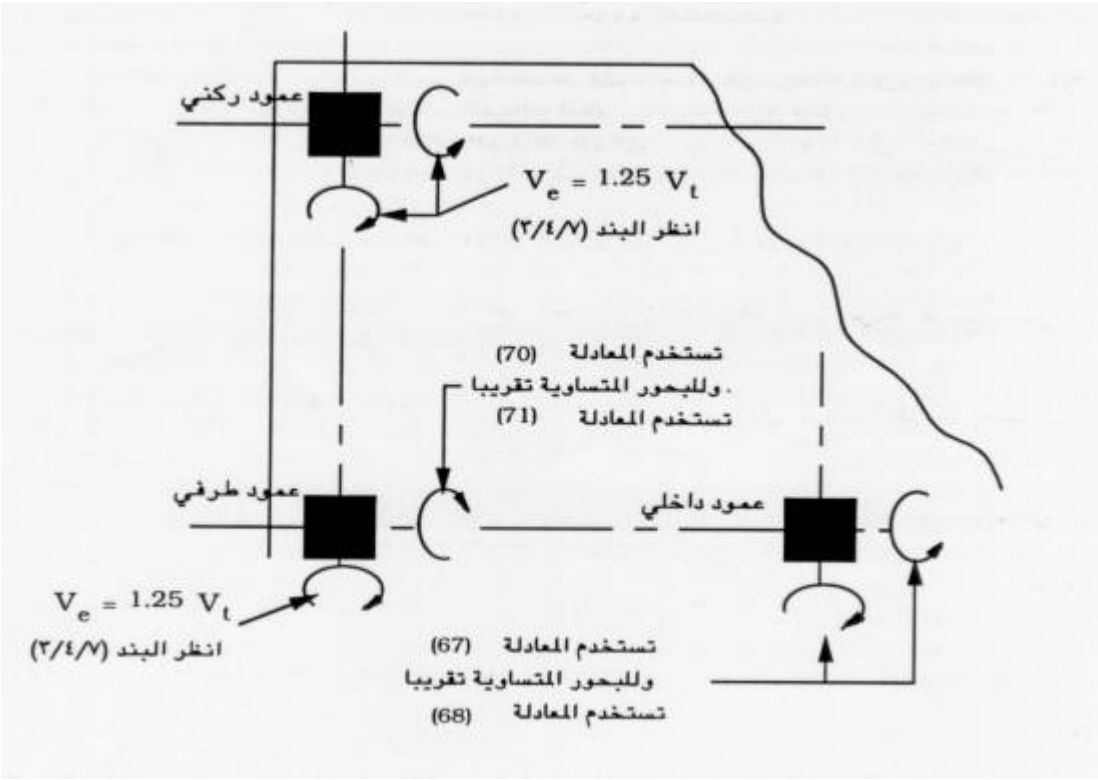
7/4/1 عام :

(أ) يعتبر إجهاد القص الأكثر خطورة في البلاطات المسطحة هو إجهاد القص الثاقب حول الأعمدة ، ويتم التحقق من القص الثاقب طبقا لما هو ورد في البندين(7/4/2) و (7/4/3) وفي المادة (7/5) .

(ب) يتم تصميم البلاطات المسطحة لمقاومة قوة قص فعالة تساوي قوة القص المنقولة الى العمود عند تحميل المنشأ بكامل الحمل التصميمي مضافا اليها تأثير انتقال عزم الانحناء بين البلاطة والعمود وفقا لما هو ورد في البندين (7/4/2) و (7/4/3) ولجميع تجميعات الاحمال التصميمية لحالة الحد الأقصى .

(ج) يوضح الشكل (14) ما هو ورد في البندين (7/4/2) و (7/4/3) .

الشكل (14)



تطبيق لما هو وارد في البندين (7/4/2) و (7/4/3)

7/4/2 قوة القص الثاقب عند الأعمدة الداخلية :

(أ) تؤخذ قوة القص الثاقب التصميمية الفعالة (V_e) في البلاطات المسطحة عند الأعمدة الداخلية كما يلي [انظر الشكل (15)] :-

$$V_e = V_t + \frac{1.5\,M_t}{x} \qquad (69)$$

حيث :-

x = بعد ذلك الجانب من المحيط المستخدم لأغراض حساب إجهاد القص والموازي لمحور عزم الانحناء (متر) .

(ب) تطبق العلاقة (67) بصورة مستقلة لكل من عزمي الانحناء حول محوري مقطع العمود (في الاتجاهين) ، ويتم التصميم لمقاومة قوة القص (V_t) الأكبر .

(ج) لأغراض التبسيط ، يسمح بحساب قوة القص التصميمية الفعالة (V_e) من العلاقة التالية بدلا من العلاقة (67) شريطة توافر الشروط المنصوص عليها في البند (7/2/3) لاستخدام الطريقة المبسطة لتحديد عزوم الانحناء في البلاطات المسطحة :-

$$V_e = 1.15V_t \qquad (68)$$

حيث :-

V_t = قوة القص التصميمية المنقولة الى العمود عند تحميل جميع البلاطات المجاورة له بكامل الحمل التصميمي لحالة الحد الأقصى (كيلو نيوتن) .

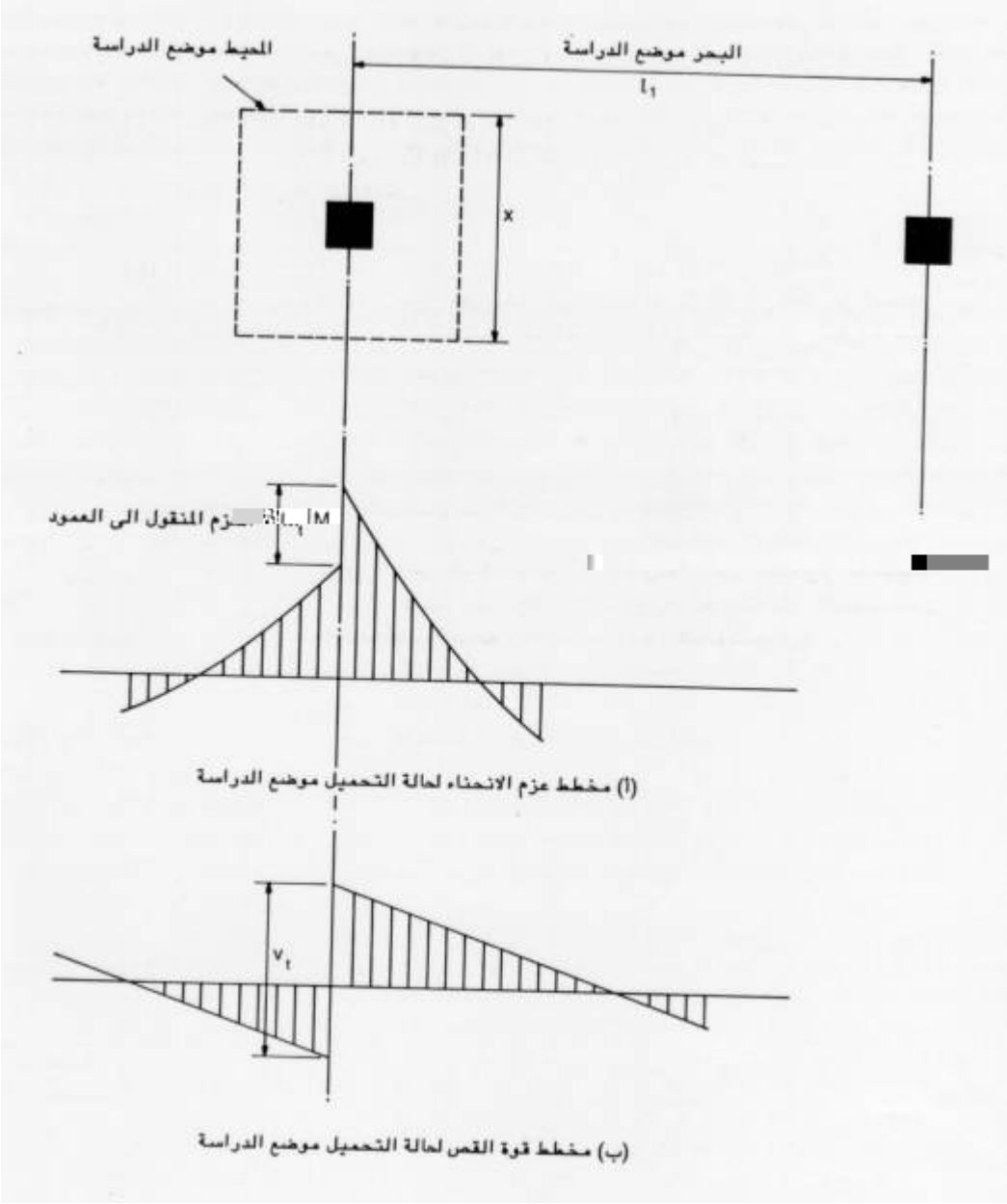
4/3/7 قوة القص عند الأعمدة الطرفية او الركنية :

(أ) تؤخذ قوة القص الثاقب التصميمية الفعالة (V_e) في البلاطات المسطحة عند الأعمدة الركنية وعند الأعمدة الطرفية للحالات التي يكون فيها محور عزم الانحناء موازيا للحافة الحرة للبلاطة كما يلي :-

$$V_e = 1.25V_t \qquad (69)$$

(ب) تؤخذ قوة القص الثاقب التصميمية الفعالة (V_e) في البلاطات المسطحة عند الأعمدة الطرفية للحالات التي يكون فيها محور عزم الانحناء متعامدا مع الحافة الحرة للبلاطة كما يلي :-

$$V_e = 1.25 V_t + \frac{1.5\, M_t}{x} \qquad (70)$$



الشكل (15)

القص عند موضع اتصال البلاطة بالعمود

(ج) لأغراض التبسيط يسمح بحساب (V_e) من العلاقة التالية بدلا من العلاقة رقم (70) عندما تتحقق الشروط المنصوص عليها في البند (7/2/3) لاستخدام الطريقة المبسطة :-

$$V_e = 1.4\,V_t \qquad (71)$$

(د) الحد الأعلى المسموح به لاجهاد القص عند وجه العمود:

يجب الا يزيد إجهاد القص التصميمي المحسوب باستخدام (V_e) على محيط مقطع العمود او محيط مقطع تاج العمود عن قيمة (V_{max}) الواردة في البند (4/4/2) .

7/5 مقاومة القص الثاقب

5/1/7 الفشل بالقص الثاقب :

في البلاطات المصمتة المعرضة لحمل مركز يحدث الفشل بالقص الثاقب على سطوح مائلة تأخذ شكل هرم ناقص او مخروط ناقص حسب شكل مساحة التحميل. وللأغراض التطبيقية يجوز افتراض ان الفشل يأخذ شكل هرم ناقص لجميع أشكال مساحات التحميل ، وحساب إجهاد القص الثاقب على محيط مستطيل (او مربع) الشكل حول منطقة التحميل .

7/5/2 إجهاد القص الثاقب :

(أ) **المحيط المستخدم لحساب إجهاد القص الثاقب:**

يعرّف المحيط المستخدم لحساب إجهاد القص الثاقب بأنه اصغر مستطيل يحيط بالمساحة المحملة بحيث لا تقل المسافة بين أي من أضلاع هذا المستطيل وحواف المساحة المحملة عن قيمة (ℓ_p) [انظر الشكل (16)].

(ب) **طول المحيط المستخدم لحساب إجهاد القص الثاقب :**

(1) يكون طول المحيط (c) مساويا لمجموع أطوال أضلاع مستطيل تبعد عن حواف

المساحة المحملة مسافة قدرها (ℓ_p) . ويتم تخفيض هذا الطول بالقدر المنصوص عليه في الفقرات (2) و (3) و (4) من هذا البند الفرعي عند وجود فتحات او ثقوب في البلاطة او عندما تكون المساحة المحملة قريبة من حافة حرة .

(2) عند وجود فتحات في البلاطات على مسافة تقل عن (6) أضعاف العمق الفعال (d) مقاسة من حافة

المساحة المحملة ، يعتبر ذلك الطول من المحيط المحصور بين الاسقاطات الإشعاعية من مركز المساحة المحملة الى الفتحة غير فعال ، ويتم طرحه من طول المحيط المحسوب كما في الفقرة (1) من هذا البند الفرعي . الا انه يجوز إهمال تأثير وجود فتحة واحدة قريبة من العمود اذا كان اكبر عرض لها اقل من ربع عرض العمود او نصف سماكة البلاطة أيهما اقل [انظر الشكل (17)].

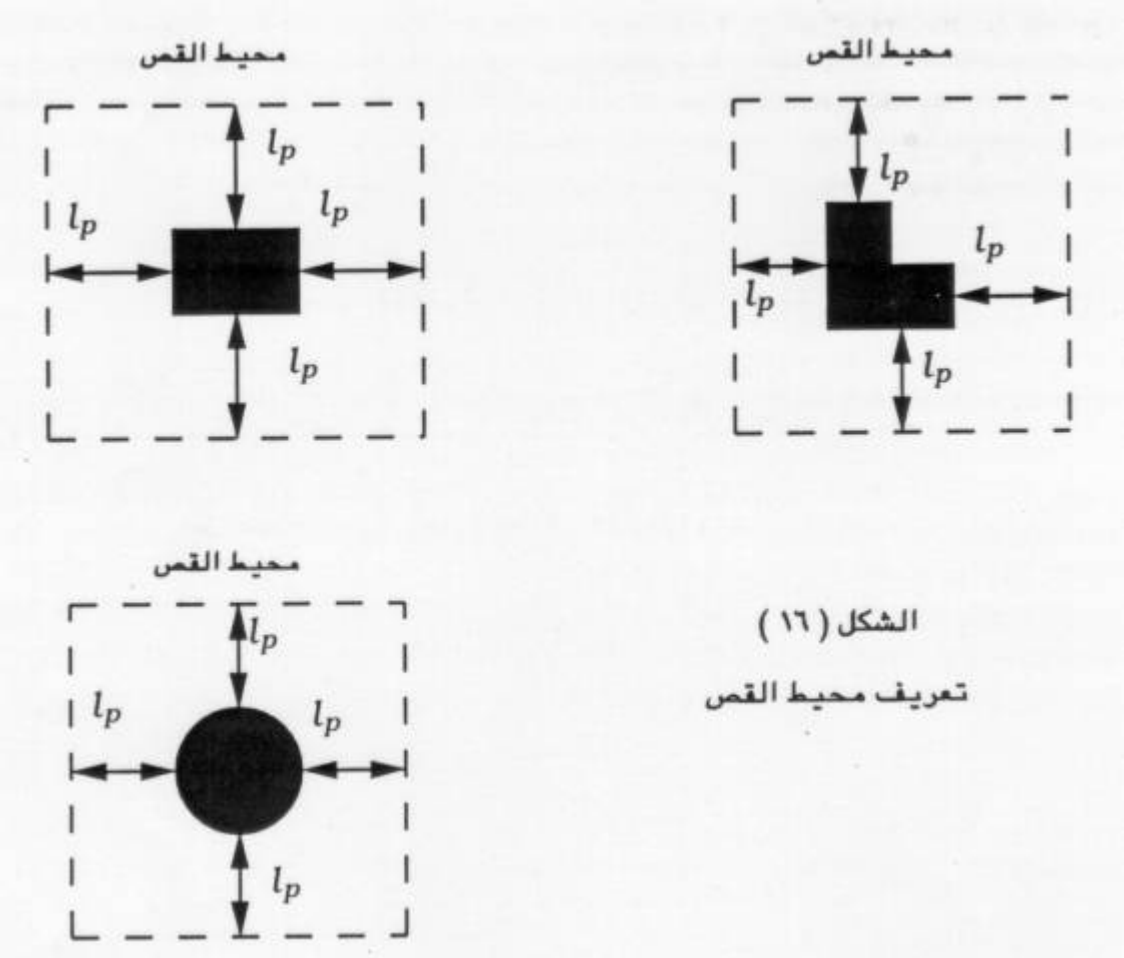
(3) في حالة وقوع حمل مركز بالقرب من حافة حرة يتم حساب طول المحيط كما يلي [انظر الشكل (18)]:-

* اذا كانت المسافة بين الحافة الحرة وحافة الحمل لمركز تقل عن (ℓ_p) يؤخذ طول المحيط مساويا لمجموع تلك الأطوال من أضلاع المحيط الواقعة ضمن البلاطة .

* اذا كانت المسافة بين الحافة الحرة وحافة الحمل لمركز اكبر من (ℓ_p) يؤخذ طول المحيط مساويا اقل القيمتين التاليتين:-

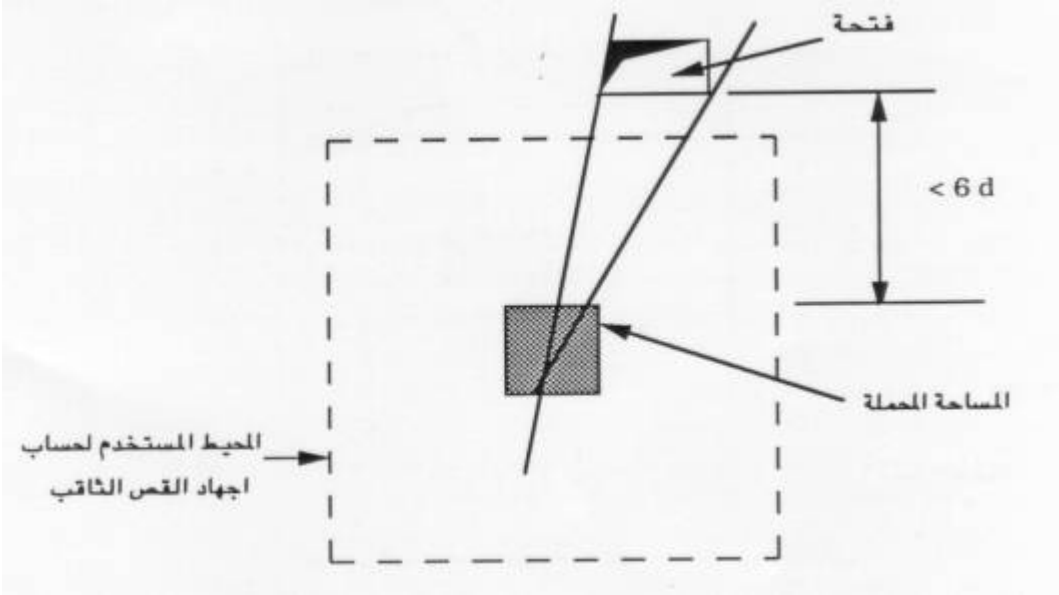
- مجموع أطوال الأضلاع الأربعة للمستطيل (أ) .
- مجموع أطوال ثلاثة من أضلاع المستطيل (ب) الذي يؤلف الحافة الحرة ضلعه الرابع .

(4) في حالة الحمل لمركز لمركزي يتم تحديد طول المحيط المستخدم لحساب إجهاد القص الثاقب باتباع الأسلوب الموضح في الفقرة (3) من هذا البند الفرعي



الشكل (١٦)

تعريف محيط القص



الشكل (17)

تأثير وجود فتحة على طول المحيط المستخدم لحساب إجهاد القص الثاقب

(ج) حساب إجهاد القص الثاقب :

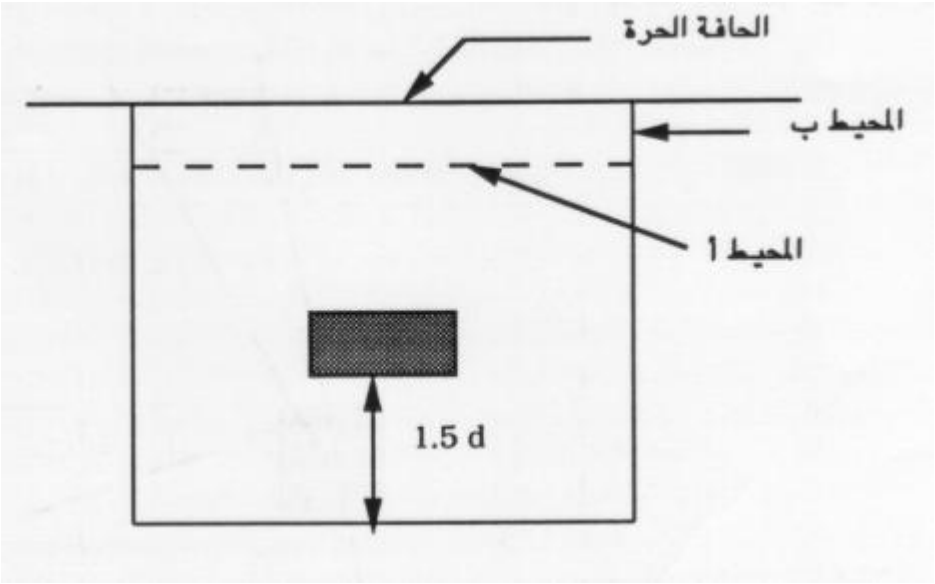
يحسب إجهاد القص الثاقب(v) في البلاطات المعرضة الى أحمال مركزة من العلاقة التالية :-

$$v = \frac{V_e}{c\,d} \qquad (72)$$

وتحسب قيمة (c) كما ورد في البند الفرعي (7/5/2ب) .

7/5/3 الحد الأعلى المسموح به لاجهاد القص الثاقب :

يراعى ما ورد في المادة (4/4/2) .



الشكل (18)

طول المحيط المستخدم لحساب إجهاد القص الثاقب

في حالة وقوع حمل مركز بالقرب من حافة حرة

7/5/4 إجهاد القص الثاقب المسموح به في الخرسانة:

(أ) يراعى ما ورد في البند (5/5/2) على ان تحسب النسبة المئوية لمساحة تسليح الشد الطولي (ρ) الواردة في العلاقة

من العلاقة التالية :- (20)

$$\rho = \frac{100\,A_s}{c\,d} \qquad (73)$$

حيث :-

A_s = مجموع مساحة مقاطع قضبان الشد الذي يمر عبر المحيط المستخدم لحساب القص الثاقب شريطة ان يمتد هذا التسليح على جانبي مقطع المحيط مسافة لا تقل عن (d) (ملمتر مربع) .

(ب) لا يسمح بزيادة إجهاد القص الثاقب المسموح به في الخرسانة في المقاطع القريبة من الركائز كما ورد بالنسبة للقص في الجيزان في البند (4/4/6) .

5/5/7 تصميم تسليح القص الثاقب :

(أ) تصمم البلاطات المصمتة المعرضة للقص الثاقب لتحقيق العلاقة العامة التالية:-

$$v \le v_c + v_s \qquad (74)$$

(ب) يجب الا تزيد المقاومة المميزة لتسليح القص الثاقب عن (460) نيوتن /ملمتر مربع .

(ج) يجب ان تمتد الكانات وغيرها من القضبان والأسلاك المستخدمة لمقاومة إجهاد القص الثاقب على كامل العمق الفعال (d) وان يثبت هذا التسليح عند نهايتيه طبقا لما هو وارد في المادة (11/4) .

(د) يسمح فقط باستخدام تسليح لمقاومة القص الثاقب في البلاطات التي يزيد عمقها الكلي عن (200) ملمتر .

(هـ) يسمح بعدم تزويد البلاطات بأي تسليح للقص الثاقب اذا قل إجهاد القص الثاقب (v) فيها عن إجهاد القص الثاقب المسموح به في الخرسانة (v_o) . اما اذا زادت قيمة (v) عن قيمة (v_o) فيجب تزويد البلاطة بتسليح للقص بحيث لا تقل قيمة (v_s) عن (0.4) نيوتن /ملمتر مربع.

(و) يحسب إجهاد القص الثاقب المسموح به في تسليح القص الثاقب (v_s) من العلاقة التالية:-

$$v_s = \frac{\phi_s f_{yw}\,\Sigma A_{sv}\,\sin\alpha}{c\,d} \qquad (75)$$

7/5/6 خطوات التصميم للقص الثاقب :

(أ) يحسب إجهاد القص الثاقب لمحيط ملامس للمساحة المحملة (العمود) $(\ell_p = 0)$ ، ويتم التحقق من عدم تجاوز قيمة هذا الإجهاد الحد الأعلى المسموح به

(ب) لأغراض التحقق من مقاومة القص الثاقب يتم حساب إجهاد القص الثاقب (v) واجهاد القص المسموح به في الخرسانة (v_c) لمحيطات متتابعة حول المساحة المحملة بحيث تكون $(\ell_p = 1.5\ d)$ للمحيط الأول ، وتتزايد (ℓ_p) للمحيطات المتتابعة بمقدار $(0.75\ d)$ كل مرة .

(ج) اذا قلت (v) عن (v_c) للمحيط الأول فلا حاجة لتوفير تسليح للقص الثاقب او التحقق من إجهاد القص الثاقب عند أي محيط آخر .

(د) اذا زادت (v) عن (v_c) للمحيط الأول فيجب تزويد البلاطة بتسليح للقص الثاقب عند هذا المحيط وعند محيط يقع في داخله بحيث تكون $(\ell = 0.75\ d)$.

(هـ) يتم التحقق من قيمة (v) عند كل محيط يلي المحيط الأول وتوفير تسليح القص المطلوب الى ان يتم الوصول الى محيط تقل فيه (v) عن (v_c) .

7/5/7 ترتيب تسليح القص الثاقب $(? A_{sv})$:

(أ) يتم ترتيب تسليح القص الثاقب $(? A_{sv})$ لكل محيط بانتظام على كامل طول أضلاعه ، على الا يزيد التباعد بين قضبان تسليح القص عن $(0.75d)$.

(ب) يتم تزويد المحيط الذي يقع في داخل المحيط الأول والذي تكون فيه $(\ell_p = 0.75\ d)$ بالتسليح ذاته المطلوب للمحيط الأول ويتم ترتيبه بانتظام على كامل طول الأضلاع الأربعة .

7/6 ترخيم البلاطات المسطحة

6/1/7

يراعى ما ورد في البند الفرعي (2/2/3أ) لأغراض الوفاء بمتطلبات حالة حد الترخيم .

6/2/7

يسمح باستخدام الطريقة المبسطة المستخدمة للجيزان والواردة في البند (4/6/2) لأغراض الوفاء بمتطلبات حالة حد الترخيم للبلاطات المسطحة على النحو التالي :-

* يتم التحقق من ان العمق الفعال (d) في اتجاهي البلاطة المسطحة ولجميع بحورها لا يقل عن العمق الفعال الأدنى (d_{min}) المحسوب لأغراض الوفاء بمتطلبات حالة حد الترخيم .

* تستخدم قيم معامل النحافة الواردة في الجدول (7) من دون أي تعديل للبلاطات المسطحة ذات السقوط التي لا يقل عرض السقوط فيها في كلا الاتجاهين عن ثلث البحر. اما البلاطات غير المزودة بسقوط او تلك التي يقل فيها عرض السقوط عن ثلث البحر فتعدل قيم معامل النحافة بضربها في المعامل (0.9).

7/7 ضبط التشققات في البلاطات المسطحة

يعتبر الالتزام بشروط مسافة التباعد القصوى بين قضبان الشد المنصوص عليها في البند (11/7/2) كافيا لضبط التشققات في البلاطات المسطحة . الا انه قد تتطلب بعض الحالات الخاصة حساب سماكة الشقوق ، ويتم ذلك عندئذ طبقا لما ورد في البند (4/7/2) .

7/8 أسس تسليح البلاطات المسطحة

7/8/1 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي

يراعى ما ورد في البند (5/8/1) .

7/8/2 قواعد ترتيب التسليح في البلاطات المسطحة :

يراعى ما ورد في البند (4/8/7) وما هو وارد في الباب الحادي عشر من هذه الكودة .

8/3/7 المتطلبات الدنيا للكانات :

يراعى ما ورد في البند الفرعي (7/5/5هـ) .

7/8/4 القواعد المبسطة لترتيب التسليح في البلاطات المسطحة :

يسمح بترتيب قضبان التسليح في البلاطات المسطحة حسب القواعد المبسطة المبينة في الشكل (19) بدلا من اتباع ما ورد " في البند (7/8/2)، وذلك اذا تحققت الشروط التالية :-

* ان تكون الاحمال التصميمية منتظمة التوزيع .
* ان تكون بحور البلاطات متساوية تقريبا .

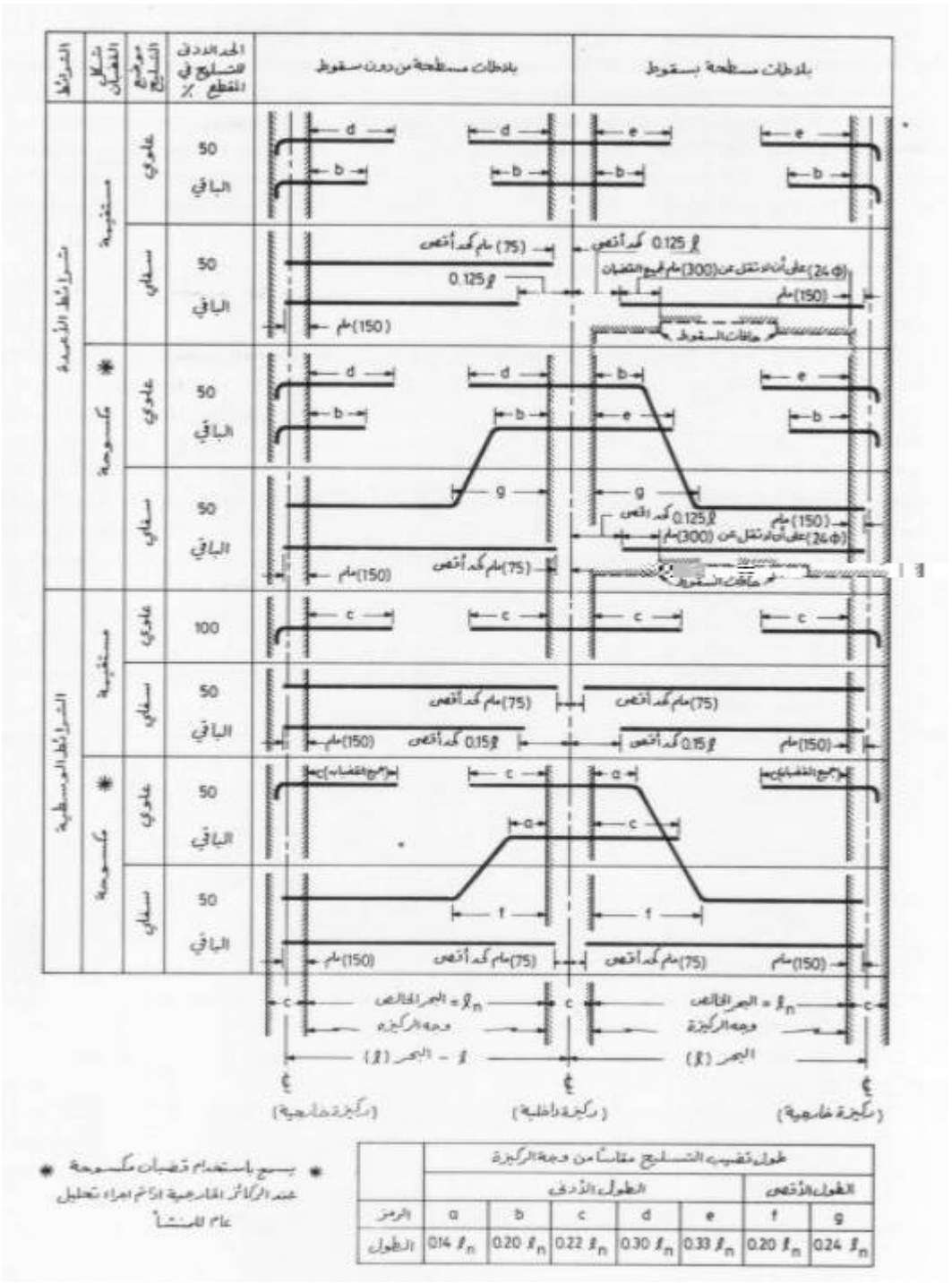
*

* الا تكون البلاطات المسطحة مصممة لمقاومة الاحمال الجانبية .

* الا يبد الحمل الحي التصميمي عن الحمل الميت التصميمي .

7/9 تصميم الأعمدة

تصمم الأعمدة الحاملة للبلاطات المسطحة وفقا لما هو ورد في الباب الثامن من هذه الكودة لمقاومة القوى والعزوم المنقولة اليها من البلاطات والمحسوبة لاكثر الحالات خطورة والناتجة عن تجميعات الاحمال التصميمية وتوزيعها منفردة او مجتمعة على كل بلاطة من البلاطات المحملة على العمود . اما في حالة استخدام الطريقة المبسطة لتحديد عزوم الانحناء بموجب البند (7/2/3) ، فيتم تقسيم عزم الانحناء الكلى المنقول للعمود والمستنتج من الجدول (15) بين الأعمدة العليا والسفلى حسب جساءاتها النسبية.



* بسيج باستخدام قضبان مكسوحة عند الركائز الخارجية اذا تم اجراء تحليل عام للمنشأ

	طول تضييب التسليح مقاساً من وجه الركيزة						
	الطول الأدنى					الطول الأقصى	
الرمز	a	b	c	d	e	f	g
الطول	0.14 ℓ_n	0.20 ℓ_n	0.22 ℓ_n	0.30 ℓ_n	0.33 ℓ_n	0.20 ℓ_n	0.24 ℓ_n

الشكل (19)

القواعد المبسطة لترتيب التسليح في البلاطات المسطحة

الباب الثامن

الأعمدة

8/1 عام

1/1/8 الرموز :

A_c = المساحة الإجمالية لمقطع الخرسانة (ملمتر مربع) ،

A_{sc} = مساحة مقطع التسليح الطولي (ملمتر مربع) ،

b = البعد الأصغر لمقطع العمود (ملمتر) ،

e_{min} = اللاوكزية الدنيا (ملمتر) ،

f_{cu} = المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن /ملمتر مربع) ،

f_y = المقاومة المميزة لفولاذ التسليح (نيوتن / ملمتر مربع) ،

h = البعد الأكبر لمقطع العمود (ملمتر) ،

K = معامل تخفيض يحسب كما في البند الفرعي (8/4/2هـ) ،

ℓ_e = الارتفاع الفعال للعمود (ملمتر) ،

ℓ_{ex} = الارتفاع الفعال للعمود مقاسا بالنسبة الى المحور الأساسي الرئيسي لمقطعه (ملمتر) (Major Principal Axis) ،

ℓ_{ey} = الارتفاع الفعال للعمود مقاسا بالنسبة الى المحور الأساسي الثانوي لمقطعه (ملمتر)(Minor Principal Axis) ،

ℓ_o = الارتفاع الخالص بين نهايتي العمود المقيدتين (ملمتر) ،

M_a = عزم الانحناء الإضافي لحالة الحد الأقصى (نيوتن . ملمتر) ،

M_i = عزم الانحناء الابتدائي لحالة الحد الأقصى (نيوتن . ملمتر) ،

M_{ux} = عزم الانحناء الأقصى حول المحور الأساسي الرئيسي الذي يتحمله المقطع بوجود الحمل المحوري التصميمي (N) (نيوتن .ملمتر) ،

M_{uy} = عزم الانحناء الأقصى حول المحور الأساسي الثانوي الذي يتحمله المقطع بوجود الحمل المحوري التصميمي (N) (نيوتن . ملمتر) ،

M_x = عزم الانحناء التصميمي حول المحور الأساسي الرئيسي (نيوتن.ملمتر)،

M_y = عزم الانحناء التصميمي حول المحور الأساسي الثانوي (نيوتن . ملمتر) ،

M_1 = عزم الانحناء الأصغر عند أي من نهايتي العمود والناتج عن الاحمال التصميمية (نيوتن . ملمتر) ،

M_2 = عزم الانحناء الأكبر عند أي من نهايتي العمود والناتج عن الاحمال التصميمية (نيوتن . ملمتر) ،

N = الحمل المحوري التصميمي المؤثر على العمود (نيوتن) ،

N_{uz} = سعة المقطع المحورية القصوى (نيوتن) ،

α = معامل ،

β = معامل ،

δ = سهم الترخيم الحاصل في العمود (ملمتر) ،

δ_x = سهم الترخيم الحاصل في العمود ضمن المستوى الرأسي المتعامد مع المحور الثانوي (ملمتر) ،

δ_y = سهم الترخيم الحاصل في العمود ضمن المستوى المتعامد مع المحور الرئيسي (ملمتر) ،

ρ_c = النسبة المئوية لمساحة التسليح الطولي في الأعمدة (بالمائة) ويساوي:

$$\rho_c = \frac{100\ A_{sc}}{A_c}$$

ϕ_c = معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات الضغط والانحناء ويؤخذ عادة (0.67) ،

= معامل خفض مقاومة فولاذ التسليح ، ويؤخذ عادة (0.87).

8/1/2 **المجال :**

تطبق الشروط الواردة في هذا الباب على الأعمدة ذات المقاطع المستطيلة والمقاطع الدائرية ، كما يمكن تطبيقها على الأعمدة ذات المقاطع الأخرى حيثما كان ذلك مناسبا . وأما الأعمدة القادرة على مقاومة الاحمال التصميمية من دون الحاجة الى تسليح ،يتم تصميمها باتباع الطريقة الواردة في الباب التاسع للجدران غير المسلحة.

8/1/3 **تعريفات :**

(أ) **العمود :**

لأغراض هذه الكودة يعرف العمود بأنه عنصر إنشائي رأسي معرض بشكل رئيسي الى أحمال محورية والبعد الأطول لمقطعه لا يزيد عن أربعة أمثال البعد الأصغر له .

(ب) **محورا المقطع الأساسيان الرئيسي والثانوي :**

يعرف محورا المقطع الأساسيان بأنهما المحوران المتعامدان الملران يمركز مساحة المقطع واللذان تكون قيمة عزم العطالة (القصور الذاتي) للمقطع حولهما في حديهما الأقصى والأدنى ويسمى المحور الأساسي الذي تكون حوله قيمة عزم العطالة في حدها الأقصى بالمحور الرئيسي ، ويسمى المحور الآخر الذي تكون حوله قيمة عزم العطالة في حدها الأدنى بالمحور الثانوي.

(ج) **البعدان الأكبر والأصغر لمقطع العمود :**

حيث ان الشروط الواردة في هذا الباب تطبق بشكل رئيسي على الأعمدة ذات المقاطع المستطيلة والدائرية ، يحدد البعد الأكبر لمقطع العمود (h) بأنه البعد المقاس في اتجاه متعامد مع المحور الرئيسي للمقطع ، في حين يعرف البعد الأصغر لمقطع العمود (b) بأنه البعد المقاس في اتجاه متعامد مع المحور الثانوي للمقطع .

8/1/4 **مقاسات الأعمدة :**

عند تصميم الأعمدة يجب اخذ متطلبات كل من الديمومة ومقاومة الحريق بعين الاعتبار بالإضافة الى تأثير هذه المتطلبات على مقاسات الأعمدة ومواضع التسليح فيها .

1/5/8 **الأعمدة المكتفة وغير المكتفة:**

يعتبر العمود مكتفا في مستوى معين إذا توفر الثبات الجانبي (Lateral Stability) للمنشأ كاملا من قبل جدران أو عناصر تكتيف أو عناصر تدعيم جانبي (Buttressing) مصممة لمقاومة جميع القوى الجانبية في ذلك المستوى . وما لم يتوفر

للعمود ذلك فانه يعتبر غير مكتف .

8/1/6 الأعمدة القصيرة والأعمدة النحيفة :

(أ) يعتبر العمود قصيرا اذا تحقق ما يلي :-

* الأعمدة المكتفة :

$$\frac{\ell_{ey}}{b} \le 15 \quad ، \quad \frac{\ell_{ex}}{h} \le 15$$

*

* الأعمدة غير المكتفة :

$$\frac{\ell_{ey}}{b} \le 10 \quad ، \quad \frac{\ell_{ex}}{h} \le 10$$

(ب) يعتبر العمود نحيفا اذا لم يتحقق الشرطان المنصوص عليهما في البند الفرعي (8/1/6أ) .

1/7/8 الارتفاع الفعال للعمود :

(أ) **عام :**

يسمح في الحالات العادية استخدام الأسلوب الوارد في هذا البند لتحديد الارتفاع الفعال للعمود . اما في الحالات التي تتطلب تحديدا اكثر دقة فيتم الرجوع في ذلك الى مراجع اكثر تخصصا .

(ب) **العلاقة المسموح باستخدامها لحساب الارتفاع الفعال للعمود :**

يحدد الارتفاع الفعال للعمود (ℓ_e) في كل من المستويين المتعامدين على محوري مقطعه الرئيسي والثانوي باستخدام العلاقة التالية :-

$$\ell_e = \beta \ell_o \qquad (76)$$

حيث :-

β = معامل يتم تحديده بموجب الجدول (17) ويعتمد على ظروف التقييد المنصوص عليها في البند الفرعي (8/1/7ح) . ويسمح بأخذ قيم تقع بين القيم المبينة في الجدول المذكور لحالات التقييد الواقعة بين تلك المنصوص عليها فيه .

(ج) **حالات التقييد لنهايات الأعمدة :**

يعبر عن حالات التقييد لنهايات الأعمدة بالأرقام من (1) الى (4) حيث تشير الزيادة في الرقم الى الانخفاض في التقييد عند تلك النهاية . وتحدد ظروف التقييد لكل حالة من هذه الحالات كما يلي :-

* حالة التقييد (1) : اتصال وثيق ومتواحد (Monolithic) في المستوى الرأسي موضع الدراسة بين نهاية العمود وجائزين متصلين بها وواقعين على جانبيها على الا يقل عمق أي من هذين الجائزين عن بعد مقطع العمود المقاس في المستوى الرأسي المذكور . وفي الحالات التي تكون فيها نهاية العمود متصلة بأساس فيشترط ان يكون الأساس وموضع اتصال العمود به قادرين على مقاومة عزوم الانحناء المنقولة من العمود باعتبار تلك النهاية تامة التثبيت (Fully Fixed) .

* حالة التقييد (2) : اتصال وثيق ومتواحد (Monolithic) في المستوى الرأسي موضع الدراسة بين نهاية العمود وجائزين متصلين بها وواقعين على جانبيها (أو بلاطة متصلة بها وواقعة على جانبيها) حيث يقل عمق كل من هذين الجائزين (أو عمق البلاطة) عن بعد مقطع العمود المقاس في المستوى الرأسي المذكور.
* حلة التقييد (3) : اتصال في المستوى الرأسي موضع الدراسة بين نهاية العمود وعناصر إنشائية بصورة توفر قدرا من التقييد لها ، الا إنها غير مصممة على وجه التحديد لتقييد دوران العمود .
* حلة التقييد (4) : نهاية عمود غير متصلة بعناصر إنشائية تقيد حركتها الجانبية او دورانها (مثل الطرف الحر لعمود معتلي) .

جدول (17)

قيم المعامل (β) للأعمدة المكتفة وغير المكتفة

نوع العمود	حالة تقييد النهاية العلوية للعمود	حالة تقييد النهاية السفلية للعمود		
		1	2	3
عمود مكتف	1	0.75	0.80	0.90
	2	0.80	0.85	0.95
	3	0.90	0.95	1.00
عمود				

غير مكتف	1	1.20	1.30	1.60
	2	1.30	1.50	1.80
	3	1.60	1.80	–
	4	2.20	–	–

1/8/8 حدود ارتفاع الأعمدة :

(أ) **عام :**

بشكل عام يجب الا يزيد الارتفاع الخالص ℓ_o بين نهايتي العمود المقيدتين عن (60) ضعفا من البعد الأصغر (b) لمقطع العمود :

$$\ell_o \le 60\,b$$

(ب) **حدود ارتفاع الأعمدة غير المكتفة :**

(1) بالإضافة لما ورد في البند الفرعي (8/1/8أ) يجب الا يزيد الارتفاع الخالص (ℓ_o) لعمود تكون نهايته العلوية غير متصلة بعناصر إنشائية تقيد حركتها الجانبية او دورانها (مثل الأعمدة المعتلية) عما يلي :-

$$\ell_o \le \frac{100\,b^2}{h}$$

حيث :-

h = البعد الأكبر لمقطع العمود (ملمتر) ،

b = البعد الأصغر لمقطع العمود (ملمتر) .

(2) يجب اخذ تأثير الترخيم الذي قد يتسبب في وضع قيود اكبر على ارتفاع الأعمدة غير المكتفة بعين الاعتبار .

8/2 العزوم والقوى في الأعمدة

8/2/1 أعمدة ضمن هياكل إنشائية مصممة لمقاومة أحمال جانبية :

تحسب عزوم الانحناء وقوى القص والقوى المحورية كما ورد في المادة (3/5) مع مراعاة ما هو وارد في البند (8/2/2) .

8/2/2 أعمدة ضمن هياكل إنشائية غير مصممة لمقاومة أحمال جانبية :

(أ) **حساب العزوم والقوى :**

تحسب عزوم الانحناء وقوى القص والقوى المحورية كما ورد في المادة (3/4) مع مراعاة ما هو وارد في البندين الفرعيين (8/2/3) و (8/2/4).

(ب) **حساب الاحمال المحورية :**

يسمح بحساب الاحمال المحورية في العمود بافتراض ان البلاطات والجيزان التي تنقل القوى اليه بسيطة الارتكاز .

2/3/8 عزوم الانحناء الإضافية التصميمية الناجمة عن الترخيم :

(أ) يجب اخذ عزوم الانحناء الإضافية الناجمة عن الترخيم في الأعمدة النحيفة بالاعتبار حسب ما هو وارد في المادة (8/4) .

(ب) تصمم القواعد أو غيرها من العناصر الانشائية المتصلة بنهايات الأعمدة النحيفة الإنحناء الإضافية التصميمية اذا زادت نحافة العمود في ذلك المستوى عن (20.0). يراعى ما هو وارد في البند (8/4/5) .

(ج) الأعمدة المحملة بأحمال محورية :

في الحالات التي تكون فيها الأعمدة محملة بأحمال محورية فقط ، أو بالنسبة الى الأعمدة التي يكون تحميلها محوريا بشكل أساسي يكتفي بأخذ الحمل المحوري فقط في الاعتبار لأغراض التصميم مع اللاموكزية الاسمية المنصوص عليها في البند (8/2/4) .

8/2/4 اللاموكزية الدنيا :

(أ) يجب الا يقل عزم الانحناء التصميمي لأي مقطع في العمود عن عزم يساوي الحمل المحوري التصميمي مضروبا في لاموكزية اسمية تساوي (0.05) من بعد مقطع العمود المقاس في مستوى الانحناء المأخوذ في الاعتبار على الا تزيد تلك اللاموكزية الاسمية عن (25) ملمتر .

(ب) عند تصميم مقاطع العمود لمقاومة الانحناء الثنائي المحاور يطلب فقط تحقيق الشرط المتعلق بلاموكزية التحميل والوارد في البند الفرعي (8/2/4أ) حول كل محور على حده ، ولا يطلب أخذ اللاموكزية الدنيا حول المحورين في آن واحد في الاعتبار .

3/8 تصميم مقاطع الأعمدة

8/3/1 تحليل المقاطع :

تحسب مقاومة مقاطع الأعمدة التصميمية لعزوم الانحناء والقوى المحورية وفقا للفرضيات الواردة في البند (4/3/1) .

8/3/2 المنحنيات البيانية لتصميم مقاطع الأعمدة :

يعتبر الأسلوب الأمثل لتصميم مقاطع الأعمدة هو استخدام منحنيات بيانية تحدد العلاقة بين القوة المحورية وعزم الانحناء لنسب تسليح مختلفة .

3/3/8 سعة المقطع المحورية القصوى :

تحدد سعة المقطع المحورية (N_{uz}) لحالة الحد الأقصى عند تعرض المقطع لقوى محورية فقط من العلاقة التالية :

$$N_{uz} = 0.67\,\phi_c\,f_{cu}\,A_c + \phi_s\,f_y\,A_{sc} \qquad (77)$$

ويراعى عدم جواز استخدام هذه العلاقة لأغراض تصميم الأعمدة حيث تشترط لاوكرية دنيا كما في البند (8/2/4) .

8/3/4 الأعمدة القصيرة المكتفة المحملة محوريا :

يسمح باستخدام العلاقة التالية لحساب مقاومة مقاطع الأعمدة القصيرة المكتفة المحملة بحمل محوري وعزم انحناء لا يزيد عن عزم الانحناء الناتج عن اللاوكرية الدنيا المنصوص عليها في البند (8/2/4) :-

$$N = 0.6\,\phi_c\,f_{cu}\,A_c + 0.85\,\phi_s\,A_{sc}\,f_y \qquad (78)$$

3/5/8 الأعمدة القصيرة المكتفة المحملة بشكل رئيسي بأحمال محورية :

يسمح باستخدام العلاقة التالية لحساب مقاومة هذا الوع من الأعمدة القصيرة المكتفة :-

$$N = 0.5\,\phi_c\,f_{cu}\,A_c + 0.75\,\phi_s\,A_{sc}\,f_y \qquad (79)$$

ويعتبر العمود القصير المكتف محملا بشكل رئيسي بأحمال محورية عندما يكون عمودا داخليا حاملا لجيزان مستمرة تتوافر فيها الشروط التالية :-

* الا يزيد الاختلاف بين طولي البحرين على جانبي العمود عن (15) بالمائة .
* ان تكون الجيزان مصممة لمقاومة أحمال منتظمة التوزيع والا يزيد الحمل الحي المميز عن الحمل الميت المميز .

3/6/8 الانحناء الثنائي المحاور (Biaxial Bending) :

(أ) تتأثر مقاطع الأعمدة عادة بعزمي انحناء حول كل من محوريها الأساسيين ، الا انه يسمح عند تصميم مقاطع الأعمدة في الظروف الاعتيادية بأخذ عزم الانحناء الأكثر خطورة في الاعتبار وتجاهل عزم الانحناء حول المحور الآخر اذا قلت لاوكرية التحميل لعزم الانحناء الذي يتم تجاهله عن اللاوكرية الدنيا المنصوص عليها في البند (8/2/4) .

(ب) في الحالات التي تستدعي اخذ الانحناء الثنائي المحاور بعين الاعتبار ، وعند عدم وجود امكانية لإجراء تحليل اكثر دقة وفقا للفرضيات الواردة في (4/3/1) ، يسمح بتصميم المقاطع المستطيلة ذات التسليح المتماثل حول كل من المحورين بحيث تتحقق العلاقة التالية:-

$$\left(\frac{M_x}{M_{ux}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_y}{M_{uy}}\right)^{\alpha} \le 1.0 \qquad (80)$$

حيث :-

α = معامل يعتمد على $\frac{N}{N_{uz}}$ ، ويحدد كما هو مبين في الجدول (18) .

جدول (18)

العلاقة بين $\frac{N}{N_{uz}}$ و (α)

$\frac{N}{N_{uz}}$	(α)
≤ 0.2	1.00
0.4	1.33
0.6	1.67
≥ 0.8	2.00

8/4 الأعمدة النحيفة

8/4/1 التصميم :

تصمم مقاطع الأعمدة النحيفة باستخدام طرق تصميم مقاطع الأعمدة الواردة في المادة (8/3) على ان تؤخذ في الاعتبار العزوم الإضافية المتولدة في تلك الأعمدة والناجمة عن التحنيب (Buckling) الحاصل فيها ، حيث يحسب عزم الانحناء الإضافي من العلاقة التالية ، وتكون عزوم الانحناء التصميمية طبقا لما هو وارد في البند (8/4/3) :-

$$M_a = N\,\delta \qquad (81)$$

8/4/2 الطريقة المبسطة لحساب سهم الترخيم :

(أ) عام :

يسمح بحساب سهم الترخيم للأعمدة النحيفة ذات المقاطع المستطيلة او الدائرية تحت تأثير الاحمال التصميمية لحالة الحد الأقصى بالأسلوب المنصوص عليه في هذا البند .

(ب) الانحناء حول المحور الثانوي فقط :

يسمح بحساب سهم الترخيم للأعمدة النحيفة المعرضة لعزوم انحناء حول محاور مقاطعها الثانوية فقط من العلاقة التالية :-

$$\delta = \frac{K\,b}{2000}\left(\frac{\ell_e}{b}\right)^2 \qquad (82)$$

حيث :-

b = عمق المقطع في مستوى الانحناء (ملمتر) ،

ℓ_e = الارتفاع الفعال اما في مستوى الانحناء او في المستوى العمودي عليه أيهما اكبر (ملمتر) .

(ج) الانحناء حول المحور الرئيسي فقط :

يسمح بحساب سهم الترخيم للأعمدة النحيفة المعرضة لعزوم انحناء حول محور مقطعها الرئيسي فقط من العلاقة التالية ، شريطة الا يزيد البعد الأكبر لمقطعها عن ثلاثة أمثال البعد الأصغر لمقطعها والا تزيد نحافة العمود المحسوبة بالنسبة الى محور مقطعه الرئيسي (ℓ_{ex}/b) عن (20.0) :-

$$\delta = \frac{Kh}{2000}\left(\frac{\ell_e}{b'}\right)^2 \qquad (83)$$

حيث :-

h = العمق الكلي للمقطع في مستوى الانحناء (ملمتر) ،

b? = البعد الأصغر لمقطع العمود (ملمتر) .

اما في الحالات التي يزيد فيها البعد الأكبر لمقطع العمود عن ثلاثة أمثال البعد الأصغر له او تلك التي تزيد فيها نحافة العمود (ℓ_{ex}/h) عن (20.0) ، فيجب تصميم الأعمدة النحيفة المعرضة لعزوم انحناء حول محور مقطعها الرئيسي باعتبارها معرضة لانحناء ثنائي المحاور وحساب سهمي الترخيم في الاتجاهين ، على ان تعتبر قيمتا عزمي الانحناء عند نهايتي العمود حول المحور الثانوي حسب ما هو وارد في البند الفرعي (8/4/3ب) مساويتين للصفر .

(د) الانحناء ثنائي المحاور :

يسمح بحساب سهمي الترخيم في اتجاهي المحورين الأساسيين للأعمدة النحيفة من العلاقتين التاليتين :-

$$\delta_y = \frac{Kh}{2000}\left(\frac{\ell_{ex}}{h}\right)^2 \quad (84)$$

$$\delta_x = \frac{Kb}{2000}\left(\frac{\ell_{ey}}{b}\right)^2 \quad (85)$$

(هـ) معامل التخفيض (K) :

(1) يحسب معامل التخفيض (K) المستخدم في حساب الترخيم في الأعمدة النحيفة من العلاقة التالية :-

$$K = \frac{N_{ux} - N}{N_{ux} - N_{bal}} \; ? \; 1 \quad (86)$$

حيث :-

N_{bal} = الحمل المحوري لحالة الحد الأقصى المناظر لحالة الاتزان في مقطع العمود بين انفعال الضغط الأقصى في الخرسانة [وقدره (0.0035)] وانفعال الشد في الطبقة الأكثر بعدا من تسليح الشد [وقدره (0.002)] .ويسمح بأخذ (N_{bal}) لمقاطع الأعمدة المستطيلة متماثلة التسليح مساويا للقيمة $(0.25\ f_{cu}\ ?b\ ?d)$.

(2) (K=1) (K)

لأغراض التصميم يمكن افتراض قيمة في بادئ الأمر . ويتم تحديد قيمة الفعلية بتصميم مقطع العمود وحساب قيمة (K) لهذا المقطع ، ومن ثم تصميم المقطع مرة أخرى وتكرار هذه الخطوة حسب الحاجة لحين الوصول الى قيمة (K) الفعلية بالنسبة للتصميم النهائي للمقطع. ويمكن الاكتفاء بقيمة $(K = 1)$ في جميع الحالات باعتبارها اكبر قيمة لذلك المعامل .

8/4/3 عزوم الانحناء التصميمية في الأعمدة النحيفة المكتفة :

(أ) يبين الشكل (20) توزيع عزوم الانحناء المفترض على كامل ارتفاع عمود مكتف

(ب) يسمح بحساب عزم الانحناء الابتدائي (M_i) المؤثر عند نقطة تأثير عزم الانحناء الإضافي (M_a) من العلاقة التالية :-

$$M_i = 0.4\,M_1 + 0.6\,M_2 \;?\; 0.4\,M_2 \qquad (87)$$

(ج) تكون إشارة عزم الانحناء (M_1) سالبة واشارة عزم الانحناء (M_2) موجبة عند تعرض العمود الى انحناء مزدوج .

(د) يكون عزم الانحناء التصميمي في العمود النحيف المكتف مساويا اكبر القيم التالية وكما هو مبين في الشكل (20) :-

* M_2
* $M_i + M_a$
* $M_1 + \frac{M_a}{2}$
* $N\,?e_{min}$

8/4/4 عزوم الانحناء التصميمة في الأعمدة النحيفة غير المكتفة :

(أ) يبين الشكل (21) توزيع الانحناء المفترض على كامل ارتفاع عمود غير مكتف .

(ب) يتم اعتبار تأثير عزم الانحناء الإضافي (M_a) المنصوص عليه في البند (8/4/1) عند كل من نهايتي العمود بإضافته الى عزم الانحناء التصميمي لحالة الحد الأقصى المحسوب عند كل نهاية بطريقة التحليل المرن .

8/4/5 عزوم الانحناء الإضافية المؤثرة على العناصر الانشائية المتصلة بالأعمدة النحيفة :

تصمم العناصر الانشائية المتصلة بالأعمدة النحيفة التي تزيد نحافتها (ℓ_e/h) او (ℓ_e/x) عن (20.0) لمقاومة عزوم الانحناء الإضافية الناتجة عن ذلك الاتصال بالإضافة الى عزوم الانحناء التصميمية المحسوبة

بطريقة المرونة للتحليل الإنشائي . ويتم ذلك للاساسات والبلاطات والجيزان اذا كان الاتصال بينها وبين نهايات الأعمدة وثيقا ومتواحدا (Monolithic) . وفي الحالات التي يقع فيها عمود نحيف فوق مفصل (Joint) وآخر تحته ، تصمم العناصر الانشائية المتصلة بذلك المفصل لمقاومة مجموع عزمي الانحناء الإضافيين عند نهاية كل من العمودين .

8/5 مقاومة القص

8/5/1 إجهاد القص في الأعمدة :

يراعى ما ورد في البند (4/4/1) .

8/5/2 الحد الأعلى المسموح به لاجهاد القص :

يراعى ما ورد في البند (4/4/2) .

8/5/3 اجهاد القص المسموح به في الخرسانة :

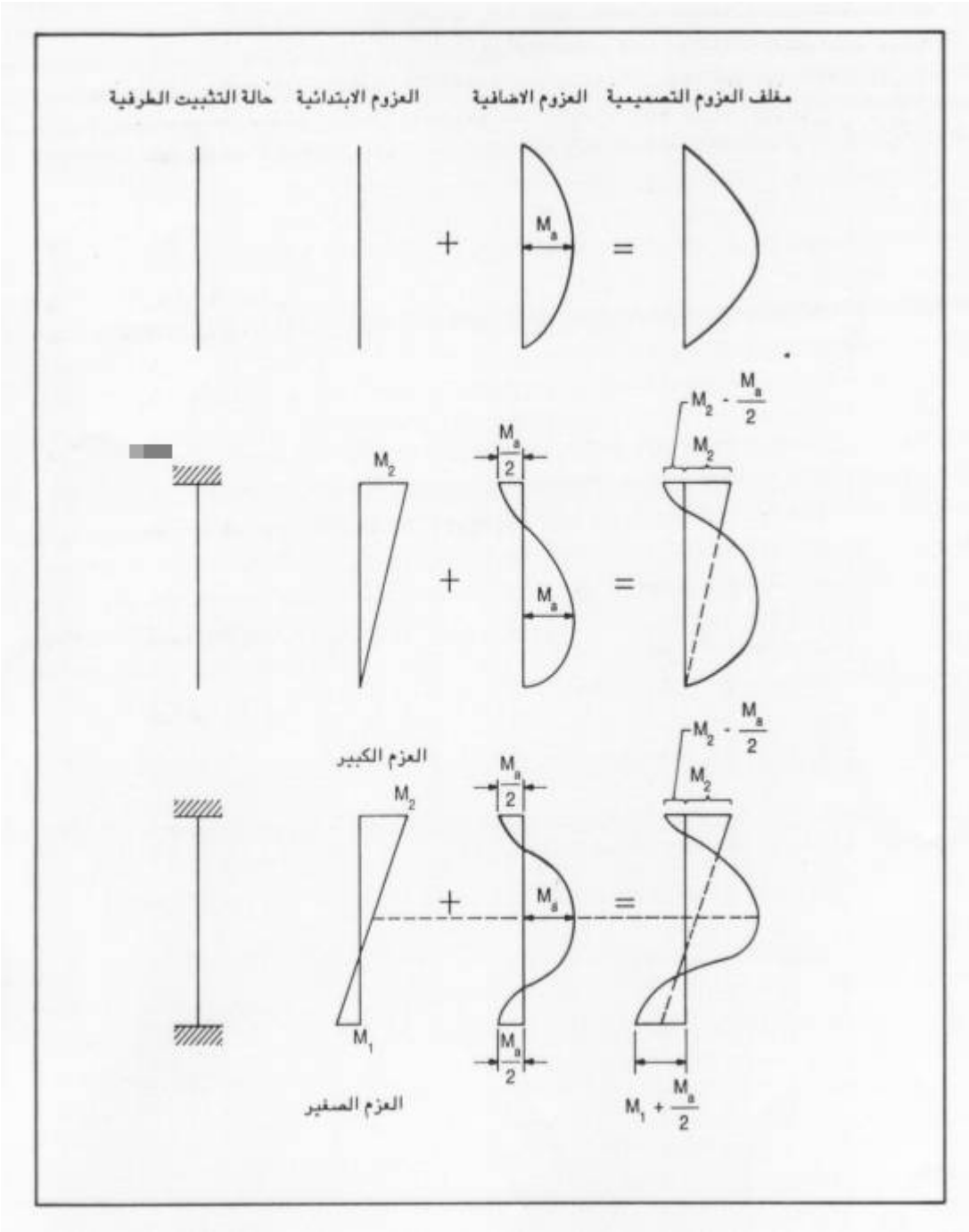
يراعى ما ورد في البندين (4/4/3) و (4/4/4) .

8/5/4 تسليح القص :

يراعى ما ورد في البندين (4/4/7) و (4/4/8) .

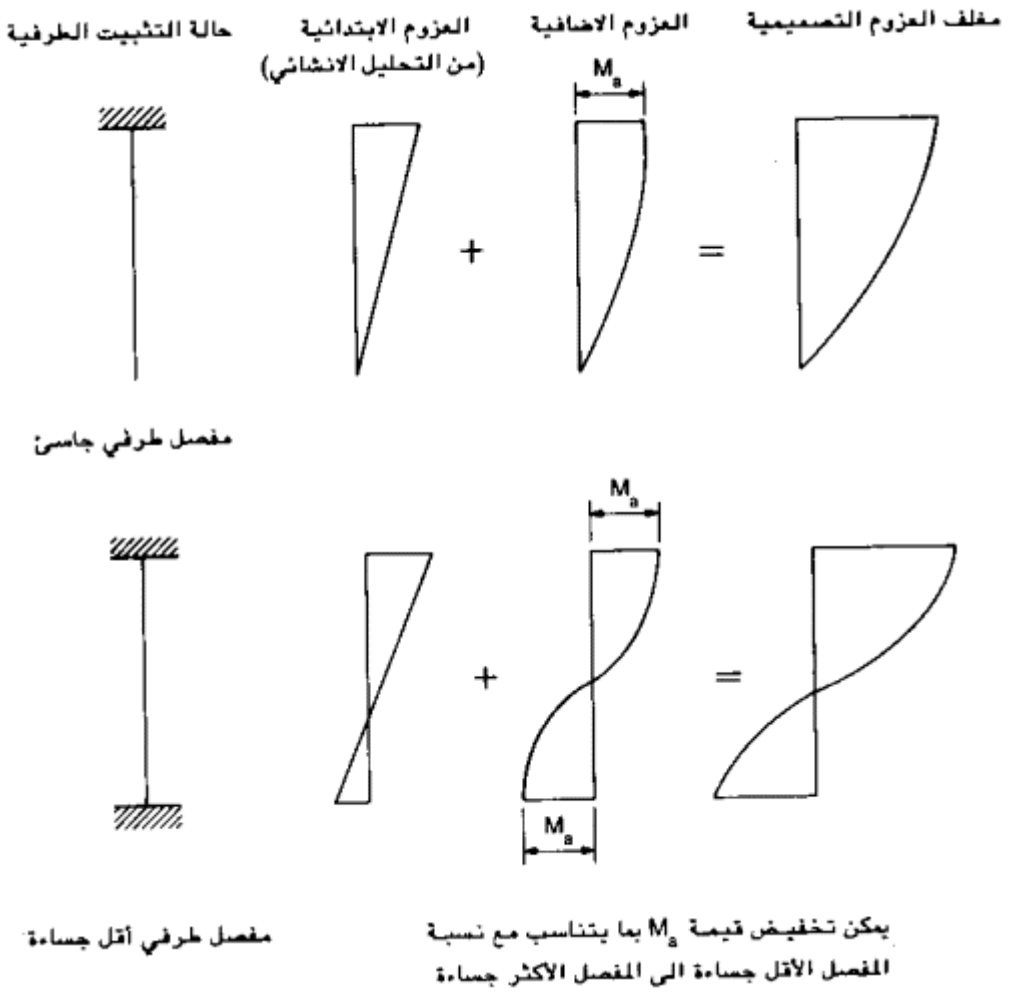
6/8 ترخيم الأعمدة

8/6/1 يراعى ما ورد في البند الفرعي (2/2/3أ) .



الشكل (20)

توزيع عزوم الانحناء التصميمية في الأعمدة النحيفة المكتفة



الشكل (21)

توزيع عزوم الانحناء التصميمية في الأعمدة النحيفة غير المكتفة

6/2/8 ليس من الضروري التحقق من الترخيم في الأعمدة في الحالات التالية :-

* الأعمدة المكتفة : اذا وقعت الأعمدة ضمن حدود النحافة الموصى بها .

* الأعمدة غير المكتفة : اذا كان معدل القيمة (ℓ_e / h) لجميع الأعمدة في اتجاه معين وعند المستوى موضع الدراسة اقل من (30.0) .

* المنشآت المكونة من طابق واحد : يسمح بقبول عمود غير مكتف تقع أبعاده ضمن حدود النحافة الموصى بها لما ورد

في البند الفرعي (8/1/8ب) .

8/6/3 **يحسب الترخيم في الحالات التي تتطلب التحقق منه كما ورد في المادة (4/6) .**

8/7 ضبط التشققات في الأعمدة

8/7/1 يجب التحقق من التشققات الناجمة عن الانحناء في الأعمدة المصممة لمقاومة قوى محورية تصميمية تقل عن $(0.2 f_{cu} A_c)$.

8/7/2 لأغراض التحقق من التشققات تعامل الأعمدة المعرضة الى أحمال تقل عن $(0.2 f_{cu} A_c)$ بالإضافة الى عزوم انحناء كالجيزان .

8/8 أسس تسليح الأعمدة

8/1/8 المساحة الدنيا للتسليح الرئيسي :

يجب الا تقل النسبة المئوية لمساحة التسليح الرئيسي في الأعمدة عما يلي :-

$\rho_c \geq 0.4$

8/2/8 مساحة التسليح القصوى :

يجب الا تزيد النسبة المئوية لمساحة التسليح للأعمدة عما يلي :-

$\rho_c \leq 6.0$

اما عند المقاطع التي تتراكب فيها القضبان لأغراض التشريك فيسمح بزيادة هذه النسبة الى (10.0) بالمائة .

8/8/3 المتطلبات الدنيا للكانات :

(أ) تزود الأعمدة بكانات ذات قطر لا يقل عن $\frac{1}{4}$ قطر أكبر قضيب تسليح طولي فيها او (6) ملمتر أيهما اكبر ، وبمسافة تباعد بينها لا تزيد عن (12) ضعفا من قطر أصغر قضيب تسليح طولي .

(ب) يتم احتواء قضبان التسليح الطولية بالكامل ضمن كانات بحيث تحيط الكانة بكل قضيب تسليح طولي بالالتفاف

حوله بزاوية لا تزيد عن (135) درجة . الا انه يسمح بعدم التفاف الكانة حول أي قضيب تسليح يقع بين قضيبي تسليح محاطين شريطة الا تزيد المسافة بين ذلك القضيب وأي من القضيبين الواقعين على جانبيه عن (150) ملمتر .

(ج) تعتبر الكانة الدائرية في عمود دائري المقطع مستوفية لشروط احتواء قضبان التسليح الطولي الواردة في البند الفرعي (8/8/3ب) .

(د) يجب تزويد المنطقة من العمود التي تتراكب فيها القضبان لأغراض التشريك بكانات كما هو وارد في البند الفرعي (8/8/3أ) وبمسافة تباعد تساوي نصف المسافة المنصوص عليها في البند الفرعي المذكور .

8/9 انتقال أحمال الأعمدة من خلال العقدات والجيزان والقواعد

8/9/1 يسمح باستخدام خرسانة للأعمدة ذات مقاومة مميزة تزيد عن المقاومة المميزة للبلاطات والقواعد والجيزان بنسبة لا تتجاوز (40) بالمائة من دون اتخاذ إجراءات بالنسبة لمنطقة الاتصال بين الأعمدة وتلك العناصر الانشائية .

8/9/2 في الحالات التي تزيد فيها المقاومة المميزة لخرسانة الأعمدة عن (1.4) من المقاومة المميزة لخرسانة البلاطات او الجيزان او القواعد المتصلة بها ، فيجب مراعاة ما يلي:-

* يمكن تصميم الأعمدة بالاعتماد على مقاومة مميزة تعادل (1.4) مرة من المقاومة المميزة للخرسانة المجاورة .

* في الحالات التي يرغب فيها في استعمال مقاومة الخرسانة الفعلية التي تزيد عن (1.4) من المقاومة المميزة للخرسانة المجاورة، فانه يشترط تصميم منطقة الاتصال لمقاومة القوى والعزوم المؤثرة عليها للمقاومة الخاصة بالجيزان او العقدات او القواعد مع توفير تسليح إضافي مناسب في تلك المنطقة .

جدول المحتويات الباب الثامن الباب العاشر

الباب الت اسع

الجدران

1/9 عام

1/1/9 الرموز

A_c = مساحة مقطع وحدة الطول من الجدار (ملمتر مربع) ،

A_{sc} = مساحة مقطع التسليح الرأسي (ملمتر مربع) ،

A_{sn} = المساحة الكلية لتسليح القص الرأسي الإضافي في الجدار (ملمتر مربع) ،

A_{sv} = مساحة تسليح القص الأفقي ضمن المسافة (S_v) (ملمتر مربع) ،

d = العمق الفعال للمقطع (ملمتر) ،

e = لاوكزية التحميل في اتجاه عمودي على مستوى الجدار (ملمتر) ،

e_1 = لاوكزية التحميل عند أعلى الجدار (ملمتر) ،

e_2 = لاوكزية التحميل عند اسفل الجدار (ملمتر) ،

f_{cu} = المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن /ملمتر مربع) ،

f_y = المقاومة المميزة لفولاذ التسليح (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_{yv} = المقاومة المميزة لتسليح القص (نيوتن/ملمتر مربع) ،

H = الارتفاع الكلي للجدار (ملمتر) ،

ℓ_e = الارتفاع الفعال للجدار (ملمتر) ،

ℓ_w = طول المقطع الأفقي للجدار (ملمتر) ،

ℓ_o = الارتفاع الطابقي الخالص للجدار (متر) ،

n = الحمل الرأسي التصميمي المؤثر على وحدة الطول من الجدار (نيوتن/ملمتر) ،

S_v = مسافة التباعد بين الكانات في الاتجاه الرأسي (ملمتر) ،

t = سماكة الجدار (البعد الأصغر لمقطعه) (ملمتر) ،

V = قوة القص الأفقية الناتجة عن الأحمال التصميمية (نيوتن) ،

δ = سهم الترخيم (ملمتر) ،

ρ = النسبة المئوية لمساحة التسليح الرأسي (بالمائة) وتساوي $\frac{100\,A_{sc}}{t\,\ell_w}$

ρ_n = النسبة المئوية لتسليح القص الرأسي الإضافي للمقطع الأفقي للجدار $\left(\frac{100\,A_{sn}}{t\,\ell_w}\right)$ وتساوي (بالمائة)

ρ_v = النسبة المئوية لتسليح القص الأفقي (بالمائة) وتساوي $\frac{100A_{sv}}{tS_v}$

ϕ_c = معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات الضغط والانحناء ، ويؤخذ عادة (0.67)،

ϕ_s = معامل خفض مقاومة فولاذ التسليح ، ويؤخذ عادة (0.87) .

ϕ_v = معامل خفض مقاومة الخرسانة لاجهادات القص واللي ، ويؤخذ عادة (0.80).

1/2/9 تعريفات :

(أ) الجدار المسلح والجدار العادي :

لأغراض هذه الكودة يعرف الجدار المسلح بأنه عنصر إنشائي رأسي حامل معرض بشكل

رئيسي الى أحمال رأسية ، ويزيد البعد الأكبر لمقطعه عن (4) أمثال البعد الأصغر لذلك المقطع ، ويجب الا تقل النسبة المئوية لمساحة التسليح الرأسي فيه عن (0.4) بالمائة . اما اذا قلت نسبة التسليح عن (0.4) بالمائة فيعتبر جدارا عاديا ويتم تصميمه كما هو وارد في المادة (9/4).

(ب) الجدار المكتف :

يعتبر الجدار مكتفا اذا توافر الاستقرار الجانبي للمنشأ كاملا في الاتجاه المتعامد مع مستوى الجدار ، ويكون ذلك بجدران متعامدة معه او نظام تكتيف آخر مناسب مصمم لمقاومة جميع القوى الجانبية في هذا الاتجاه .

(ج) **الجدار غير المكتف :**

يعتبر الجدار غير مكتف اذا لم تتوافر فيه الشروط المنصوص عليها للجدار المكتف في البند الفرعي (9/1/2ب) .

9/1/3 مقاسات الجدران :

عند تصميم الجدران يجب اخذ متطلبات كل من الديمومة ومقاومة الحريق وتأثيرها على مقاسات هذه الجدران ومواضع التسليح في الجدران المسلحة بعين الاعتبار .

1/4/9 الثبات :

يجب الا يقتصر الثبات الجانبي للمباني متعددة الطوابق في أي من الاتجاهين علي جدران غير مكتفة .

1/5/9 الجدران القصيرة والجدران النحيفة :

(أ) يعتبر الجدار قصيرا اذا تحقق ما يلي :-

* الجدران المكتفة: $\frac{\ell_e}{t} \le 15$
* الجدران غير المكتفة: $\frac{\ell_e}{t} \le 10$

(ب) يعتبر الجدار نحيفا اذا لم يتحقق الشرط المنصوص عليه في البند الفرعي (9/1/5أ) .

1/6/9 الارتفاع الفعال للجدران :

(أ) **الارتفاع الفعال للجدران المسلحة :**

(1) **عام :**

يتم تحديد الارتفاع الفعال للجدران المسلحة المتصلة اتصالا وثيقا ومتواحدا (Monolithic) مع العناصر الانشائية المتصلة بها باتباع الأسلوب الوارد في البند (8/1/7) للأعمدة ، إذ يعامل الجدار المسلح كما لو كان عمودا يتعرض لانحناء في مستوى متعامد مع مستوى الجدار .

(2) **الإنشاء بسيط الارتكاز :**

يتم تحديد الارتفاع الفعال للجدران المسلحة التي تنتقل اليها الاحمال من عناصر إنشائية ترتكز عليها (او

يفترض إنها ترتكز عليها) ارتكازا بسيطا باتباع الأسلوب المستخدم للجدران العادية .

(ب) الارتفاع الفعال للجدران العادية :

(1) الارتفاع الفعال للجدران غير المكتفة :

يكون الارتفاع الفعال للجدران العادية غير المكتفة كما يلي :-

* الجدار الذي يرتكز على أعلاه سقف او بلاطة ممتدة في اتجاه متعامد معه :

$$\ell_e = 1.5\,\ell_o$$

* غير ذلك من الجدران :

$$\ell_e = 2.0\,\ell_o$$

(2) الارتفاع الفعال للجدران العادية المكتفة :

يكون الارتفاع الفعال للجدران العادية المكتفة على النحو التالي:-

* الجدار المتصل من أعلاه ومن أسفله ببلاطات (او جيزان) في ذلك الطابق تقاوم عزوم الانحناء بالإضافة الى الاحمال الأفقية في الاتجاه المتعامد مع مستواه :

* $\ell_e = 0.75\,\ell_o$

* الجدار المتصل من أعلاه ومن أسفله ببلاطات (او جيزان) في ذلك الطابق تقاوم الاحمال الأفقية فقط :

$$\ell_e = \ell_o$$

1/7/9 حدود نحافة الجدران :

(أ) الجدران المسلحة :

يجب الا تزيد نحافة الجدار المسلح $\left(\frac{\ell_e}{t}\right)$ عما يلي :-

*جدار مسلح مكتف :

$$\frac{\ell_e}{t} \le 40 \quad : \quad \rho < 1$$

$$\frac{\ell_e}{t} \le 45 \quad : \quad \rho \ge 1$$

*جدار مسلح غير مكتف :

$$0.4 \le p \le 4 \quad : \quad \frac{\ell_e}{t} \le 30$$

(ب) **الجدران العادية :**

يجب الا تزيد نحافة الجدار العادي (ℓ_e / t) عن (30.0) سواء كان الجدار مكتفا او غير مكتف .

9/2 العزوم والقوى في الجدران

9/2/1 الاحمال الرأسية :

يسمح بحساب الأحمال الرأسية في الجدران بافتراض ان البلاطات والجيزان التي تنقل القوى اليها بسيطة الإرتكاز .

9/2/2 عزوم الانحناء التصميمية الواقعة في مستوى عمودي على مستوى الجدار :

(أ) **الإنشاء المتصل اتصالا متواحدا (Monolithic) للجدران المسلحة :**

تستخدم طريقة المرونة للتحليل الإنشائي لحساب عزوم الانحناء التصميمية الواقعة في مستوى عمودي على مستوى الجدار من الخرسانة المسلحة في حالة اتصاله اتصالا متواحدا مع جيزان او بلاطات متعامدة معه .

(ب) **الإنشاء بسيط الارتكاز للجدران المسلحة والعادية :**

في الحالات التي تصمم فيها الجيزان والبلاطات لترتكز على الجدران لرتكازا بسيطا ، تؤخذ اللاموكزية في المستوى العمودي على مستوى الجدار كما هو وارد في البند (9/4/1) .

9/2/3 عزوم الانحناء التصميمية الواقعة في مستوى الجدار :

(أ) تحسب عزوم الانحناء التصميمية الواقعة في مستوى الجدار حسابا إستاتيكيا في حال وجود جدار واحد .

(ب) عند وجود اكثر من جدار واحد تزع عزوم الانحناء التصميمية الواقعة في مستوى الجدار باستخدام طريقة المرونة للتحليل الإنشائي ، ويتم توزيعها على الجدران حسب جساءة كل منها .

(ج) في الحالات التي تزيد فيها لاموكزية التحميل في مستوى الجدار العادي عن ثلث طوله تعتبر مساهمة ذلك الجدار في مقاومة الاحمال الجانبية مساوية للصفر ، ويتم إعادة حساب توزيع الاحمال الجانبية المؤثرة على المنشأ بتجاهل هذا الجدار .

(د) عند افتراض حدوث وصلات قص رأسية بين أجزاء مختلفة من الجدار ، تصمم وصلات القص هذه لمقاومة القوى التصميمية القصوى باستخدام طريقة تحليل إنشائي مناسبة .

9/2/4 اللاموكزية الدنيا في مستوى عمودي على مستوى الجدار :

باستثناء الجدران القصيرة المسلحة المكتفة المحملة بشكل متماثل تقريبا على جانبيها ، يجب الا يقل عزم

الانحناء التصميمي المؤثر في هذا المستوى عن عزم يساوي الحمل التصميمي مضروبا في لاوكرية اسمية تساوي(0.05) من سماكة الجدار ، على الا تزيد تلك اللاوكرية عن (20) ملمتر .

9/3 الجدران المسلحة

9/3/1 تصميم الجدران القصيرة المسلحة :

(أ) تحليل المقاطع :

تحسب مقاومة مقاطع الجدران التصميمية لعزوم الانحناء والقوى الرأسية وفقا للفرضيات الواردة في البند (4/3/1) .

(ب) الجدران القصيرة المسلحة المكتفة المحملة بشكل رئيسي بأحمال محورية :

يسمح باستخدام العلاقة التالية لحساب مقاومة هذا النوع من الجدران القصيرة المسلحة المكتفة شريطة عدم تعرض تلك الجدران لاحمال جانبية :-

$$n = 0.5\,\phi_c\, f_{cu}\, A_c + 0.75\,\phi_s\, A_{sc}\, f_y \qquad (88)$$

ويعتبر الجدار القصير المكتف محملا بشكل رئيسي بأحمال رأسية عندما يكون جدرا داخليا حاملا لبلاطات مستمرة تتوافر فيها الشروط التالية :-

* الا يزيد الاختلاف بين طولي البحرين الواقعين على جانبي الجدار عن (15) بالمائة .

*ان تكون البلاطات مصممة لمقاومة أحمال منتظمة التوزيع والا يزيد الحمل الحي المميز عن الحمل الميت المميز .

(ج) الجدران المسلحة المقاومة لاحمال رأسية وعزوم انحناء واقعة في مستوى عمودى على مستوى

الجدران :

في الحالات التي تقتصر فيها لاموكزية التحميل على عزوم انحناء تقع في مستوى عمودي على مستوى الجدار المسلح ، يسمح بافتراض توزيع منتظم للحمل الرأسي التصميمي على طول مقطع الجدار ، ويصمم الجدار لمقاومة الحمل المحوري وعزوم الانحناء التصميمية . ويمكن استخدام المنحنيات البيانية لتصميم مقاطع الأعمدة حسب ما ورد في البند (8/3/2) لهذا الغرض .

(د) الجدران المسلحة المقاومة لاحمال رأسية وعزوم انحناء واقعة في مستوى الجدار :

يصمم مقطع الجدار المسلح لمقاومة الحمل المحوري وعزوم الانحناء التصميمية بموجب البند الفرعي (9/3/1أ) .

(هـ) **الجدران المسلحة المقاومة لاحمال رأسية وعزوم انحناء ثنائية :**

يجب أن يتم تحليل مقطع الجدار المسلح المقاوم لأحمال رأسية وعزوم إنحناء ثنائية واقعة في مستوى الجدار وفي مستوى عمودي عليه تحليلا دقيقا ومطولا ، وان يجرى تصميمه تصميما مفصلا ومستفيضا . وبشكل عام يسمح بتصميم مقاطع الجدران من هذا النوع لمقاومة الحمل الرأسي وعزم الانحناء الواقع في مستوى الجدار وتجاهل عزم الانحناء الواقع في المستوى العمودي عليه اذا قلت لاموكزية التحميل في المستوى العمودي على الجدار عن اللاموكزية الدنيا المنصوص عليها في البند (9/2/4) ، شريطة الا تقل مقاومة مقطع الجدار عما هو وارد في البند الفرعي (9/3/1ب) .

3/2/9 الجدران النحيفة المسلحة :

تصمم مقاطع الجدران المسلحة النحيفة باستخدام طرق تصميم الجدران القصيرة المسلحة الواردة في البند (9/3/1) ، على ان تؤخذ العزوم الإضافية المتولدة في تلك الجدران والناجمة عن الترخيم (الانعطاط) الحاصل فيها في الاعتبار . ويتم ذلك باعتبار الجدران أعمدة نحيفة معوضة للانحناء حول محورها الثانوي طبقا لما ورد في المادة (8/4) .

3/3/9 مقاومة القص في الجدران المسلحة :

(أ) **عام :**

تصمم المقاطع الأفقية للجدران المسلحة لمقاومة قوى القص المؤثرة في مستوى عمودي على مستوى الجدار باستخدام الأسلوب المنصوص عليه في المادة (5/5) لمقاومة القص في البلاطات المصمتة . أما المقاطع الأفقية

للجدران المسلحة المعرضة لقوى قص واقعة في مستوى الجدار فتصمم بالأسلوب المنصوص عليه في هذا البند .

(ب) إجهاد القص في الجدران المسلحة :

يحسب إجهاد القص (v) في الجدران المسلحة عند أي مقطع أفقي مستطيل الشكل او علي شكل (T) او (L) من العلاقة التالية :

$$v = \frac{V}{t\,d} \qquad (89)$$

حيث :-

t = عرض المقطع الأفقي لذلك الجزء من الجدار الواقع في المستوى الذي تؤثر فيه قوة القص (ملمتر) ،

d = العمق الفعال للمقطع الافقي (ملمتر) ، ويؤخذ مساوي $(0.8\,\ell_w)$. وفي الحالات التي يتعرض فيها المقطع الى قوة شد ناتجة عن الانحناء ، فيسمح بأخذ قيمة اكبر للعمق الفعال تساوي المسافة بين الحافة الأكثر انضغاطا ومركز محصلة قوى تسليح الشد. أما في الحالات التي يكون فيها مقطع الجدار معرضا بكامله لقوى ضغط فيسمح باعتبار قيمة (d) مساوية عمق الجدار كاملا .

(ج) الحد الأعلى لاجهاد القص في الجدران المسلحة :

يجب الا يزيد إجهاد القص التصميمي المسموح به (v_{max}) في الجدران المسلحة عما يلي :-

$$v_{max} = 0.8\,\phi_v\sqrt{f_{cu}} \qquad (90)$$

شريطة الا تزيد قيمة (v_{max}) عن (5) نيوتن/ملمتر مربع .

(د) إجهاد القص المسموح به :

يراعى ما ورد في البنود (4/4/3) و (4/4/4) و (4/4/5) و (4/4/6) .

(هـ) تسليح القص :

(1) عام :

* يراعى ما ورد في البندين الفرعيين (4/4/8أ) و (4/4/8ب) .

* يسمح بتصميم المقاطع الأفقية القريبة من قاعدة الجدار وضمن مسافة لا تزيد عن $(\ell_w/2)$ او نصف الارتفاع الكلي للجدار أيهما اقل ، لاجهاد القص التصميمي نفسه المحسوب عند المسافة $(\ell_w/2)$ او لذلك المحسوب عند نصف الارتفاع الكلي للجدار .

* يكتفي بتسليح القص الأدنى المنصوص عليه في البند (4/8/4) عندما يكون إجهاد القص (v) المطلوب مقاومته اقل من إجهاد القص المسموح به (v_c) .

*

(2) تصميم تسليح القص :

يحسب إجهاد القص المسموح به في تسليح القص الأفقي للجدران المسلحة من العلاقة التالية :-

$$v_s = \frac{\phi_s f_{yv} A_{sv}}{t\,S_v} \qquad (91)$$

(3) تسليح القص الرأسي الإضافي للجدران القصيرة المسلحة :

تزود الجدران القصيرة المسلحة التي تقل نسبة ارتفاعها الكلي الى طول مقطعها (H/ℓ_w) عن (2.5) والمقاومة لقوى قص واقعة في مستوى الجدار بتسليح قص رأسي بالإضافة الى قضبان تسليح القص الواردة في الفقرة (2) من هذا البند الفرعي. ويتم حساب النسبة المئوية لتسليح القص الرأسي الإضافي من العلاقة التالية :-

* عندما تكون نسبة (H/ℓ_w) اقل من (0.5) :-

$$\rho_n = 0.25$$

* عندما تكون نسبة (H/ℓ_w) بين (0.5) و (2.5) :-

$$\rho_n = 0.25 + 0.5\left(2.5 - \frac{H}{\ell_w}\right)(\rho_v - 0.25) \qquad (92)$$

9/3/4 ترخيم الجدران المسلحة :

(أ) يراعى ما ورد في البند الفرعي (2/2/3أ) .

(ب) ليس من الضروري التحقق من الترخيم في الجدران المسلحة اذا استوفت الشروط الواردة في هذا الباب وبخاصة فيما يتعلق بحدود النحافة المنصوص عليها في البند الفرعي (9/1/7أ) . اما بالنسبة لجدران القص التي تقاوم عزوم انحناء عالية واقعة في مستواها فيعتبر الترخيم الحاصل فيها ضمن الحدود المسموح بها اذا لم يتعد ارتفاع جدار القص (10) أمثال طوله .

3/5/9 ضبط التشققات في الجدران المسلحة :

يرتب التسليح في أي جزء من جدار مسلح تتولد فيه قوى شد تحت تأثير الاحمال التصميمية في طبقتين بحيث تفي مسافة التباعد بين قضبان التسليح في الطبقة الواحدة بالمتطلبات الواردة في الباب الحادي عشر من هذه الكودة .

9/3/6 أسس تسليح الجدران المسلحة :

(أ) **المساحة الدنيا للتسليح الرأسي :**

يجب الا تقل النسبة المئوية لمساحة التسليح الرأسي في الجدران عما يلي :-

$$\rho ? 0.4$$

(ب) **المساحة القصوى للتسليح الرأسي :**

يجب الا تزيد النسبة المئوية لمساحة التسليح الرأسي في الجدران عن عما يلي:-

$$\rho ? 4.0$$

(ج) **المتطلبات الدنيا للتسليح الافقي :**

يجب ان لا تقل النسبة المئوية لمساحة التسليح الافقي في الجدران المسلحة غير المعرضة لقوى قص واقعة في مستوى الجدار عما يلي:-

$$\rho_v ? 0.25$$

4/9 الجدران العادية

4/1/9 عام :

(أ) **لاوكرية التحميل الناشئة عن البلاطات الخرسانية :**

(1) يفترض وقوع خط تأثير الاحمال الناشئة عن بلاطة خرسانية على مسافة تساوى ثلث عمق المساحة المحملة مقاسة من حافة لرتكاز البلاطة .

(2) عند وقوع بلاطتين خرسانيتين مصبوبتين في الموقع على جانبي جدار فانه يفترض اشتراك كل منهما في مساحة التحميل المشتركة مناصفة .

(3) يراعى انه بالإمكان تحميل الجدران بلا وكرية تزيد عن نصف سماكة الجدار عند استخدام الاطناف المستمرة (Nibs) او قطع التحميل الخاصة ، ويراعى ضرورة اخذ هذه اللاوكرية في الاعتبار .

(ب) **الاحمال الموكزة :**

في الحالات التي تكون فيها الاحمال لموكزة ذات طبيعة موضعية بحتة (كتلك المؤثرة عند نقاط لرتكاز الجيزان على الجدران او عند قواعد الأعمدة) ، يسمح بافتراض انتشار الحمل لموكز في الجدران بزاوية قدرها (60) درجة بالنسبة للأفق شريطة عدم زيادة إجهاد التحميل (Bearing Stress) عند سطح لرتكاز الجائز على الجدار عن إجهاد التحميل المسموح به في البند الفرعي (12/3/2ج) .

(ج) **حساب الحمل التصميمي لكل وحدة طول من الجدار :**

يحدد الحمل التصميمي لكل وحدة طول من الجدار بافتراض توزيع خطى للأحمال على طول الجدار من دون السماح للجدار بمقاومة أي قوى شد .

4/2/9 الجدران القصيرة العادية المكتفة :

يسمح باستخدام العلاقة التالية لحساب مقاومة هذا الوع من الجدران :-

$$n = 0.3\,(t - 2e)\,f_{cu} \qquad (93)$$

على الا تقل (e) عن اللاوكرية الدنيا المنصوص عليها في البند (9/2/4) .

4/3/9 الجدران النحيفة العادية المكتفة :

(أ) يسمح باستخدام العلاقة التالية لحساب مقاومة هذا الوع من الجدران :-

$$n = 0.3\,(t - 2e - 2\delta)\,f_{cu} \qquad (94)$$

(ب) يسمح بحساب سهم الترخيم للجدران النحيفة العادية من العلاقة التالية :-

$$\delta = \frac{\ell_e^2}{2500\, t} \qquad (95)$$

9/4/4 الجدران العادية غير المكتفة :

يسمح باستخدام العلاقتين التاليتين لحساب مقاومة هذا الوع من الجدران على ان تؤخذ أصغر القيمتين الناتجتين منهما :-

$$n = 0.3\,(t - 2\,e_1)\,f_{cu} \qquad (96)$$

$$n = 0.3\,(t - 2\,e_2\,\delta)\,f_{cu} \qquad (97)$$

4/5/9 مقاومة القص في الجدران العادية :

ليس من الضروري التحقق من مقاومة القص للجدران العادية اذا توفر أحد الشرطين التاليين :-

* ان تكون قوة القص التصميمية الأفقية اقل من ربع الحمل الرأسي التصميمي .
* ان يقل إجهاد القص الافقي المحسوب بالأسلوب الوارد في البند (9/3/2) والبند الفرعي (9/3/3ب) عن (0.4) نيوتن/ملمتر مربع .

4/6/9 ترخيم الجدران العادية :

يعتبر الالتزام بالمتطلبات الواردة في هذا الباب كافيا لان تكون قيم الترخيم في الجدران العادية ضمن الحدود المسموح بها .

9/4/7 ضبط التشققات في الجدران العادية :

(أ) قد يتطلب الأمر تزويد الجدران العادية بتسليح بغرض ضبط التشققات الناجمة عن الانحناء او الانكماش الحراري (Thermal Shrinkage) . وفي تلك الحالة يوصى بالا تقل مساحة التسليح في الاتجاهين وعلى الوجهين عما يلي ويتم ذلك باستخدام قضبان ذات أقطار صغيرة ومسافات تباعد صغيرة نسبيا حسب ما هو وارد في المادة (11/7) :

* فولاذ تسليح عادي : $\rho = 0.30\,\%$
* فولاذ تسليح عالي المقاومة : $\rho = 0.25\,\%$

(ب) اذا تعرض اكثر من عشر طول الجدار الكلي لاجهاد شد عند أي منسوب ناتج عن الانحناء في مستوى الجدار ، يتم تزويد ذلك الجزء من الجدار المعرض لاجهادات شد بتسليح رأسي بغرض ضبط التشققات المحتملة .

(ج) ينصح بتزويد زوايا الفتحات في الجدران العادية بتسليح لضبط التشققات .

الباب الع اشر

الاساسات

1/10 عام

10/1/1 الرموز :

a = المسافة بين حافة الأساس غير المسلح ووجه العمود او وجه الجدار او وجه الأساس المسلح (ملمتر) ،

f_{cu} = المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن/ملمتر مربع) ،

h = سماكة الأساس غير المسلح (ملمتر) ،

σ = ضغط التحميل في التربة الناتج عن الاحمال التشغيلية (نيوتن/ملمتر مربع) .

1/2/10 توزيع ردود أفعال التربة :

(أ) **قواعد الأعمدة المنفردة واساسات الجدران :**

تصمم قواعد الأعمدة المنفردة واساسات الجدران لمقاومة القوى والعزوم الناتجة عن ردود أفعال التربة بافتراض توزيع خطي لضغط التحميل ، ويسمح بافتراض توزيع منتظم لضغط التحميل في التربة اذا لم تزد لامركزية التحميل عن (0.02) من البعد الأكبر للقاعدة.

(ب) **الاساسات المشتركة والحصائرية :**

(1) تتفاعل الاساسات المشتركة واساسات الحصيرة إنشائيا مع التربة تحت تأثير الاحمال حيث يكون الترخيم الحاصل في الأساس عند أي نقطة ضمن مساحته مساويا لهبوط التربة عند تلك النقطة . وتعتمد قيمة الترخيم في الأساس على جساءته وجساءة المنشأ المقام عليه من ناحية وعلى معامل رد فعل التربة من ناحية أخرى .

(2) يسمح بافتراض توزيع خطي لضغط التحميل في الحالات التي تبررها جساءة الأساس وتفاعله مع التربة ما

لم تتبع طرق اكثر دقة في تحديد توزيع ردود الأفعال في التربة . وفي جميع هذه الحالات يجب ان تكون محصلة ضغط التحميل المؤثر على التربة ومحصلة الأحمال على الأساس متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه وواقعتين على خط عمل واحد .

(3) يراعى ما ورد في (كودة القواعد والاساسات والجدران الساندة) من كودات البناء الوطني الاردني .

10/1/3 شكل الأساس ومساحته :

يحدد شكل الأساس ومساحته بحيث لا يزيد ضغط التحميل المؤثر على التربة في أي نقطة واقعة تحت الأساس عند منسوب التأسيس عن ضغط التحميل المسموح به للتربة . ويتم ذلك باستخدام العزوم والقوى الناتجة عن الأحمال التشغيلية المنتقلة من المنشأ الى الأساس .

1/4/10 السماكة الدنيا للاساسات :

يراعى ما ورد في (كودة القواعد والاساسات والجدران الساندة) من كودات البناء الوطني الاردني .

1/5/10 الاساسات المائلة أو المدرجة :

يجب ان تحقق زاوية ميل السطح العلوي للأساس او ارتفاع الدرجة وموقعها في الأساس متطلبات التصميم عند كل مقطع . كما يجب ان يصمم الأساس بطريقة تضمن متطلبات ترابطه باعتباره وحدة واحدة .

2/10 تصميم قواعد الأعمدة المنفردة

2/1/10 مقاومة العزوم :

(أ) **طريقة التصميم :**

تصمم قواعد الأعمدة المنفردة على شكل بلاطات أو جيزان معتلية في الاتجاهين ، ويعتبر المقطع الواقع عند وجه العمود هو المقطع الحرج لأغراض تصميم قاعدة العمود لمقاومة العزوم .

(ب) عزم الانحناء التصميمي :

يؤخذ عزم الانحناء التصميمي المؤثر على مقطع رأسي مار بالقاعدة بالكامل وفي الاتجاهين ، بحيث يكون عزم الانحناء التصميمي مساويا لذلك الناتج عن جميع الاحمال التصميمية وردود الأفعال التصميمية في التربة والمؤثرة

على جانب واحد من المقطع موضع الدراسة ، ولا يسمح بإعادة توزيع العزوم .

(ج) عزم المقاومة :

يحسب عزم المقاومة لقواعد الأعمدة باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان كما ورد في الباب الرابع من هذه الكودة .

(د) توزيع التسليح الطولي في القواعد المستطيلة المنفردة :

(1) يوزع التسليح في الاتجاه الطويل بانتظام على كامل عرض القاعدة

(2) يقسم التسليح في الاتجاه القصير الى قسمين يوزع الأول منهما بانتظام على شريحة يساوى عرضها طول الضلع الأقصر من القاعدة وينطبق محورها على محور العمود . اما القسم الثاني من التسليح فيوزع بانتظام على باقي القاعدة. وتحسب نسبة القسم الأول من التسليح المذكور الى كامل التسليح المطلوب من العلاقة التالية:-

$$m = \frac{2}{\beta + 1} \qquad (98)$$

حيث :-

m = نسبة القسم الأول من التسليح من كامل التسليح للمطلوب.

β = نسبة طول الضلع الطويل الى طول الضلع القصير .

2/2/10 مقاومة القص :

(أ) إجهاد القص :

يحسب اجهاد القص التصميمي في قواعد الأعمدة المنفردة ويحدد الحد الأعلى لاجهاد القص واجهاد القص المسموح به في الخرسانة في تلك القواعد باتباع الأسلوب المنصوص عليه للبلاطات المصمتة في المادة (5/5) . ويسمح بعدم تزويد قواعد الأعمدة المنفردة بأي تسليح للقص اذا قل اجهاد القص فيها عن اجهاد القص المسموح به في الخرسانة .

(ب) قوة القص التصميمية :

تؤخذ قوة القص التصميمية مساوية المجموع الجبري لجميع الاحمال الرأسية التصميمية المؤثرة على جانب واحد من المقطع المأخوذ في الاعتبار او الواقعة خلج محيطه .

(ج) التصميم لمقاومة القص :

تحدد مقاومة القص التصميمية لقواعد الأعمدة المنفردة بموجب اكثر الحالتين التاليتين خطورة :-

* القص على طول مقطع رأسي ممتد عبر عرض القاعدة بالكامل ، حيث يحسب اجهاد القص المسموح به وفقا لما ورد في البند (5/5/2) . ولأغراض تبسيط الحسابات يسمح بأخذ المقطع عند مسافة (d) من وجه العمود كما ورد في البند (4/4/6) .
* القص الثاقب طبقا لما ورد في المادة (7/5) .

3/10 تصميم أساسات الجدران

3/1/10 مقاومة العزوم :

(أ) طريقة التصميم :

(1) تصمم اساسات الجدران على شكل بلاطات معتلية في الاتجاه المتعامد مع مستوى الجدار .

(2) بالنسبة لأساسات الجدران المسلحة يعتبر المقطع الرأسي الواقع عند وجه الجدار هو المقطع الحرج لأغراض تصميم الأساس لمقاومة العزوم .

(3) فيما يخص اساسات جدران الخرسانة العادية او جدران الطوب يعتبر المقطع الحرج لأغراض التصميم لمقاومة العزوم هو المقطع الرأسي الواقع ضمن الجدار على مسافة تبعد عن وجهه بمقدار (25) بالمائة من سماكته .

(ب) عزم الإنحناء التصميمي :

يؤخذ عزم الانحناء التصميمي المؤثر على مقطع رأسي مار بالقاعدة بالكامل ، بحيث يكون عزم الانحناء التصميمي مساويا لذلك الناتج عن جميع الاحمال التصميمية وردود الأفعال التصميمية في التربة والمؤثرة على جانب واحد من المقطع موضع الدراسة ، ولا يسمح بإعادة توزيع العزوم .

(ج) الجدران ذات الفتحات :

في الحالات التي يحتوى فيها الجدار على عدد كبير من الفتحات الواقعة بالقرب من الأساس يفضل اعتبار الأساس أساسا مشتركا يتم تصميمه وفقا لما هو ورد في المادة (10/4) . اما اذا كان عدد الفتحات محدودا واتساعها صغيرا نسبيا فيسمح باعتبار الأساس أساس جدار ، على ان يتم تصميم كل منطقة من الأساس واقعة تحت فتحة

على شكل جائز في الاتجاه الطولي يقاوم حملا منتظم التوزيع .

(د) عزم المقاومة :

يحسب عزم المقاومة لاساسات الجدران بالأسلوب ذاته المنصوص عليه للجيزان في الباب الرابع من هذه الكودة .

10/3/2 إجهاد القص :

يحسب كل من اجهاد القص التصميمي وقوة القص التصميمية في اساسات الجدران بالأسلوب ذاته المنصوص عليه للجيزان في المادة (4/4) .

3/3/10 التسليح الطولي في أساسات الجدران :

يجب الا تقل نسبة التسليح الطولي الكلي في اساسات الجدران عن (0.3) بالمائة .

4/10 تصميم الأساسات المشتركة والمستمرة

4/1/10 مقاومة العزوم :

(أ) طريقة التصميم :

(1) يصمم الأساس المشترك والأساس المستمر بالأسلوب التالي :-

* يصمم الأساس على شكل جائز في اتجاه خط محور الأعمدة .
* يصمم الأساس على شكل بلاطة معتلية في الاتجاه المتعامد مع اتجاه خط محور الأعمدة .

(2) تعتبر المقاطع عند اوجه الأعمدة هي المقاطع الحرجة لأغراض التصميم لمقاومة العزوم .

(ب) عزم المقاومة :

يحسب عزم المقاومة للاساسات المشتركة والمستمرة باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان في الباب الرابع من هذه الكودة .

(ج) توزيع التسليح الطولي في اتجاه خط محور الأعمدة في الاساسات المشتركة والمستمرة :

يراعى ما ورد في الفقرة (2) من البند الفرعي (10/2/1د) .

4/2/10 مقاومة القص :

يراعى ما ورد في البند (10/2/2) .

5/10 أساس الحصيرة

5/1/10 اسلوب التصميم :

يصمم أساس الحصيرة باعتباره اما أساسا جاسئا او أساسا مرنا ، ويتم تحديد ذلك بحساب الجساءة النسبية لأساس الحصيرة بموجب (كودة القواعد والاساسات والجدران الساندة) من كودات البناء الوطني الاردني .

10/5/2 توزيع ردود أفعال التربة :

(أ) **أساس الحصيرة الجاسئ:**

يسمح بافتراض توزيع خطي لردود الأفعال في التربة ، ويتم تحليل أساس الحصيرة لمقاومة عزوم الانحناء وقوى القص باعتباره بلاطات مسطحة او بلاطات ذات أعصاب ترتكز على جيزان او بلاطات مصمتة ترتكز على جيزان ، وذلك حسب النظام الإنشائي المستخدم ، مع مراعاة اتزان القوى (Equilibrium of Forces) .

(ب) **أساس الحصيرة المرن :**

يحسب توزيع ردود أفعال التربة لأساس الحصيرة المرن باستخدام طرق التحليل المناسبة مثل : طريقة تقسيم الأساس الى شرائح طولية وعرضية وتحليلها باعتبارها اساسات طولية مرنة ، او طريقة البلاطات المرنة (Elastic Plate Method) ، او طريقة

الفرق المحدود (Finite Difference Method) ،او طريقة العناصر المحدودة (Finite Element Method) ، مع اخذ جساءة التربة تحت الأساس بعين الاعتبار .

10/5/3 تصميم اساسات الحصيرة :

تصمم اساسات الحصيرة لمقاومة العزوم وقوى القص المؤثرة عليها باتباع الأسلوب المنصوص عليه للجيزان او للبلاطات في هذه الكودة وحسب النظام الإنشائي المستخدم .

6/10 الترخيم

بشكل عام لا يؤخذ الترخيم في الاساسات بعين الاعتبار .

7/10 ضبط التشققات في الاساسات

7/1/10 يراعى ما ورد في البند (11/7/2) بالنسبة الى المسافة القصوى بين قضبان تسليح الشد في الاساسات.

7/2/10 ليس من الضروري الالتزام بالشرط الوارد في البند (4/8/5) والخاص بتسليح الوجوه الجانبية للاساسات بهدف ضبط التشققات فيها .

8/10 أسس تسليح الاساسات

8/1/10 المساحات الدنيا والقصوى للتسليح الرئيسي :

يراعى ما ورد في البندين (4/8/1) و (4/8/2) .

8/2/10 المتطلبات الدنيا للكانات :

(أ) **قواعد الأعمدة وأساسات الجدران :**

يسمح بعدم تزويد قواعد الأعمدة المنفردة واساسات الجدران والاساسات المشتركة بأي تسليح للقص اذا قل اجهاد القص التصميمي فيها عن اجهاد القص المسموح به في الخرسانة .

(ب) **الاساسات المشتركة والمستمرة واساسات الحصيرة :**

تطبق متطلبات تسليح القص الأدنى للجيزان والبلاطات الواردة في هذا الكود على الاساسات المشتركة والمستمرة

واساسات الحصيرة حسب النظام الإنشائي المستخدم للتحليل والتصميم .

9/10 الاساسات غير المسلحة

9/1/10 مجالات الاستخدام

يسمح باستخدام قواعد أعمدة واساسات جدران من الخرسانة غير المسلحة طبقا لما هو منصوص عليه في هذه المادة . كما يسمح باعتبار خرسانة النظافة (Blinding) المصبوبة تحت الاساسات المسلحة اساسات سفلية تزع الاحمال المنقولة اليها من الاساسات المسلحة الى التربة .

9/2/10 السماكة الدنيا :

يجب الا تقل سماكة الاساسات غير المسلحة عن (300) ملمتر ، كما يجب الا تقل سماكة خرسانة النظافة العادية عن هذه القيمة ليسمح باعتبارها اساسات سفلية .

10/9/3 تصميم الاساسات غير المسلحة :

(أ) تحدد سماكة الاساسات غير المسلحة من العلاقة التالية :-

$$h > 4a \left(\frac{\sigma^2}{f_{cu}} \right)^{1/4} + a \qquad (99)$$

(ب) يجب الا تقل المقاومة المميزة للخرسانة غير المسلحة عن (12) نيوتن/ملمتر مربع .

الباب الحادي عشر

التثبيت والتشريك والتباعد بين قضبان التسليح

1/11 الرموز

A_s = مساحة مقطع القضيب او حزم القضبان (ملمتر مربع) ،

d = العمق الفعال للمقطع (ملمتر) ،

F_s = القوة في قضيب التسليح او حزمة القضبان (نيوتن) ،

f_a = اجهاد التثبيت التصميمي (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_{au} = اجهاد التثبيت المسموح به (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_{cu} = المقاومة المميزة للخرسانة (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_s = اجهاد التشغيل في تسليح الشد (نيوتن/ملمتر مربع) ،

f_y = المقاومة المميزة لفولاذ التسليح (نيوتن/ملمتر مربع) ،

ℓ_s = طول التثبيت (ملمتر) ،

ℓ_s = طول تشريك الشد بالتراكب (ملمتر) ،

P_s = المحيط الفعال لقضيب التسليح او حزم القضبان (ملمتر) ،

r = نصف قطر الثني مقاسا من الداخل (ملمتر) ،

S = مسافة التباعد بين محاور قضبان التسليح في منطقة الثني والممتدة في اتجاه متعامد على مستوى الثني (ملمتر) ،

S_{max} = المسافة الأفقية الخالصة القصوى بين قضبان تسليح الشد (ملمتر) ،

α = معامل تماسك التثبيت ،

β = نسبة التخفيض في عزم الانحناء للمقطع ،

σ

= إجهاد التحميل التصميمي داخل العقفات والثنيات (نيوتن/ملمتر مربع)

σ_c = اجهاد التحميل المسموح (نيوتن/ملمتر مربع) ،

ϕ = قطر قضيب التسليح (ملمتر) ،

ϕ_c = معامل خفض مقاومة الخرسانة ويؤخذ عادة (0.67) ،

(f_a) = نسبة التسليح المطلوب الى ذلك الذي تم توفيره .

2/11 حزم القضبان

يسمح بترتيب قضبان التسليح في أزواج متلامسة أوحزم تتكون الواحدة منها مما لا يزيد عن ثلاثة أو اربعة قضبان متلامسة ، وفي مثل هذه الحالة يعامل كل زوج أو حزمة من القضبان على انها قضيب تسليح منفرد .ويشترط عند إستخدام مجموعات القضبان مراعاة ما يلي :-

* فيما عدا حالة انتهاء حزمة قضبان تسليح عند الإكيزة ، يجب ايقاف قضبان حزمة التسليح كل على حدة في نقط مختلفة تتباعد بمسافة لا تقل عن (40) مثل قطر القضيب .
* يسمح بتشريك القضبان في الحزمة المكونة من ثلاثة قضبان كل على حدة ، شريطة ان يتم التشريك بشكل متعاقب بحيث لا يزيد عدد القضبان عند أي مقطع عن اربعة .
* لا يسمح باستخدام حزم القضبان في عناصر انشائية لا تحتوى كانات .

11/3 التماسك (Bond)

3/1/11 عام :

(أ) **تعريف :**

التماسك هو الخاصة المميزة التي تؤمن تناقل الاجهادات بين مادتي الخرسانة والفولاذ تلقائيا . لذا وجب تصميم المقاطع وقضبان التسليح بطريقة تؤمن التلاحم المستمر لهاتين المادتين وعدم انفصال احداهما عن الاخرى في أي مكان تحت وطأة الاجهادات التصميمية .

(ب) **إعتبارات اساسية :**

يشكل عزم الشد او الضغط الحاصل في أي مقطع من أي قضيب تسليح قوة فاعلة قد تؤدي الى كسر طوق غلاف الخرسانة من حوله وعلى طوله ، الامر الذي يؤدى الى حدوث الافلات او الانفصال .وتتأثر المقاومة لانهيار

التماسك بعوامل متعددة أهمها ما يلي :-

* نوعية قضبان التسليح من حيث انها عالية التماسك (بنتوءات) أو ملساء .
* سماكة الخرسانة حول قضيب التسليح ومسافات التباعد بين القضبان .
* التسليح العرضي ونسبته .
* نوعية الخرسانة ومقاومتها .

ان هذه العوامل مجتمعة تحدد طول التثبيت لقضيب التسليح في الخرسانة . واذا ما تم تأمين هذا الطول توافرت معه اجمالا المقاومة اللازمة لمنع الافلات مع كل متطلبات التماسك والالتحام بين الفولاذ والخرسانة .

11/3/2 التحقق من التماسك المحلي (Local Bond) :

(1) يجب ان يتوفر لكل قضيب تسليح عند أي مقطع ، التثبيت (Anchorage) اللازم على كل من جانبي المقطع . ويتم توفير التثبيت اللازم اما باستمرار القضيب مسافة لا تقل عن طول التثبيت المنصوص عليه في هذه المادة او بغير ذلك من وسائل التثبيت (End Anchorage) .

(2) يسمح بعدم اخذ اجهاد التماسك المحلي في الاعتبار ، ولا يطلب التحقق منه لاي قضيب تسليح يتوفر له التثبيت اللازم على كل من جانبي المقطع .

4/11 التثبيت (Anchorage)

4/1/11 عام :

لاغراض حساب طول تثبيت قضبان التسليح في الخرسانة يسمح بافتراض تماسك ثابت القيمة على كامل طول التثبيت . ويسمى هذا التماسك اجهاد التثبيت ، ويحدد من ناتج قسمة القوى المؤثرة في قضيب التسليح على مساحة سطح التثبيت الفعالة . ويراعى ان لا يزيد اجهاد التثبيت التصميمي عن اجهاد التثبيت المسموح به في أي حال من الاحوال .

4/2/11 إجهاد التثبيت التصميمي (Design Anchorage Bond Stress)

يحسب اجهاد التثبيت التصميمي لقضبان التسليح من العلاقة التالية :-

ويمكن حساب القوة من العلاقة التالية :-

4/3/11 إجهاد التثبيت المسموح به :

يحسب اجهاد التثبيت المسموح به من العلاقة التالية :-

وتحدد قيمة معامل تماسك التثبيت كما هو وارد في البند (11/4/4) .

4/4/11 معامل تماسك التثبيت :

(أ) يعتمد معامل تماسك التثبيت على نوعية قضبان التسليح (عالية التماسك او ملساء) ، وعلى القوة المؤثرة على قضيب التسليح (شد او ضغط) ، وعلى وجود التسليح العرضي او عدم وجوده .

(ب) تؤخذ قيم معامل تماسك التثبيت (f_a) من الجدول (19) لقضبان التسليح المشدودة والمضغوطة. وتستثنى من ذلك قضبان الشد في الجيزان والعناصر الشبيهة غير المزودة بتسليح القص الادنى المنصوص عليه في البند (4/8/4) ، حيث تؤخذ قيمة المعامل (α) من الجدول رقم (19) لقضبان التسليح الملساء بغض النظر عن نوعية قضيب التسليح المستعمل ، ولا ينطبق هذا الاستثناء على البلاطات .

الجدول (19)

قيم معامل التماسك (α)

صنف قضيب التسليح	المعامل (F_s)	
	قضبان مشدودة	قضبان مضغوطة
قضبان ملساء	0.42	0.52
قضبان عالية التماسك	0.60	0.75

4/5/11 المحيط الفعال لقضيب التسليح أو حزم القضبان :

(أ) يسمح باعتبار المحيط الفعال لقضيب التسليح الواحد مساويا محيط دائرة ذات قطر يساوي القطر الاسمى للقضيب .

(ب) يعتبر المحيط الفعال لحزم القضبان مساويا مجموع المحيطات الفعالة لكل قضيب مفرد من تلك الحزمة مضروبا في معامل التخفيض الوارد في الجدول (20) .

الجدول (20)

معامل التخفيض للمحيط الفعال لحزمة قضبان

عدد القضبان في الحزمة	معامل التخفيض
2	0.8
3	0.6
4	0.4

11/4/6 تثبيت الكانات (Anchorage of Links) :

(أ) يسمح باعتبار الكانة تامة التثبيت اذا تحقق أي من الشرطين التاليين :-

* ان تلتف الكانة حول قضيب طولي لا يقل قطره عن قطر الكانة بزاوية قدرها (90) درجة وتمتد بعد ذلك مسافة لا تقل عن (2ϕ) امثال قطرها .
* ان تلتف الكانة حول قضيب طولي لا يقل قطره عن قطر الكانة بزاوية قدرها ⌖ درجة وتمتد بعد ذلك مسافة لا تقل عن (4) امثال قطرها .

(ب) في جميع الاحوال يجب الا يقل قطر أي ثنية عن ادنى قطر مسموح به طبقا لما هو منصوص عليه في البند (11/6/4) .

5/11 التشريك (Splicing)

11/5/1 عام :

يسمح بتشريك قضبان التسليح لنقل الاجهاد من قضيب الى اخر اما بالتراكب او اللحام او الوصل ، على ان يتم التشريك في مواضع بعيدة قدر الامكان عن النقاط عالية الاجهاد . ويفضل ان يتم تشريك قضبان التسليح الطولية في العناصر

الانشائية بشكل متعاقب (Staggered) .

11/5/2 التشريك باللحام او الوصل :

(أ) يتم تنفيذ اعمال اللحام حسب متطلبات الكود الايركي على ان يتم تنفيذ اعمال اللحام من قبل فني ماهر مؤهل .

(ب) لا يسمح بالتشريك باللحام او بالوصل في مواضع ثني قضبان التسليح .

(ج) يتم تشريك قضبان التسليح الطولية باللحام او بالوصل في العناصر الانشائية بشكل متعاقب وبحيث تكون المسافة بين مواضع التشريك مساوية طول التثبيت على الاقل .

(د) تصمم وصلات اللحام او الوصلات الميكانيكية (Mechanical Coupler) لقضبان التسليح بحيث لا تقل مقاومة الوصلة عن مقاومة القضيب الموصول . ويجب التحقق من ذلك بفحوص مخبرية لخمس عينات على الاقل . وفي حالة التشريك باللحام يشترط ان يتم تحضير العينات من قبل الشخص ذاته الذي سيقوم بتنفيذ اللحام في الموقع .

(هـ) تعتبر المقاومة المميزة لوصلة اللحام او الوصلة الميكانيكية في الشد مساوية بالمائة من المقاومة المميزة لقضيب التسليح .

(و) تعتبر المقاومة المميزة لوصلة اللحام او الوصلة الميكانيكية في الضغط مساوية بالمائة من المقاومة المميزة لقضيب التسليح .

(ز) لا يسمح باستخدام التشريك باللحام في الحالات التي يكون الحمل الحي فيها ذا طابع ترددي (متكرر) .

5/3/11 التشريك بالتراكب :

(أ) **تلامس القضبان المشوكة :**

يفضل –لأغراض التنفيذ– ان يكون تشريك التراكب بتلامس القضيبين المشوكين . الا انه يسمح بعدم تلامس القضيبين ، شريطة الا تزيد مسافة التباعد العرضية بين القضيبين المشتركين عن من طول التشريك او عن ملمتر أيهما أقل .

(ب) **طول التشريك الادنى :**

يجب الا يقل التشريك بالتراكب لقضبان التسليح عن أي مما يلي :-

* مثل قطر قضيب التسليح .
* ملمتر
* طول التثبيت المحسوب بموجب المادة (11/3) .
* طول التشريك المحسوب بموجب البندين الفرعيين (11/5/3و) و (11/5/3ز) .

(ج) تشريك قضبان غير متساوية الاقطار :

عند تشريك قضيبي تسليح بقطرين مختلفين يحدد طول التشريك بالتراكب لهما بموجب القطر الاصغر .

(د) تشريك قضبان التسليح ذات الغطاء الخرساني محدود السماكة :

في الحالات التي يتم فيها تشريك قضبان تسليح بالتراكب تزيد اقطارها عن ملمتر وتكون سماكة الغطاء الخرساني فيها اقل من مرة ونصف المرة من قطر قضيب التسليح ، فانه يجب تزويد منطقة التشريك على كامل طولها بكانات ذات قطر لا يقل عن قطر قضيب التسليح الاصغر وبمسافة تباعد بينها لا تزيد عن ملمتر .

(هـ) تشريك حزم القضبان :

يجب زيادة طول تشريك التراكب لكل قضيب تسليح في حزمة قضبان لحالتي الشد والضغط بقيمة تساوى بالمائة من طول التشريك بالتراكب لذلك القضيب .

(و) تشريك الشد بالتراكب :

(1) يحسب طول تشريك الشد بالتراكب من العلاقة التالية :-

حيث :-

= معامل يعتمد على موضع التشريك ، ويؤخذ من الجدول (21) ،

= معامل يعتمد على تعاقب التشريك والمسافة بين التشريكات المتجاورة ، ويؤخذ من الجدول (22)

(2)

لا يسمح بان يزيد مجموع أقطار قضبان التسليح في طبقة تسليح تحتوي على تشريكات بالتراكب عن من عرض مقطع العنصر الانشائي عند مستوى طبقة التسليح المذكورة .

الجدول (21)

قيم المعامل (ψ_1)

موضع التشريك	
* قضيب تسليح علوي تقل سماكة الغطاء الخرساني له عن (2ϕ) †	1.4
* قضيب تسليح سفلي يقع عند زاوية المقطع وتقل سماكة الغطاء الخرساني له عن (2ϕ)	1.4
* قضيب تسليح علوي يقع عند زاوية المقطع وتقل سماكة الغطاء الخرساني له عن (2ϕ)	2.0
* قضيب تسليح لا ينطبق عليه ما ورد أعلاه	1.0
† ϕ = قطر قضيب التسليح (ملمتر)	

الجدول (22)

قيم المعامل (ψ_2)

المسافة بين التشريكات المتجاورة	النسبة المئوية المشركة من كامل مساحة التسليح ضمن المسافة

	المساوية لطول التشريك المطلوب		
	50^3	70^3	100^3
* اذا زرت المسافة الخالصة بين التشريكات المتجاورة عن ملمتر او † ايهما اكبر .	1.0	1.3	1.7
* اذا قلت المسافة الخالصة بين التشريكات المتجاورة عن ملمتر او ايهما اكبر .	1.4	1.7	2.0
† = قطر قضيب التسليح (ملمتر) .			

(ز) **تشريك الضغط بالتراكب :**

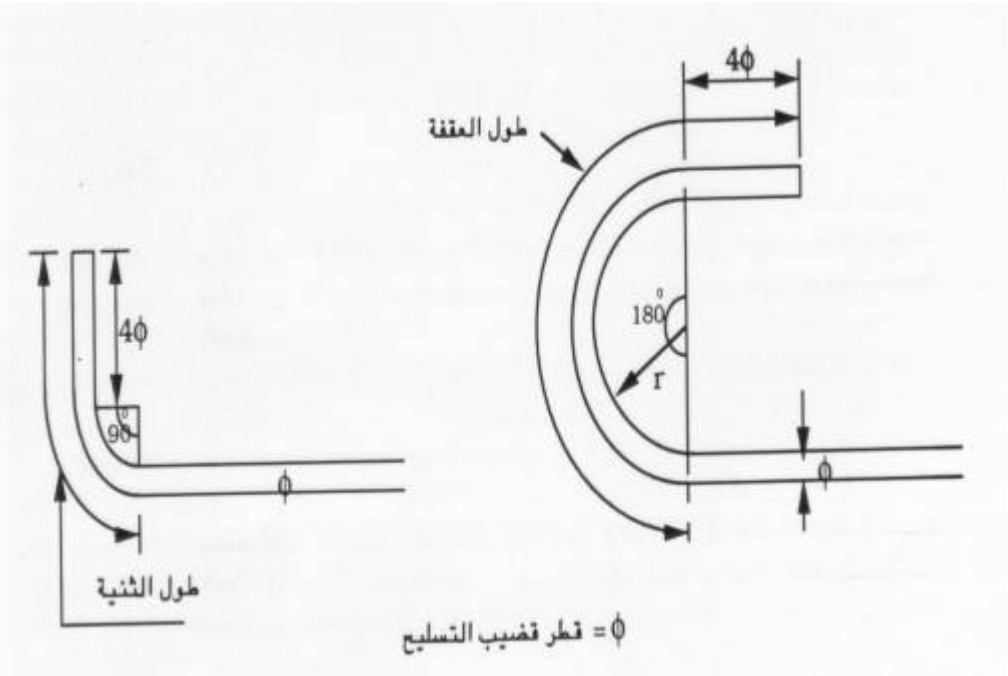
يجب الا يقل طول تشريك الضغط بالتراكب عن من طول التثبيت بالضغط المحدد بموجب المادة (11/3) .

6/11 التثبيت باستخدام العقفات والثنيات

6/1/11 تعريفات :

(أ) العقفة (Hook) :

لاغراض هذه الكودة تعرف العقفة بانها ثنية في قضيب تسليح بزاوية مقدارها درجة . وتشمل العقفة الجزء المثني من قضيب التسليح بالاضافة الى طول يساوي لربع امثال قطره بعد انتهاء الثني بالزاوية المذكورة [انظر الشكل (22)] .



الشكل (22)

العقفة والثنية

(ب) الثنية : (Bend)

لأغراض هذه الكودة تعرف الثنية بانها ثنية في قضيب تسليح بزاوية مقدارها درجة . وتشمل الثنية الجزء المثني من قضيب التسليح بالاضافة الى طول يساوي اربعة امثال قطره بعد انتهاء الثني بالزاوية المذكورة [انظر الشكل (22)] .

(ج) طول التثبيت المكافئ :

يعرف طول التثبيت المكافئ لعقفة او ثنية بانه طول تثبيت لقضيب تسليح مستقيم له قيمة التثبيت نفسها التي توفرها العقفة او الثنية .

(د) طول العقفة الفعلي وطول الثنية الفعلي :

هو ذلك الطول من قضيب التسليح الذي يشمل الجزء المثني منه بالاضافة الى الجزء المستقيم من العقفة او الثنية بعد انتهاء الثني [انظر الشكل (22)] .

6/2/11 طول التثبيت المكافئ للعقفة :

يحدد طول التثبيت المكافئ للتثبيت الذي توفره العقفة بالقيمة أو أيهما اكبر ، على الا يقل ذلك عن طول العقفة الفعلي .

6/3/11 طول التثبيت المكافئ للثنية :

يحدد طول التثبيت المكافئ للتثبيت الذي توفره الثنية بالقيمة أو أيهما اكبر ، على الا يقل ذلك عن طول الثنية الفعلي .

6/4/11 نصف قطر الثني :

يحدد نصف قطر الثنية لقضبان التسليح حسب اجهاد التحميل التصميمي للخرسانة داخل العقفة او

الثنية وكما هو مبين في البند (11/6/5) ، على الا يقل قطر الثني عن قطر الثني الادنى لقضبان التسليح المنصوص عليه في المواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /441/1986) و (م ق أ /442/1986) .

11/6/5 إجهاد التحميل التصميمي داخل العقفات والثنيات

: (Design Bearing Stress Inside Hooks and Bends)

(أ) عام :

بصفة عامة يجب الايزيد اجهاد التحميل التصميمي في الخرسانة داخل العقفات والثنيات لقضبان التسليح عن اجهاد التحميل المسموح به داخل العقفات والثنيات ، وذلك لقضبان التسليح المعرض لقوى شد . الا انه يسمح بعدم التحقق من قيمة ذلك الاجهاد عندما يكون التثبيت الذي توفره كافيا وعندما لا يتطلب الامر ان يمتد قضيب التسليح لمسافة تزيد عن بعد انتهاء الثني .

(ب) إجهاد التحميل التصميمي داخل العقفات والثنيات :

يحسب اجهاد التحميل التصميمي داخل العقفات والثنيات من العلاقة التالية:-

(ج) إجهاد التحميل المسموح به داخل العقفات والثنيات :

يحسب اجهاد التحميل المسموح به في الخرسانة داخل العقفات والثنيات من العلاقة التالية :-

حيث :-

= مسافة التباعد بين محاور قضبان التسليح في منطقة الثني والممتدة في اتجاه متعامد على مستوى الثني ، وتؤخذ قيمة (s) مساوية لسماكة الغطاء الخرساني مضافا اليها قطر القضيب في حالة القضبان المجاورة لحافة (وجه) العنصر الإنشائي .

7/11 تباعد قضبان التسليح

7/1/11 المسافة الدنيا بين قضبان التسليح :

(أ) يجب الا تقل مسافة التباعد الخالصة بين قضبان التسليح عن أي مما يلي :-

* المقاس الاعتباري الاكبر للإكام ملمتر .
* قطر قضيب التسليح .

(ب) يشترط في الحالات التي يتم فيها ترتيب قضبان التسليح على صفين او اكثر الا تقل مسافة التباعد الرأسية الخالصة بين تلك الصفوف عن ثلثي المقاس الاعتباري الاكبر للإكام ، شريطة ان يراعى ان تكون الفراغات بين القضبان المتناظرة في كل صف على خط رأسي واحد .

11/7/2 المسافة القصوى بين قضبان التسليح :

(أ) عام :

(1) يعتبر الالتزام بالشروط الواردة في هذا البند كافيا لضبط التشققات في الجيزان والبلاطات . اما عند عدم الالتزام بهذه الشروط او في الحالات الخاصة مثل زيادة سماكة الغطاء الخرساني عن ملمتر او حالات استخدام حزم من قضبان التسليح المتلاصقة ، فيجب حساب سماكات الشقوق في العناصر الانشائية بغرض الوفاء بمتطلبات حالة حد التشقق حسب ما ورد في البند الفرعي (2/2/3ب) . اما حساب سماكة الشقوق فيتم بموجب البند (4/7/2) .

(2) يراعى ما ورد في البند (4/8/5) بالنسبة للجيزان التي يزيد عمقها الفعال عن ملمتر .

(3) عند تطبيق الشروط الواردة في هذا البند فانه يجب اهمال أي قضيب تسليح يقل قطره عن من قطر اكبر قضيب تسليح في المقطع . كما تستثني من ذلك قضبان التسليح الواقعة على وجوه الجائز الجانبية .

(ب) يجب الا تزيد المسافة الأفقية الخالصة بين قضبان تسليح الشد (مقاسة بالملمتر) عن أي مما يلي:

* $S_{max} = \frac{47000}{f_s}$
* $S_{max} = 3\ d$
* $S_{max} = 300$

حيث يسمح بحساب قيمة باستخدام العلاقة (43) الواردة في البند الفرعي (4/6/2د) .

(ج) المسافة القصوى بين ركن مقطع الجائز واقرب قضيب تسليح طولي مشدود:

يجب الا تزيد المسافة الخالصة بين ركن مقطع الجائز واقرب قضيب تسليح طولي مشدود عن نصف قيمة المنصوص عليها في البند الفرعي (11/7/2ب) .

الباب الثاني عشر

الخرسانة سابقة الصب

1/12 أسس التصميم ومتطلبات الثبات

1/1/12 عام :

يتناول هذا الباب اعتبارات التصميم والتفاصيل الانشائية للمنشآت الخرسانية الخاصة التي تتكون كليا او جزئيا من عناصر سابقة الصب .

1/2/12 أسس التصميم :

تنطبق فلسفة حالات الحدود الواردة في الباب الثاني من هذه الكودة على العناصر الخرسانية سابقة الصب كما تنطبق على العناصر الخرسانية المصبوبة في الموقع . لذا فانه يوصي بشكل عام باتباع التوصيات الواردة في الابواب السابقة من هذه الكودة لتصميم العناصر الخرسانية سابقة الصب ولتفاصيلها الانشائية وللمنشآت المركبة . وتستثني من ذلك التوصيات الواردة خصيصا للخرسانة المصبوبة في الموقع او تلك التي تم تعديلها في هذا الباب لتتناسب مع المتطلبات الخاصة بالخرسانة سابقة الصب .

1/3/12 إجهادات المناولة :

(أ) تصمم الوحدات الخرسانية سابقة الصب لمقاومة جميع الاجهادات التي قد تنشأ عن المناولة والنقل والتخزين والتركيب من دون حدوث اضرار فيها .

(ب) يجب على المصمم تحديد مواضع نقاط رفع الوحدات الخرسانية سابقة الصب ونقاط ارتكازها ، مع اخذ طرق الرفع والتركيب المختلفة بعين الاعتبار .

(ج) في الجيزان النحيفة سابقة الصب يراعى ترتيب نقاط رفعها او دعمها جانبيا لضمان سلامتها في اثناء المناولة والتركيب .

1/4/12 التوافق والانسجام :

يعتبر تصميم الوصلات في انشاءات الخرسانة سابقة الصب ذا اهمية خاصة . ويراعى ان يتحقق الانسجام والتوافق بين تصميم الوصلات والتفاصيل الانشائية وبخاصة عندما تتوزع مسؤولية وضع التفاصيل واعداد التصاميم على اكثر من جهة .

1/5/12 طول التثبيت عند المكائز :

عندما تستخدم قضبان التسليح لتحقيق التكامل الانشائي عند اطراف الجيزان او حافات البلاطات التي ترتكز على اطناف او افاريز مستمرة ، فيجب توجيه عناية خاصة لتراكب هذه القضبان ولاطوال تثبيتها مع اخذ تفاوتات التركيب بعين الاعتبار .

1/6/12 فواصل الحركة (Movement Joints) :

يجب ان يتم تحديد أعداد فواصل الحركة المطلوبة ومسافات التباعد بينها في المراحل الاولى من التصميم. ولفواصل الحركة هذه اهمية بالغة في اعمال الخرسانة سابقة الصب لا تقل عن اهميتها في اعمال الخرسانة المصبوبة في الموقع ، حيث تسمح للمنشآت والعناصر الخرسانية بالتحرك نتيجة للانكماش وتأثيرات الحرارة والهبوط المتفاوت المحتمل للاساسات بصورة مأمونة .

1/7/12 الثبات :

يراعى ما ورد في المادة (3/2) من هذه الكودة .

1/8/12 عناصر الربط :

(أ) **عام :**

يجب ان تكون عناصر الربط مستمرة خلال المنشأ الواحد . ويسمح ان تقع عناصر الربط كليا ضمن طبقة الخرسانة الفوقية او الوصلات المصبوبة في الموقع ، او جزئيا ضمن الخرسانة المصبوبة في الموقع وجزئيا ضمن العناصر الخرسانية سابقة الصب ، او كليا ضمن العناصر سابقة الصب .

(ب) **استمرارية الربط :**

تعتبر عناصر الربط مستمرة اذا حققت متطلبات البند (12/4/3) على الا يقل البعد الادنى لعناصر الربط الواقعة ضمن خرسانة مصبوبة في الموقع عن قطر قضيب التسليح (او مثلي القطر عند تراكب القضبان) مضافا اليه ضعفي المقاس الاعتباري للاكام بالاضافة الى (10) ملمتر ، وعلى ان يحقق عنصر الربط احد الشروط التالية :-

(1) ان يتراكب قضيب التسليح المثبت في العنصر سابق الصب مع قضيب تسليح مثبت ضمن خرسانة الوصلة المصبوبة في الموقع ، على ان تكون تلك الخرسانة متلاصقة مع وجهين متقابلين وخشنين ضمن العنصر سابق الصب نفسه [انظر الشكل (23)] .

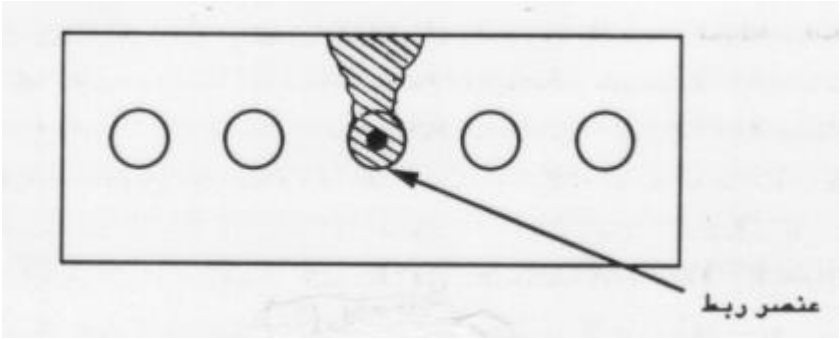
(2) ان يتراكب قضيب التسليح المثبت في العنصر سابق الصب مع قضيب تسليح واقع ضمن طبقة خرسانة فوقية او خرسانة وصلة مصبوبة في الموقع ، على ان يتم وصل الخرسانة المصبوبة في الموقع مع العنصر سابق الصب باستخدام كانات تحيط بقضيب التسليح الواقع ضمن الخرسانة المصبوبة في الموقع [انظر الشكل (24)] . ويشترط ان لا تقل المقاومة المميزة للكانات عن قوة الشد القصوى لقضبان التسليح المذكورة .

(3) ان تحقق قضبان التسليح البارزة من اطراف عناصر الخرسانة سابقة الصب الشروط الواردة في البند (12/4/3) بغض النظر عن طريقة التوصيل .

(4) ان تشكل قضبان تسليح واقعة ضمن خرسانة فوقية او خرسانة وصلة مصبوبة في الموقع استمرارية في التسليح مع كانات تبرز من عنصر سابق الصب من اجل تثبيت خرسانة الطبقة الفوقية او خرسانة الوصلة بذلك العنصر [انظر الشكل (25)] .

(ج) **التثبيت في المنشآت العالية :**

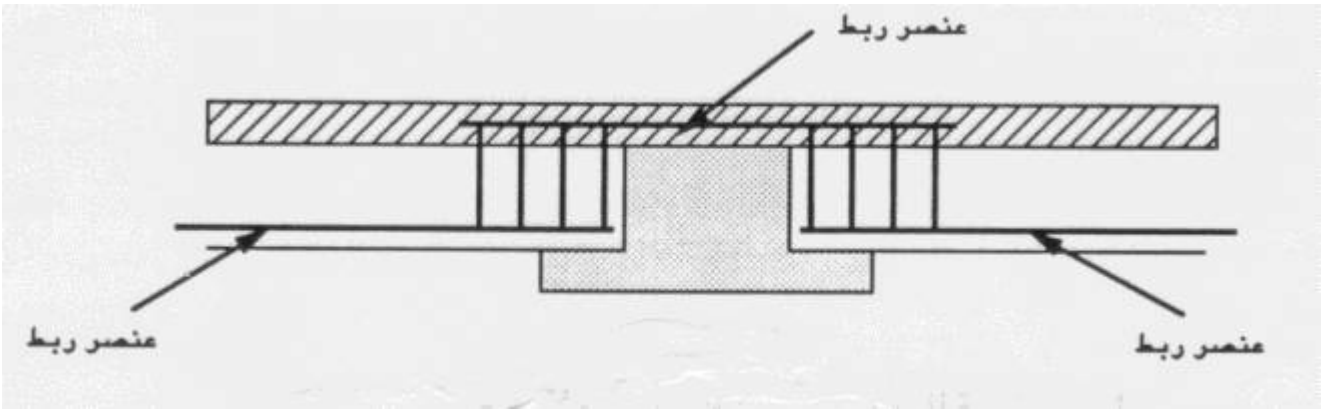
في المباني العالية المكونة من خمسة طوابق أو اكثر والتي لا تؤخذ فيها مساهمة العناصر سابقة الصب في تحقيق متطلبات الربط الواردة في المادة (3/2) بعين الاعتبار ، يجب ان تثبت هذه العناصر الى تلك الاجزاء من المنشأ التي تحتوي عناصر الربط بطريقة تضمن إنتقال الوزن الميت لهذه العناصر الى تلك الاجزاء .



الشكل (23)

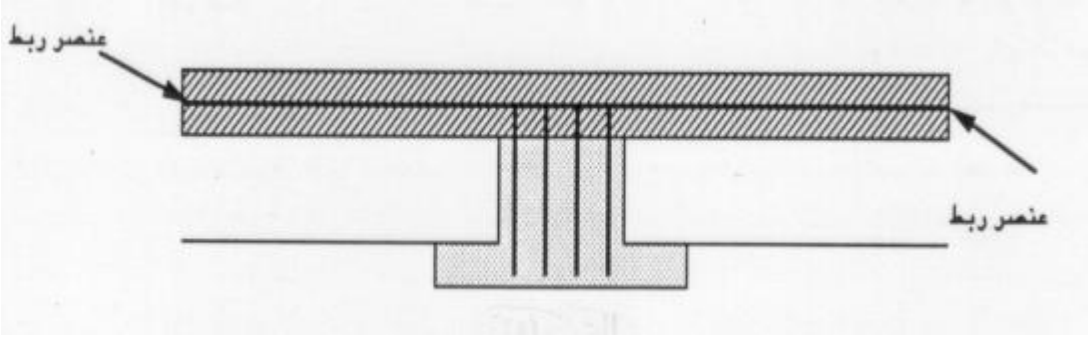
تراكب قضبان التسليح لعنصر سابق الصب مع قضيب

تسليح مثبت ضمن خرسانة الوصلة المصبوبة في الموقع



الشكل(24)

استمرارية الربط باستخدام كانات واقعة ضمن العناصر سابقة الصب



الشكل (25)

استمرارية الربط باستخدام كانات واقعة ضمن الخرسانة المصبوبة في الموقع

(د) تفادي اللاوكرية :

يجب ترتيب عناصر الربط في البلاطات سابقة الصب وتصميمها بشكل يضمن تخفيض اللاوكرية الى الحد الادنى .

(هـ) الديمومة :

يراعى عند تصميم الفواصل التي تربط عناصر الخرسانة سابقة الصب ووضع تفاصيلها الانشائية تحقيق المتطلبات الدنيا للديمومة [انظر المادة (13/7)] .

2/12 إنشاءات الخرسانة سابقة الصب

12/2/1 الهياكل الانشائية والجيزان المستمرة :

عندما يستمر تسليح العناصر الخرسانية سابقة الصب خلال الوصلات ، او عندما تتفاعل هذه العناصر المختلفة فيما بينها ضمن المنشأ الواحد بحيث يسلك المنشأ سلوك هيكل انشائي او سلوك جائز مستمر ، فانه يسمح بتحليلها واعادة توزيع العزوم فيها واعداد التصاميم ووضع التفاصيل طبقا لما ورد في هذه الكودة بالنسبة للخرسانة المصبوبة في الموقع .

2/2/12 البلاطات سابقة الصب :

(أ) تصميم البلاطات :

تصمم البلاطات المكونة من وحدات عريضة سابقة الصب ، وتلك المكونة من مجموعة وحدات رفيعة ذات وصلات فعالة وقادرة على نقل القص فيما بينها ، حسب ما ورد في الباب الخامس من هذه الكودة .

(ب) **الاحمال الموكزة على بلاطات غير مزودة بطبقة فوقية مسلحة :**

يجب ان لا يزيد العرض الذي يفترض انه يسهم في مقاومة الاحمال لمركزة (بما في ذلك القسامات الموازية لطول بحر البلاطة) عن مجموع عرض ثلاث وحدات سابقة الصب وثلاث وصلات مضافا اليها عرض الحمل لمركز. ويجب الا تزيد المسافة بين حافة هذا العرض والحافة القريبة للحمل لمركز عن ربع طول البحر وعلى جانبي الحمل لمركز ، الا اذا اثبتت نتائج الفحوص المخبرية سلامة استخدام مسافة اكبر . ويراعى انه قد تنطبق هذه الفرضية على بعض

الحالات الخاصة مثل تلك التي تستخدم فيها وحدات عريضة ذات بحور طويلة حيث يجب دراستها بشكل أكثر تفصيلا .

(ج) **الأحمال الموكزة على بلاطات مزودة بطبقة فوقية مسلحة :**

ينطبق على هذه الحالة كل ما ورد في البند الفرعي (12/2/2ب) .الا انه يسمح بافتراض مساهمة عرض لربع وحدات سابقة الصب ولربع وصلات في مقاومة الاحمال لمركزة بدلا من ثلاث وحدات سابقة الصب وثلاث وصلات .

12/3 ركائز العناصر سابقة الصب

3/1/12 عام :

يعتمد التكامل الانشائي لركائز العناصر سابقة الصب على العاملين الوقائيين التاليين:-

* تراكب قضبان التسليح في لركائز المسلحة .
* توفير تقييد مناسب للحيلولة دون فقدان الارتكاز ابان تحرك العناصر الانشائية .

ويتم تحديد عرض التحميل التصميمي بحساب عرض التحميل الصافي اولا كما في البند (12/3/2) او البند (12/3/3) ومن ثم زيادته بما يتناسب مع طبيعة الارتكاز كما في البند (12/3/4) ولاعتبارات التشظية وعدم الدقة الناتج عن التنفيذ كما في البند (12/3/5) .

3/2/12 عرض التحميل الصافي للعناصر غير المنفصلة :

(أ) **حساب عرض التحميل الصافي:**

(1) يحسب عرض التحميل الصافي للعناصر غير المنفصلة باستخدام العلاقة التالية :-

عرض التحميل الصافي =

رد الفعل التصميمي للعنصر

طول الارتكاز التصميمي الفعال X اجهاد التحميل الأقصى

على ان لا يقل عرض التحميل الصافي عن (40) ملمتر .

ويتم تحديد طول الارتكاز التصميمي الفعال حسب البند الفرعي (12/3/2ب) واجهاد التحميل الصافي حسب البند الفرعي (12/3/2ج) .

(2) عندما يكون العنصر سابق الصب حر الحركة بالنسبة الى الخرسانة فانه يجب زيادة عرض التحميل الصافي بمقدار الحركة المتوقعة .

(3) عندما يكون العنصر سابق الصب مربوطا الى الخرسانة بواسطة عنصر ربط يبعد عن مستوى الخرسانة بما يسمح بدورانها حول عنصر الربط ، فانه يجب زيادة عرض الارتكاز الصافي تحسبا لفقدان الارتكاز .

(ب) طول الارتكاز الفعال :

يكون طول الارتكاز الفعال مساويا اقل القيم التالية :-

* طول الارتكاز للعنصر الواحد .
* نصف طول الارتكاز للعنصر الواحد .مضافا اليه (100) ملمتر .
* (600) ملمتر.

(ج) إجهاد التحميل الاقصى :

يتم تحديد قيمة اجهاد التحميل الاقصى على اضعف سطح من سطوح الارتكاز وعلى النحو التالي :-

(1) التحميل المباشر على خرسانة : $(0.4)f_{cu}$

(2) التحميل باستخدام وسادة من الملاط الإسمنتي : $(0.6)f_{cu}$

(3) التحميل باستخدام صفيحة لرتكاز فولاذية مصبوبة بالعنصر او الخرسانة ولا تتجاوز $(0.8)f_{cu}$ بالمائة من

(4) عند استعمال وسادة لرتكاز مرنة فانه يسمح باستخدام قيم تقع بين تلك الواردة في (1) و(2) أعلاه .

3/3/12 عرض التحميل الصافي للعناصر المنفصلة :

يجب زيادة عرض التحميل الصافي للعناصر المنفصلة (20) ملمترعن عرض التحميل الصافي للعناصر غير المنفصلة .

12/3/4 التفاصيل الانشائية للارتكاز البسيط :

(أ) يجب اخذ زيادة عرض التحميل الصافي الوارد في البند (12/3/2) بما يتناسب مع اثر التشظية وعدم الدقة الناتج عن التنفيذ بعين الاعتبار كما هو وارد في البند (12/3/5) .

(ب) يجب توفير طول التثبيت الادنى لقضبان التسليح طبقا لما ورد في المادة (11/3)

(ج) يجب اخذ تأثير أي زاحة قد تقع في اثناء تركيب العناصر على ركائزها بعين الاعتبار .

12/3/5 زيادة عرض التحميل لإعتبارات التشظية وعدم الدقة في التنفيذ :

(أ) يتم زيادة عرض التحميل لأخذ التشظية المحتمل حدوثها بالاعتبار وذلك في كل من لإكيزة والعنصر سابق الصب . وتحسب التشظية المحتملة في كل منهما مساوية للغطاء الخرساني مضافا اليه نصف قطر ثني قضبان التسليح .

(ب) يتم زيادة عرض التحميل بقيمة التفاوتات المسموح بها في التنفيذ مضروبة في معامل امان يساوي (a_v) .

(ج) عند شطف تفصيلة زاوية لإكيزة او العنصر سابق الصب المحمل عليها ، يسمح باعتبار الشطفة جزءا من الزيادة في عرض التحميل لاعتبارات التشظية .

3/6/12 الاطناف الخرسانية :

(أ) **تعريف :**

الطنف هو جائز معتلي قصير يسند عناصر انشائية حاملة ، وتقل فيه المسافة (V_c) الواقعة بين خط عمل الحمل المؤثر ووجه العمود عن العمق الفعال للمعتلي (d) ، ولا يقل عمق مقطعه عند الحافة الخارجية عن نصف عمق

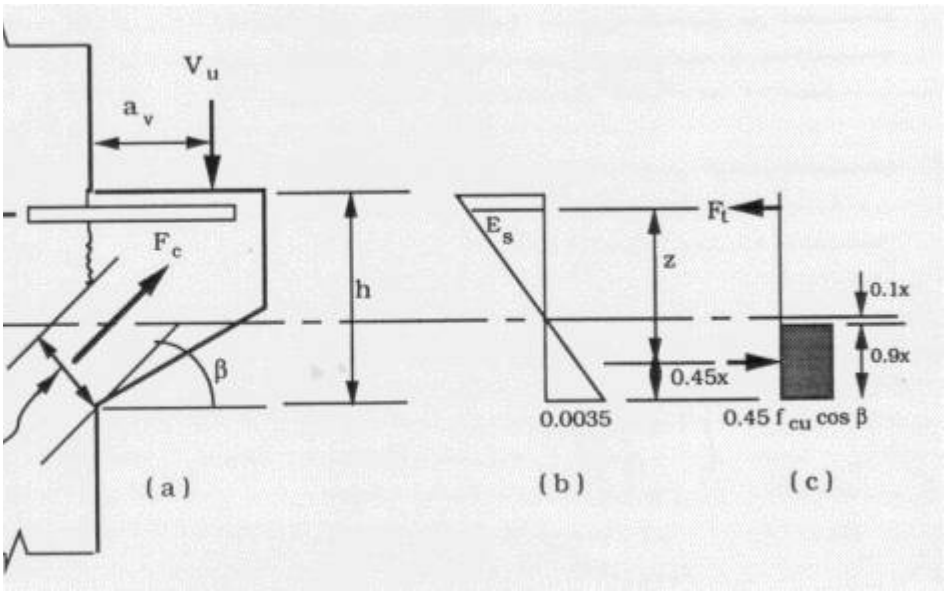
مقطعه عند وجه العمود .

(ب) **تصميم الاطناف :**

(1) يصمم الطنف من الخرسانة المسلحة بافتراض انه نظام بسيط مكون من عنصر انضغاط ومربط [انظر الشكل (26)] .

(2) تصمم الاطناف حسب متطلبات حالة الحد الأقصى باستخدام معاملات خفض المقاومة للخرسانة وفولاذ التسليح المنصوص عليها في هذه الكودة ، الا انه يجب ان لا تقل قيمة مقاومة الشد الافقية للتسليح (F_t) في الطنف عن نصف الحمل التصميمي الرأسي (V_u) له .

(3) يجب ان تكون الانفعالات بين عنصر الانضغاط والمربط في الطنف الواحد متوافقة .



الشكل (26)

الأطناف الخرسانية

(4) يتم تثبيت قضبان تسليح الشد في العمود وعند الحافة الخارجية للطنف بثني تلك القضبان لتشكل حلقة ، على ان يراعى ان تبعد حافة منطقة التحميل عن حافة الطنف بما لا يقل سماكة الغطاء الخرساني ونصف قطر ثني تلك القضبان .

(5) يراعى ما ورد في المادة (4/4) فيما يتعلق بالتصميم لمقاومة القص مع الزيادة بقيمة (V_o) المسموح بها حسب البند (4/4/6) . وتكون قيمة المسافة (a_v) مساوية للمسافة بين خط عمل الحمل المؤثر ووجه العمود الذي يحمله .

(6) يجب توفير تسليح لمقاومة القص على شكل كانات افقية موزعة في الثلثين العلويين من العمق الفعال للطنف ، على ان لا تقل المساحة الكلية لهذا التسليح عن نصف مساحة تسليح الشد الرئيسي . ويراعى ان يثبت تسليح القص هذا تثبيتا جيدا كأن تستعمل كانات مغلقة مثلا .

(7) عند تعرض الطنف الى قوى افقية فانه يجب توفير قضبان تسليح كافية لنقل القوى الافقية كاملة . ويجب ان تكون هذه القضبان ملحومة الى صفيحة التحميل ومثبتة تثبيتا مناسبا في العنصر الساند

3/7/12 الأفاريز الخرسانية المستمرة :

(أ) **عام :**

يتم تصميم الافاريز الخرسانية المستمرة (Nibs) التي يقل عمقها عن (300) ملمتر على شكل بلاطات معتلية حسب الافتراضات التالية :-

(1) يقع خط عمل الحمل التصميمي للافريز على حافته الخارجية (أي على الحافة الخارجية للافريز غير المشطوف ، او على حافة الشطف العلوية للافريز المشطوف ، او على حافة صفيحة التحميل) .

(2) يؤخذ عزم الانحناء التصميمي الاقصى مساويا حاصل ضرب الحمل في المسافة الواقعة بين خط عمل الحمل واقرب رجل رأسية من رجل الكانة في الجائز الذي يبرز منه الافريز [انظر الفقرة (4) من البند الفرعي 12/3/7ب] .

(ب) **تصميم الافاريز :**

(1) يراعى ما ورد في المادة (4/8) فيما يتعلق بالمساحة الدنيا لتسليح الشد الرئيسي .

يجب ان يمتد تسليح الشد خلال الوجه العلوي للافريز من العنصر الساند الى اقرب نقطة ممكنة من الوجه الامامي ، مع توفير غطاء خرساني مناسب . ويتم تثبيت قضبان التسليح اما بلحامها الى قضيب مستعرض ذي مقاومة مساوية لمقاومة تسليح الشد او

بثنيها بزاوية قدرها (180) درجة لتشكل حلقة بالمستوى الافقي او الرأسي ، مع مراعاة ان لا يزيد قطر القضيب عند استعمال حلقات رأسية عن (12) ملمتر .

(2) يراعى ما ورد في المادة (4/4) فيما يتعلق بالتصميم لمقاومة القص مع الزيادة بقيمة (V_o) المسموح بها حسب البند (4/4/6) . وتكون قيمة المسافة (V_o) مساوية للمسافة الواقعة بين خط عمل الحمل واقرب رجل رأسية من رجل الكانة في الجائز الذي يبرز منه الافريز .

(4) يجب ان يزود الجائز الذي يبرز منه الافريز بكانات قادرة على نقل الحمل من الافريز الى منطقة الضغط في الجائز بالاضافة الى قدرتها على مقاومة كافة القوى الاخرى التي قد تتعرض لها هذه الكانات.

4/12 الوصلات الانشائية بين العناصر سابقة الصب

12/4/1 عام :

(أ) يجب ان يحقق المنشأ المكون من عناصر سابقة الصب متطلبات الثبات في اثناء فترة الانشاء وبعد الانتهاء منه ، مع اخذ ما قد يتعرض له المبنى من اضرار موضعية بعين الاعتبار نتيجة لحوادث عفوية . كما يجب اخذ اجهادات المناولة والتركيب بعين الاعتبار .

(ب) يجب ربط جميع العناصر بعضها ببعض بالطرق المناسبة بعد تركيبها في اماكنها النهائية .

12/4/2 تصميم الوصلات :

(أ) **طرق التصميم :**

يكون تصميم الوصلات الانشائية بين العناصر المختلفة طبقا لما ورد في هذه الكودة من طرق

مقبولة لتصميم الخرسانة المسلحة . وعندما يصعب تطبيق احدى هذه الطرق فانه يجب التأكد من مدى فاعلية الوصلات باجراء الفحوص المخبرية المناسبة .

(ب) **التصنيع والانشاء :**

يراعى ما ورد في (كودة البناء والجدران) من كودات البناء الوطني الاردني .

(ج) **الديمومة :**

يجب ان تصمم الوصلات بحيث تحافظ على مستوى الديمومة ومقاومة الحريق والصدأ والتآكل التي صمم المنشأ نفسه لها .

4/3/12 استمرارية التسليح :

(أ) **عام :**

يجب ان تحقق تفاصيل الوصلات واساليب تنفيذها الفرضيات المستخدمة في تحليل المنشأ وتصميمه .

(ب) **التوصيل بتراكب القضبان :**

تطبق التوصيات الواردة في البند الفرعي (12/1/8ب) عند تراكب القضبان المستقيمة خلال الوصلة .

(ج) **تثبيت قضبان التسليح داخل ثقوب باستخدام ملاط أو حقين خاص :**

يسمح بتثبيت قضبان التسليح داخل ثقوب باستخدام ملاط او حقين خاص شريطة التأكد من توفر مقاومة تحول دون سحب القضبان منها ، وبمعامل تخفيض للمقاومة وقدره عادة (0.67).

(د) **تراكب حلقات التسليح :**

عند الرغبة في تحقيق استمرارية التسليح فوق ركيزة باستخدام قضبان مستعرضة تمر خلال حلقات تسليح متداخلة تبرز من كل من العنصرين المطلوب توصيلها ، يراعى الا يزيد اجهاد التحميل التصميمي في الخرسانة داخل الحلقات عما ورد في البند (11/6/5) .

(هـ) **توصيل القضبان باستخدام القلوظة أو اللحام :**

يسمح باستخدام القلوظة او اللحام لتوصيل القضبان شريطة التحقق من مقاومة الوصلات باجراء الفحوص المخبرية المناسبة ، على ان يستخدم معامل تخفيض لمقاومة المواد لاغراض التصميم وقدره عادة (0.67) وعلى ان يراعى عند استخدام القلوظة ضبط الوصلة بالاساليب المناسبة لضمان عدم ارتخائها تحت تأثير الاهتزاز .

12/4/4 الوصلات الناقلة لقوى الضغط بصورة اساسية :

(أ) يستعمل هذا النوع من الوصلات الافقية بين الجدران الحاملة او الاعمدة .

(ب) يجب تصميم الوصلة لمقاومة جميع القوى والعزوم التي تتضمنها افتراضات تحليل المنشأ كاملا ، وافتراضات تصميم العنصر الذي يتم وصله .

(ج) يسمح باعتبار مساحة الخرسانة التي تدخل في حساب قيمة مقاومة الوصلة في جدار او عمود مساوية اكبر القيمتين التاليتين :-

(1) مساحة الخرسانة المصبوبة في الموقع مطروحا منها مساحة أي نتوء من ارضية او جائز سابق الصب يدخل ضمنها ، على ان لا تزيد هذه المساحة عن (90) بالمائة من مساحة مقطع الجدار او العمود . ويجب ان لا يؤخذ في الاعتبار سوى الاجزاء المصمتة من الارضيات او الجيزان فوق الكائز .ويتم تثبيتها بالشكل الصحيح باستخدام خرسانة او ملاط من نوعية مناسبة .

(2) (75) بالمائة من مساحة التلامس بين الجدار والوصلة .

(د) عند وضع تفاصيل الوصلة وتسليحها يجب توجيه عناية خاصة لمنع الانفلاق المبكر او التشظية المبكرة للخرسانة عند اطراف العناصر سابقة الصب .

12/4/5 الوصلات الناقلة لقوى القص :

(أ) **عام :**

تستخدم الوصلات الناقلة لقوى القص في جدران التكتيف وفي الارضيات التي يفترض انها ذات جساءة كافية في مستواها تجعلها قادرة على نقل القوى الافقية المؤثرة على المبنى الى عناصر التكتيف فيه . ويشترط ان تكون معبأة بالملاط او الخرسانة المناسبة .

(ب) **الوصلات الناقلة لقوى قص في المستوى الافقي :**

يجب تقييد هذه الوصلات بحيث تمنع أي حركة نسبية بين الاجزاء المختلفة ، وفي الحالات التي لا يزيد فيها اجهاد القص الاقصى عن (0.23) نيوتن/ملمتر مربع يسمح بعدم تسليح الوصلات. كما يسمح بان تكون اسطح العناصر سابقة الصب التي تلامس الوصلة ذات تشطيب عادي مع مراعاة تخشين الاسطح الملساء .

(ج) **الوصلات المعرضة لقوى ضغط في جميع حالات التحميل :**

(0.45)

ليس من الضروري تسليح هذه الوصلات عندما لا يتعدى اجهاد القص الاقصى نيوتن/ملمتر مربع او عندما تكون اسطح العناصر سابقة الصب التي تلامس الوصلة خشنة .

(د) الوصلات المعشقة :

(1) تعرف الوصلات المعشقة بانها تلك الوصلات التي تنقل قوى القص بين العناصر سابقة الصب من خلال نتوءات تبرز من العناصر سابقة الصب لنقل قوى القص هذه الى خرسانة الوصلة المصبوبة في الموقع .

(2) يسمح باستخدام الوصلات المعشقة عندما يقل اجهاد القص الاقصى عن (1.3) نيوتن/ملمتر مربع وذلك للوصلات المعرضة لقوى ضغط في جميع حالات التحميل . اما بالنسبة للوصلات غير المعرضة لقوى ضغط فيجب منع انفصال العنصرين سابقي الصب في الاتجاه المتعامد مع الوصلة باستعمال مرابط فولاذية عند نهايات الوصلات .

(3) يسمح بتشكيل النتوءات البارزة من العناصر سابقة الصب عادة بميل بسيط في جوانبها بغرض تسهيل نزع الطوبار ، على ان يراعى الاكتفاء باقل ميل ممكن لمنع حدوث حركة نسبية في الوصلات .

(هـ) التسليح المقاوم لقوى القص الناتجة عن الاحمال التصميمية القصوى :

يجب ان لا تزيد قوة القص (V) عما يلي :-

$$V = 0.6\, F\mu \qquad (106)$$

$$V = 0.6\, \phi_s\, f_{yv}\, A_s\, \mu \qquad (107)$$

حيث :-

F = قوة تثبيت قضيب التسليح ،

A_s = مساحة فولاذ التسليح المتعامد مع الوصلة (ملمتر مربع) ،

f_{yv} = المقاومة المميزة لتسليح القص بالاحتكاك (نيوتن/ملمتر مربع) ،

μ = معامل الاحتكاك بين اوجه الوصلة .

ويسمح بافتراض قيمة معامل الاحتكاك بين الخرسانة المصبوبة في الموقع والخرسانة سابقة الصب كما يلي :-

* (0.7) لاسطح الخرسانة الطبيعية غير المخشنة (كأسطح الخرسانة بعد نزع الطوبار) .

* (1.4) للاسطح الخرسانية المخشنة او ذات النتوءات .

الباب الثالث عشر

خواص المواد في الخرسانة ومواصفاتها

1/13 المواد المستعملة في الخلطات الخرسانية

1/1/13 عام :

بشكل عام ، يجب ان تكون خواص المواد حسب ما ورد في المواصفات القياسية الاردنية . وفي حالة عدم ورودها في تلك المواصفات يراعى ان يتم اختيار المواد لتحقق متطلبات الاستعمال والتشغيل والاداء والديمومة والمظهر ، واجراء الفحوص المخبرية اللازمة للتحقق من ذلك .

1/2/13 الإسمنت :

(أ) **الاسمنت البورتلاندي العادي :**

يكون الاسمنت البورتلاندي العادي مطابقا للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /30/1979).

(ب) **الاسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات :**

يكون الاسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات مطابقا للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /118/1979) .

(ج) **الاسمنت البورتلاندي البوزولاني :**

يكون الاسمنت البورتلاندي البوزولاني مطابقا للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /219/1981) .

(د) **الاسمنت البورتلاندي الابيض :**

يكون الاسمنت البورتلاندي الأبيض مطابقا للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /115/1979) .

(هـ) **انواع الاسمنت الاخرى :**

تكون انواع الاسمنت الاخرى مطابقة للمواصفات القياسية البريطانية (BS 12).

13/1/3 الركام :

(أ) عام :

(1) يتكون الركام المستعمل في خلطات الخرسانة من خليط من ركام خشن وركام ناعم.

(2) يكون الركام من الصحراء او من مجاري الانهار او من كسر الصخور او من مواد مصنعة مثل الطين المحروق او من خبث الحديد او غيرها ، شريطة اجراء الفحوص المخبرية المناسبة للتأكد من صلاحيته للاستعمال .

(3) يجب ان تكون حبيبات الركام صلبة قوية ونظيفة وذات امتصاص منخفض وذات شكل وملمس مناسبين . كما يجب ان يكون الركام خاليا من المواد العالقة والملتصقة والمواد الضارة كالاتربة والاملاح والشوائب والمواد العضوية الا بالقدر الذي تسمح به المواصفات القياسية ذات العلاقة .

(4) يجب ان يكون الركام متدرجا بحيث تكون الخرسانة المنصوص منه سهلة التشغيل وذات قوام مناسب يحتاج الى اقل كمية ممكنة من ماء الخلط ويحول دون تكوين الفراغات في داخلها .

(ب) مواصفات الركام :

يكون الركام المستعمل في الخلطات الخرسانية مطابقا للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /96/1987) .

1/4/13 ماء الخلط :

(أ) عام :

يجب ان يكون الماء المستعمل في خلط الخرسانة وايناعها خاليا من المواد الضارة مثل الزيوت والشحوم والاملاح والاحماض والقلويات والمواد العضوية او غيرها من المواد ذات التأثير السلبي على الخرسانة سواء اكانت معلقة ام ذائبة .

(ب) الماء الصالح للشرب :

يعتبر الماء الصالح للشرب صالحا لخلط الخرسانة وايناعها .

(ج) الماء غي الصالح للشرب :

لا يسمح باستعمال الماء غير الصالح للشرب الا عند تحقيق المتطلبات التالية:-

* ان يجري تصميم الخلطة الخرسانية باستعمال الماء غير الصالح للشرب نفسه الذي سيستعمل في الخلطات الخرسانية في الموقع .
* ان تكون قوة كسر مكعبات الملاط بعد (28) ايام و (90) يوما باستخدام الماء غير الصالح للشرب

مساوية ما لا يقل عن (2) بالمائة من قوة كسر مكعبات مماثلة يستخدم فيها ماء صالح للشرب . ويتم اجراء الفحص حسب المواصفات القياسية الاميريكية (ASTM C109)

* يراعى ما هو وارد في البند (13/7/2) .

13/1/5 المخاليط :

(أ) عام :

(1) المخاليط مواد تضاف الى الخلطات الخرسانية والاسمنتية والملاط بكميات قليلة من اجل تحسين بعض خواص الخرسانة وذلك عن طريق آثارها الكيميائية او الفيزيائية .

(2) يسمح باستعمال المخاليط بعد تحديد ما يلي :-

* مقدار الجرعة الموصى بها وتأثيراتها الضارة في حالة الزيادة او النقصان .
* محتوى الكلوريدات ان وجدت .
* تسبب المخلوط في تكوين الهواء المحبوس في الخرسانة .
* التأثير المشترك عند استعمال اكثر من مادة مضافة في آن واحد .

ويجب ان يتم التأكد من سلوك المخلوط مخبريا باستعمال مكونات الخلطة الخرسانية نفسها التي ستستعمل في الموقع .

(3) يجب عدم استعمال مخاليط قد تؤثر سلبيا على ديمومة الخرسانة او قد تزيد من فرص صدأ فولاذ التسليح . ويجب ان لا تزيد نسبة شلرد (ايون) الكلوريد في المخاليط عن (2) بالمائة من وزن المخلوط او (0.03) بالمائة من وزن محتوى الاسمنت في الخلطة الخرسانية .

(4) يمنع منعا باتا اضافة مخاليط كلوريدات الكالسيوم او المخاليط التي يدخل الكلوريد في تركيبها الاساسي الى خلطات الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الاجهاد واي خرسانة تحتوي على معادن .

(ب) مواصفات المخاليط :

(1) المخاليط المسارعة والمبطئة والمقللة لمحتوى الماء :

يجب ان تكون هذه المخاليط مطابقة للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /674/1990) .

(2) المخاليط التي تكون الهواء المحبوس :

يجب ان تكون هذه المخاليط مطابقة للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /689/1990) .

(3) الملدنات :

يجب ان تكون الملدنات مطابقة للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /690/1990).

2/13 فولاذ التسليح

2/1/13 انواع قضبان التسليح :

(أ) القضبان الملساء ،

(ب) القضبان ذات النتوءات ،

(ج) الشبك الملحوم .

13/2/2 مواصفات فولاذ التسليح :

(أ) **قضبان فولاذية متوسطة المقاومة مسحوبة على الساخن :**

يجب ان تكون هذه القضبان مطابقة للمواصفات القياسية الأردنية (م ق أ /441/1986) .

(ب) **قضبان فولاذية عالية المقاومة مسحوبة على الساخن :**

يجب ان تكون هذه القضبان مطابقة للمواصفات القياسية الأردنية (م ق أ /441/1986) .

(ج) **قضبان فولاذية طرية :**

يجب ان تكون هذه القضبان مطابقة للمواصفات القياسية الأردنية (م ق أ /442/1986) .

(د) **قضبان مشغولة على البارد :**

يجب ان تكون هذه القضبان مطبقة للمواصفات القياسية الأردنية (م ق أ /442/1986) .

(هـ) **الشبك الملحوم :**

يجب ان يطابق هذا الوع من التسليح المواصفات القياسية البريطانية (BS 276) او المواصفات القياسية الاميركية

(ASTM A185) او (ASTM A497) .

(و) **أقطار قضبان التسليح :**

يراعى ما هو ورد في المواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /109/1979) و (م ق أ /110/1979) و (م ق أ /441/1986) و (م ق أ /442/1986) عند اختيار قضبان التسليح .

2/3/13 الخواص الميكانيكية لفولاذ التسليح :

(أ) تحدد الخواص الميكانيكية لفولاذ التسليح بالعناصر التالية :-

* اجهاد الخضوع كما هو ورد في البند الفرعي (13/2/3د) .
* مقاومة الشد
* النسبة المئوية للاستطالة .

(ب) يكون فولاذ التسليح المستخدم في الخرسانة مطابقا للمواصفات القياسية الاردنية (م ق أ /441/1986) و (م ق أ /442/1986) .

(ج) يبين الجدول (23) انواع الفولاذ حسب المواصفات القياسية الاردنية .

(د) اجهاد الخضوع للفولاذ :

(1) في انواع الصلب العادي وعالي المقاومة الذي تظهر فيه خاصية الخضوع يعتبر اجهاد الخضوع هو الاجهاد المطابق لمرحلة الخضوع.

(2) في الفولاذ المعالج على البارد ، وبعض الانواع الاخرى من الفولاذ عالي المقاومة التي لا تظهر فيها خاصية الخضوع يعتبر اجهاد الخضوع هو الاجهاد الذي يترك انفعالا متبقيا مقداره (0.2) بالمائة .

(3) إجهاد الخضوع للفولاذ هو المقاومة الميكانيكية المميزة للفولاذ التي يبنى التصميم على أساسها ، ويجب أن يكون حده الأدنى مكفولا من البائع او المنتج ، وإلا وجب تحديده على أساس فحوص مخبرية معترف بها .

الجدول (23)

الخواص الميكانيكية لفولاذ التسليح

نوع الفولاذ	الحد الأدنى لاجهاد الخضوع (نيوتن/ملم2)	الحد الأدنى لمقاومة الشد (نيوتن/ملم2)	الحد الأدنى للاستطالة
فولاذ متوسط المقاومة	276	483	تعتمد على قطر قضيب التسليح وحسب المواصفات القياسية الأردنية (م ق أ /441)
فولاذ عالي المقاومة	414	621	
القضبان الطرية	220	340	تعتمد على قطر قضيب التسليح وحسب المواصفات القياسية الأردنية (م ق أ /442)
القضبان المشغولة على البارد	420	500	

13/3 الخلطات الخرسانية

13/3/1 تصميم الخلطات :

(أ) يتم تصميم الخلطات الخرسانية من قبل مختبر معتمد .

(ب) تصمم الخلطات للاعتبارات الاساسية التالية :-

* المقاومة المميزة .
* درجة التشغيل .

مع الالتزام بمحتوى الاسمنت الادنى ونسبة الماء الى الاسمنت القصوى المنصوص عليها في الجدول (29) للخرسانة المسلحة والجدول (31) للخرسانة العادية ، وذلك باستخدام انواع الاسمنت والإكام والماء المستعملة في الموقع .

(ج) يتم تحديد نسب خلط المقاسات المختلفة للإكام للحصول على خرسانة سهلة التشغيل وذات قوام مناسب .

(د) يراعى الالتزام بمحتوى الاسمنت الاقصى الوارد في البند (13/3/3) .

(هـ) تصمم الخلطات لمقاومة متوسطة للكسر تزيد عن المقاومة المميزة بالنسبة التي يحددها المختبر حسب طرق الخلط المتبعة في الموقع ومستوى السيطرة على النوعية على الا تقل هذه المقاومة عما هو وارد في الجدول (24) .

الجدول (24)

الحد الادنى للمقاومة المتوسطة للكسر الداخلة

درجة الخرسانة	المقاومة المميزة (ن/ملم2)	الحد الادنى للمقاومة المتوسطة للكسر (نيوتن/م2)
10	10.0	13.5
15	15.0	20.0
20	20.0	26.0
25	25.0	33.0
30	30.0	40.0
35	35.0	46.0
40	40.0	53.0

(و) في المشروعات الكبرى او مراكز انتاج الخرسانة ، حيث يتم الخلط في خلاطة وكرية ثابته وحيث تؤخذ عينات لما لا يقل عن خمس خلطات لكل يوم عمل ، تحسب المقاومة المميزة من قيمة المقاومة المتوسطة للكسر حسب العلاقة التالية:-

$$f_{cu} = f_{cm}\,(1 - 0.15k) \qquad (108)$$

حيث :-

K = معامل يتوقف على أهمية المنشأ وعدد العينات لوع الخلطة وتؤخذ من الجدول (25) .ويسمح باعتبار أهمية المنشأ من الصنف (ب) الا اذا ورد نص صريح بغير ذلك في المواصفات الخاصة للمشروع .

الجدول (25)

عدد العينات	اهمية المنشأ			
	أ	ب	ج	د

0.88	1.09		1.81	10
0.87	1.07		1.75	15
0.87	1.06		1.73	20
0.86	1.06		1.71	25
0.85	1.05		1.70	30
0.84	1.04		1.65	اكبر من (10)

13/3/2 محتوى الإسمنت الأدنى :

يتم تحديد محتوى الاسمنت الادنى لضمان مقاومة مميزة دنيا ولاعطاء درجة مقبولة من الديمومة للمنشآت الخرسانية ، ويعتمد محتوى الاسمنت الادنى على درجة الخرسانة [المادة (13/4)] ومتطلبات الديمومة [المادة (13/7)] .

13/3/3 محتوى الاسمنت الاقصى :

يجب ان لا يزيد محتوى الاسمنت عن (30) كيلو غرام/متر مكعب ما لم تتخذ اجراءات واضحة ومحددة في التصميم للحد من التشقق المتزايد بسبب انكماش الجفاف في المقاطع الرقيقة او بسبب الاجهادات الحرارية في المقاطع الاكثر سماكة .

13/3/4 انتاج الخلطات الخرسانية :

(أ) يتم انتاج الخلطات الخرسانية باستعمال خلاطات عادية او خلاطات مركزية في الموقع ، كما يمكن توريدها جاهزة الى موقع العمل بواسطة خلاطات ناقلة او عربات خضاضة .

(ب) يتم قياس الركام والاسمنت بالوزن ، ويسمح باستعمال طريقة القياس بالحجم للخرسانة التي لا تزيد درجتها عن (20). وعند استعمال اسمنت معبأ في داخل اكياس للخلطات يتم تحديد اوزان الركام والمخاليط والماء بحيث يستعمل عدد صحيح من اكياس الاسمنت في الخلطة الواحدة .

(ج) يتم قياس كمية ماء الخلط بالحجم ، ويجب اخذ مدى جفاف الركام وكمية ماء الامتصاص للركام وغيرها من العوامل التي قد تؤدي الى وجوب تعديل كمية ماء الخلط بعين الاعتبار .

(د) يتم قياس كمية المضافات بالوزن او بالحجم وفق تعليمات الشركة الصانعة.

(هـ) يجب الا تزيد التفاوتات في اوزان المواد المستعملة في الخلطات الخرسانية عما هو وارد في الجدول (26) .

الجدول (26)

تفاوتات اوزان المواد في الخلطة الخرسانية

المادة	التفاوت (بالمائة)
اسمنت	0الى +(40)
ركام	±1
ماء	±2
مخاليط	±3

(و) في حالة القياس بالحجم يمنع استعمال اوعية يظهر عليها الانحناء او التقوس او أي تغير في الشكل او الحجم .

(ز) يجب ان تكون الخرسانة بعد اتمام خلطها منتظمة ومتجانسة القوام .

3/5/13 نقل الخرسانة وصبها :

(أ) يتم إنتاج الخرسانة بكميات تتناسب مع حجم الصب المتوقع وبالمعدل الذي يضمن صب الخرسانة الطازجة فور وصولها الى الموقع وضمن الاوقات المحددة في البند الفرعي (13/3/5ب) .

(ب) يحظر صب الخرسانة بعد مضي زمن التأخير المسموح به والذي يتم تحديده كما يلي :-

* (30) دقيقة للخرسانة المنتجة في الموقع والمنقولة بوسائط نقل غير الخلاطات الناقلة والعربات الخضاضة عندما تكون درجة حرارة الجو اكثر من (25) درجة مئوية ، او (5) دقيقة عندما تكون درجة الحرارة اقل من (20) درجة مئوية .
* (90) دقيقة للخرسانة المنقولة بالخلاطات الناقلة والعربات الخضاضة

(ج) يتم صب الخرسانة حسب الاصول ، حيث توضع الخرسانة الطازجة في مواضعها باستعمال الادوات او الاليات الخاصة .ويجب ان تكون اساليب الصب مناسبة للغرض وبشكل يضمن عدم حدوث أي عيب في الخرسانة المصبوبة كالانفصال الحبيبي او غيره .

(د) اذا تطلب الامر ايقاف صب الخرسانة لسبب ما في اماكن غير الفواصل المحددة على المخططات ، فانه يجب ايقاف الصب في اماكن مدروسة بحيث لا يؤثر ذلك على التكامل الانشائي للعناصر او المنشأ ، شريطة ان

يستأنف الصب في اسرع وقت ممكن بعد تنظيف السطح وتخشينه بحيث يظهر الركام ويتم غسله وترويبه .

3/6/13 إيناع الخرسانة :

(أ) تتم عملية ايناع الخرسانة لمنعها من الجفاف باتباع احدى الطرق التالية :-

* ابقاء الطوبار في مكانه .
* تغطية سطح الخرسانة بلفائف مانعة لتسرب الماء مثل البولي اثيلين على ان تكون مشدودة ومحكمة .
* رش السطح بمادة ايناع غشائية .
* تغطية السطح بمواد مرطبة ذات درجة امتصاص عالية .
* الرش المستمر بالماء .

(ب) يجب ان لا يتعرض سطح الخرسانة او أي جزء منه الى درجة حرارة تقل عن (5) درجات مئوية في اثناء فترة الايناع .

(ج) يجب الا تقل فترة الايناع عن خمسة ايام عندما تقع درجة حرارة الخرسانة بين (5) و (10) درجات مئوية وعن اربعة ايام عندما تزيد درجة الحرارة عن (PH6) درجات مئوية .

13/3/7 الخرسانة في الاجواء الحارة :

(أ) يحظر صب الخرسانة عندما تزيد درجة حرارتها عن (30) درجة مئوية . ويمكن تخفيض درجة حرارة الخرسانة بتبريد الماء والركام ، ويفضل عدم استعمال اسمنت درجة حرارته مرتفعة .

(ب) يجب اتخاذ كافة الاحتياطات لمنع جفاف الخرسانة قبيل الصب وبعده لتجنب الشك الابتدائي المبكر وفقدان قابلية التشغيل .

(ج) يجب المباشرة بعملية إيناع الخرسانة غير المغطاة بأعمال الطوبار فور الانتهاء من عملية الصب والدمك ، وذلك بتغطيتها بأغطية واقية من أشعة الشمس مثل الخيش المرطب أو لفائف مانعة لتسرب الماء ذات ألوان تعكس أشعة الشمس [انظر البند (13/3/6)] .

13/4 درجات الخرسانة

تحدد درجات الخرسانة حسب قيمة المقاومة المميزة لها كما هو مبين في الجدول (27) .

الجدول (27)

درجات الخرسانة واستعمالاتها *

درجة الخرسانة	الحد الأدنى للمقاومة المميزة (ن/ملم 2)	الاستعمالات
(20)	10	خرسانة عادية ، خرسانة بالدبش ، رسانة نظافة .
15	15	خرسانة عادية ، مدات الميلان ، جدران الدك والتصفيح خلف الحج .
18	18	اساسات وارضيات مصنوعة من خرسانة عادية .
(1.0)	20	خرسانة مسلحة بفولاذ متوسط المقاومة .
0.50	25	خرسانة مسلحة بفولاذ عالي المقاومة.
30	30	خرسانة سابقة الاجهاد تالية الشد .
35	35	
40	40	خرسانة سابقة الاجهاد سابقة الشد .

* يراعى ما هو ورد في الجداول (29) و (30) و (31) بالنسبة لمحتوى الاسمنت الأدنى والحد الأقصى لنسبة الماء إلى الاسمنت .

13/5 الطوبار

يراعى ما هو وارد في (كودة الطوبار) من كودات البناء الوطني الاردني .

6/13 الغطاء الخرساني

6/1/13 الغطاء الاسمي :

(أ) **عام**

الغطاء الاسمي هو الغطاء الخرساني الذي يتم تحديده على المخططات والرسومات لتغطية فولاذ التسليح بما في ذلك الكانات . ويجب ان لا يقل الغطاء الخرساني الفعلي لفولاذ التسليح عن الغطاء الاسمي مطروحا منه (5) ملمتر . وعند تحديد الغطاء الاسمي يجب مراعاة ما يلي :-

(1) ان يتماشى الغطاء الاسمي مع متطلبات قطر القضيب ومقياس الركام ومتطلبات صب الخرسانة في السطوح غير المستوية والواردة في البنود الفرعية (13/6/1ب) و(13/6/1ج) و (13/6/1د) .

(2) ان يكون كافيا لحماية فولاذ التسليح من الصدأ كما هو وارد في البند (13/6/3) .

(3) ان يكون كافيا لحماية فولاذ التسليح من خطر الحريق كما هو وارد في البند (13/6/5) .

(4) ان تسمح سماكته بمعالجة سطح الخرسانة وكشطها عند اللزوم .

(ب) **قطر قضيب التسليح :**

يجب ان لا يقل الغطاء الاسمي لفولاذ التسليح الرئيسي عن قطر قضيب التسليح نفسه . وفي حالة الحزم التي تجمع اكثر من قضيب يجب ان لا يقل الغطاء الاسمي عن قطر قضيب مكافئ تساوي مساحته مجموع مساحات القضبان في الحزمة . وفي الوقت ذاته يجب الحفاظ على هذا الغطاء الاسمي للكانات .

(ج) **المقاس الاعتباري الأقصى للركام :**

يجب ان لا يقل الغطاء الاسمي عن المقاس الاعتباري الأقصى للركام المستعمل في الخلطة الخرسانية .

(د) **السطوح الخرسانية غير المستوية :**

يتم في هذه الحالة تحديد غطاء اسمي لا يقل عما هو وارد في الجدول (29) لضمان توفير غطاء خرساني مناسب . ويجب ان لا يقل الغطاء الاسمي عن (75) ملمتر عند الصب فوق التربة مباشرة . وفي حالة الصب فوق خرسانة نظافة مناسبة فيجب ان لا يقل الغطاء الاسمي عن 0.55 ملمتر .

13/6/2 غطاء نهايات القضبان المستقيمة :

لا يشترط غطاء خرساني لنهايات القضبان المستقيمة في الارضيات او البلاطات التي لا تتعرض اطرافها للظروف الجوية .

13/6/3 الغطاء لمقاومة الصدأ :

تعتمد سماكة الغطاء الاسمي لاغراض مقاومة صدأ فولاذ التسليح على ظروف التعرض ونوعية الخرسانة وطبيعة طرق صبها وايناعها . ويعطي الجدول (29) الحد الادنى للغطاء الاسمي من الخرسانة اعتمادا على ظروف التعرض المختلفة [انظر البند (13/6/4)] . وتبرز الحاجة في بعض الحالات الى اخذ احتياطات اخرى لحماية فولاذ التسليح من الصدأ ولتحقيق متطلبات الديمومة [انظر المادة (13/7)] .

13/6/4 ظروف التعرض :

تصنف الظروف التي تتعرض لها الخرسانة في اثناء عمر التشغيل الى خمسة انواع مقسمة حسب قساوتها كما في الجدول (28) .

13/6/5 الوقاية من الحرائق :

يراعى ما هو وارد في (كودة الوقاية من الحرائق) من كودات البناء الوطني الاردني للتأكد من فاعلية الغطاء الخرساني لوقاية فولاذ التسليح من الحرائق .

الجدول (28)

ظروف التعرض

البيئة	الظروف
معتدلة (Mild)	– الخرسانة المحمية تماما من العوامل الجوية والظروف القاسية .
متوسطة (Moderate)	– السطوح الخرسانية المحمية من المطر الشديد والتجمد في اثناء التشبع بالماء . – السطوح الخرسانية المعرضة لتكثف الماء . – الخرسانة تحت الماء . – الخرسانة المتصلة بالتربة من الفئة (1) الواردة في الجدول (30) .
قاسية (Severe)	– الخرسانة المعرضة للمطر الشديد . – الخرسانة المعرضة لدورات متعاقبة من البلل والجفاف . – الخرسانة المعرضة للتجمد احيانا .

قاسية جدا (Very Severe)	– الخرسانة المعرضة للتكثف بغزارة . – الخرسانة قرب مياه البحار . – الخرسانة المعرضة لاملاح اذابة الثلوج او الأبخرة التي تسبب صدأ الفولاذ . – الخرسانة المعرضة للتجمد وهي مبللة .
مفرطة في القساوة (Extreme)	– الخرسانة المعرضة للتآكل ، مثل تلك المعرضة الى مياه البحار او حركة السير او مياه جارية ذات 310

13/7 ديمومة الخرسانة

13/7/1 عام :

(أ) تكتسب العناصر الانشائية صفة الديمومة اذا تم تصميمها وتنفيذها بطرق تضمن حماية قضبان التسليح من التآكل والصدأ وتضمن ان تستمر هذه العناصر في تحقيق متطلبات الاستعمال والتشغيل التي اقيمت من اجلها طوال عمر التشغيل .

(ب) تعتبر نفاذية الخرسانة للماء والاكسجين وثاني اكسيد الكربون وغيرها من المواد من اهم المنزات تأثيرا على الديمومة .وتتأثر نفاذية الخرسانة لهذه المواد تأثرا كبيرا بمكونات الخلطة الخرسانية وطرق خلطها وصبها وايناعها . ويتم الحصول على نفاذية منخفضة مناسبة للخرسانة بوضع كمية كافية من الاسمنت وتوفير ما يلزم من نسبة الماء الى محتوى الاسمنت ، ودمك الخرسانة دمكا جيدا بالاضافة الى توفير ما يلزم من الماء لايناع الخرسانة بالطرق الصحيحة.

13/7/2 العوامل المؤثرة على الديمومة :

(أ) **شكل البناء والتفاصيل الانشائية :**

عند تصميم شكل البناء وتفاصيله الانشائية يجب مراعاة تصريف المياه بالطرق الصحيحة لمنع تكون برك من المياه الساكنة ومنع جريان الماء على العناصر الخرسانية . كما يجب مراعاة التقليل من وجود تشققات قد تسمح بتجمع المياه او انتقالها الى داخل العناصر الخرسانية .

(ب) **سماكة الغطاء الخرساني ونوعية الخرسانة :**

تتم حماية فولاذ التسليح من الصدأ بتوفير محيط من غطاء ذي سماكة مناسبة وخرسانة جيدة . وتعتمد سماكة الغطاء الخرساني الواردة في الجدول (29) على طبيعة ظروف التعرض الواردة في الجدول (28) .

الجدول (29)

الغطاء الاسمي لفولاذ التسليح

(بما في ذلك الكانات) لاغراض الديمومة

ظروف التعرض [حسب الجدول (28)]	الغطاء الاسمي (ملمتر)				
معتدلة	330	0.50	280	20	0.55
متوسطة	-	(1.9)	(2.5)	25	(1.2)
قاسية	-	-	(0.5)	(3.1)	25
قاسية جدا	-	-	50 †	40 †	(1.0)
مفرطة في القساوة	-	-	-	60 †	370
الحد الاعلى لنسبة الماء الى محتوى الاسمنت	(5.6)	370	(0.2)	(5.6)	(3.1)
الحد الادنى لمحتوى الاسمنت (كغم/م3)	(Na_2O)	275	300	325	350
الحد الادنى للرجة الخرسانة	(Na_2O)	(0.6)	30	(K_2O)	40

* عند تعرض الخرسانة الى التجمد وهي مبللة فانه يجب استعمال مخاليط تكون الهواء المحبوس .

(ج) ظروف التعرض :

(1) البيئة المحيطة :

تصنف الظروف التي تتعرض لها الخرسانة طوال عمر التشغيل الى خمسة انواع مقسمة حسب قساوتها كما ورد في الجدول (28) .

(2) التجمد والاذابة :

يتم تحسين صفة الديمومة في العناصر الخرسانية التي تتعرض للتجمد والاذابة باستعمال مخاليط تكون هواء محبوسا ، ويراعى ان يكون معدل نسبة حجم الهواء المحبوس الى حجم الخرسانة الطازجة وقت الصب كما يلي :-

* (7) بالمائة لاكام مقاسه الاعتباري الأقصى (3.0) ملمتر .
* (6) بالمائة لاكام مقاسه الاعتباري الأقصى (14) ملمتر .
* (5) بالمائة لاكام مقاسه الاعتباري الأقصى (20) ملمتر .
* (4) بالمائة لاكام مقاسه الاعتباري الأقصى (40) ملمتر .

(3) التعرض لمواد كيميائية مفتتة :

يمكن ان تتفتت الخرسانة عند تعرضها الى غازات ومحاليل كيميائية متعددة ، وبالاخص عندما تتعرض الى المواد الحامضية او محاليل الاملاح الكبريتية .ولا ينصح باستخدام الإسمنت البورتلاندي في الظروف الحامضية [(PH 5.5) أو اقل] وقد تسبب كبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم الموجودة في التربة والمياه الجوفية تمددا في الخرسانة او تفتتها .

ويعطي الجدول (30) انواع الاسمنت الموصى باستخدامها والنسبة القصوى للماء الحر الى الاسمنت ومحتوى الاسمنت الادنى لتركيز الكبريتات في التربة قرب مياه جوفية تتراوح درجة حامضيتها بين (PH 6) و (PH 9) .

(د) نسبة الخلط :

تعتبر نسبة الماء الحر الى الاسمنت من اهم العوامل المؤثرة على الديمومة ، ويراعى استعمال اقل قيمة تحقق انتاج خرسانة كثيفة تامة الدمك من دون حدوث انفصال حبيبي او نزف . ويمكن

الحصول على هذه النسب من الجدول (29) او الجدول (30) او الجدول (31) لظروف التعرض المختلفة . وتعطي هذه الجداول ايضا محتوى الاسمنت الادنى ، الا انه قد تختلف متطلبات محتوى الاسمنت الادنى لاحدى نسب الماء الى الاسمنت من خلطة خرسانية الى اخرى اعتمادا على المكونات المختلفة للخلطة . ويجب اعتبار استعمال المخاليط المناسبة للحصول على درجة تشغيل مناسبة يصعب الحصول عليها باستعمال نسبة الماء الى الاسمنت القصوى .

(هـ) مكونات الخلطة :

(1) عام :

يجب اختيار مكونات الخلطة الخرسانية بحيث تفي بمتطلبات الديمومة او درجة التشغيل وبما يتناسب مع الظروف المحيطة . فيجب استعمال نوع الاسمنت المناسب واختيار انواع ركام ذات انكماش جفاف منخفض لا يزيد محتوى شلرد (ايون) الكلوريد فيها عن (0.1) بالمائة . وفي حالة استعمال المخاليط يراعى ما ورد في البند (13/1/5) .

(2) الكلوريدات :

* تزايد درجة حرارة الايناع بازدياد محتوى الكلوريدات في الخلطة الخرسانية ، مما يزيد من صدأ فولاذ التسليح . وعندما تتعرض الخرسانة التي تحتوي على نسبة عالية من الكلوريدات في اثناء عمر التشغيل الى درجات حرارة عالية في ظروف رطبة فان احتمالية صدأ فولاذ التسليح تزداد ايضا . ومما يجدر ذكره ان مقاومة الخرسانة للكبريتات قد تتأثر سلبيا بوجود نسبة عالية من الكلوريدات في مكونات الخلطة . ويمكن ان تتعرض الخرسانة الى خطر التلوث بالكلوريدات المتطايرة من املاح مياه البحر وحركة السير وغيرها .

الجدول (30)

الخرسانة المعرضة للكبريتات

الفئة	تركيز ثالث اكسيد الكبريت $(SO3)$			نوع الاسمنت	متطلبات انتاج خرسانة كثيفة تامة الدمك ذات ركام مقاسه الاعتباري الاقصى (20) ملمتر*مطابق للمواصفات القياسية الأردنية (م ق أ /96)	
	في التربة		في المياه الجوفية (غرام/لتر)		محتوى الاسمنت الادنى (كيلو غرام/متر مكعب)	النسبة القصوى للماء الحر الى الاسمنت
	ثالث اكسيد الكبريت الكلي (%)	مستخلص خليط (SO_3) ماء : تربة بنسبة 2 : 1 (غرام/لتر)				
1	اقل من (0.2)	اقل من (1.0)	اقل من (0.3)	اسمنت بورتلاندي عادي او إسمنت بورتلاندي خبث الأفران العالية	_	_
2	(0.2) الى (0.5)	(1.0) الى (1.9)	(0.3) الى (1.2)	اسمنت بورتلاندي او اسمنت بورتلاندي خبيث الافران العالية	330	0.50
				اسمنت بورتلاندي مقاوم للكبريتات	310	0.55
				اسمنت بورتلاندي عالي المقاومة للكبريتات	280	0.55
3	(0.5) الى (1.0)	(1.9) الى (3.1)	(1.2) الى (2.5)	اسمنت بورتلاندي مقاوم للكبريتات ، او عالي المقاومة للكبريتات	330	0.50
4	(1.0) الى (0.2)	(3.1) الى (5.6)	(2.5) الى (5.0)	اسمنت بورتلاندي مقاوم للكبريتات ، او عالي المقاومة للكبريتات	370	0.45
5	اكبر من (0.2)	اكبر من (5.6)	اكبر من (5.0)	اسمنت بورتلاندي مقاوم للكبريتات ، او عالي المقاومة للكبريتات بالاضافة الى استخدام مواد تكسية واقية .	370	0.45

* انظر الجدول رقم (32) عند استخدام ركام ذي مقاس اعتباري مختلف .

الجدول (31)

متطلبات الديمومة لخرسانة عادية (غير مسلحة)

ذات ركام مقاسه الاعتباري (20) ملمتر

ظروف التعرض	الحد الأعلى لنسبة الماء الى محتوى الإسمنت	الحد الأدنى لمحتوى الإسمنت (كغم/م3)	الحد الأدنى للرجة الخرسانة
معتدلة	0.80	180	20

عادية*	0.65	275	30
قاسية	0.60	300	35
قاسية جدا	0.55	325	35
مفرطة في القساوة	0.50	350	45

* تنطبق على الخرسانة التي تستعمل فيها مخاليط لتكوين الهواء المحبوس

الجدول(32)

تعديلات على قيمة محتوى الاسمنت الادنى

باستخدام ركام ذي مقاسات اعتبارية مختلفة

المقاس الاعتباري الاسمي الأقصى للركام (ملمتر)	التعديلات على القيمة الواردة في الجدولين (30) و (31) (كغم/م3)
10	40+
14	20+
20	0
40	30-

* يراعى ما ورد في الفقرتين (3) و (4) من البند الفرعي (13/1/5أ) .
* يجب ان لا يزيد محتوى الكلوريدات الكلي في الخلطة الخرسانية عن (0.4) بالمائة ، ويقصد بمحتوى الكلوريدات الكلي بانه ذلك الناتج عن محتوى الكلوريدات في الركام مضافا اليه المحتوى من المضافات والمخاليط او أي مصدر آخر . ويتم حساب محتوى الكلوريدات الكلي حسب نسب الخلط ومحتوى الكلوريدات المحددة مخبريا لكل عنصر من عناصر الخلطة الخرسانية . ويعبر عن محتوى الكلوريدات الكلي بنسبة مئوية لنسبة شارد الكلوريد وكتلة الاسمنت في الخلطة الخرسانية .

(3) الكبريتات :

توجد الكبريتات في معظم انواع الاسمنت وفي بعض انواع الركام . وقد يسبب وجود نسب عالية من الكبريتات القابلة للذوبان في الماء (SO_3) تمددا في الخرسانة وتفتيتا لها.ولتجنب الاثار السلبية لهذا النوع من الكبريتات يجب ان لا تزيد نسبة محتوى الكبريتات الكلي في الخلطة الخرسانية عن (4) بالمائة من كتلة الاسمنت . ويتم حساب محتوى الكبريتات الكلي حسب نسب الخلط ومحتوى الكبريتات المحددة مخبريا لكل عنصر من عناصر الخلطة .

(4) القلويات والسيليكات (التفاعل القلوي) :

تحتوى بعض انواع الركام على سيليكات مختلفة قد تتفاعل كيميائيا مع القلويات $[(K_2O)$ و $(Na_2O)]$ الموجودة اصلا في الاسمنت وغيره . وقد ينتج عن هذه التفاعلات مواد جيلاتينية تنتفخ عند امتصاصها للماء مما يؤدي الى حدوث اجهادات في الخرسانة قد تسبب تشققها او تفتتها .

وتحصل التفاعلات التي تؤدي الى الاضرار بالخرسانة عادة باجتماع الظروف التالية :-

* وجود ركام ذي قابلية للتفاعل القلوي .
* وجود القلويات في الاسمنت ، او من مصادر اخرى .
* توفر محتوى رطوبة عال ضمن الخرسانة.

ويمكن الحد من خطر التفاعل القلوي السيليسي في الخرسانة التي يستعمل فيها ركام غير مألوف بعمل الاتي :-

* اخذ الاحتياطات اللازمة لتقليل درجة تشبع الخرسانة كاستخدام اغشية غير منفذة للماء .
* استعمال اسمنت بورتلاندي يحتوي على نسبة منخفضة من القلويات [اقل من (0.6) بالمائة من (Na_2O) المكافئ] .

* تحديد محتوى القلويات [(Na_2O) المكافئ] في الخلطة الخرسانية بما لا يزيد عن (3.0) كيلو غرام/متر مكعب .
* اضافة بوزولانا طبيعية او صناعية للاسمنت في الخلطة الخرسانية بعد الرجوع الى مصادر اكثر تخصصا لتحديد كمية البوزولانا والتأكد من فاعليتها في التقليل من خطر حدوث التفاعل

القلوي باجراء الفحوص المخبرية .

(و) العناية بالخرسانة :

التناول والمعالجة :

يجب ان يتم صب الخرسانة ودمكها ومعالجتها واينا عها بالطرق الصحيحة لضمان خرسانة متجانسة كثيفة خالية من العيوب وذات نفاذية منخفضة.

13/8 فواصل الصب

13/8/1 عام:

تستخدم فواصل الصب في اثناء التنفيذ في الحالات الضرورية التي لا يكتمل الصب من دونها بالصورة الصحيحة . ويجب استخدام اقل عدد ممكن من هذه الفواصل وتحديد مواقعها قبل البدء بالصب . ويجب ان تكون فواصل الصب في العادة متعامدة مع الاتجاه الطولي للعنصر الانشائي .

8/2/13 تنفيذ فواصل الصب :

يجب مراعاة ما يلي عند تنفيذ فواصل الصب :-

* ان تكون خرسانة الفاصل متلاصقة مع الخرسانة المجاورة لها ومتصلة معها اتصالا وثيقا.
* ان تنفذ فواصل الصب بطريقة تضمن عدم تشكيل حافات رقيقة على طول الفاصل او أي جزء منه ، ويجب استخدام وصلة توقف للفواصل الرأسية .
* ان تنفذ اعمال الفواصل بالطرق والاساليب الصحيحة التي تضمن عدم تخفيض قوة تحمل الخرسانة .
* ان يكون الوجه العلوي لطبقة الخرسانة افقيا ومستويا الا اذا تطلب التصميم غير ذلك.
* ان يتم التأكد من نظافة السطح الفاصل قبيل صب الخرسانة الطازجة ، ويراعى في بعض الحالات ترطيب السطح قبل الصب للتقليل من امتصاصه لماء الخلط .
* ان يتم صب الخرسانة الطازجة على الخرسانة المتصلدة بطريقة تضمن انتاج خرسانة مدموكة دمكا جيدا وذات كثافة عالية .
* لا يشترط في كثير من الحالات استعمال اشرطة صادة للماء ، وتستعمل هذه الاشرطة عادة في الفواصل الرأسية في المنشآت التي تحتوي سوائل او مواد رطبة ، ويجب في هذه الحالة معالجتها على انها

13/8/3 فواصل الصب الناقلة لقوى القص أو الشد :

(أ) **عام :**

يتم تخشين الفواصل الناقلة لقوى القص او الشد لزيادة قوة الترابط خلال الفاصل .

(ب) **فواصل الصب الافقية :**

يتم تخشين سطح الفاصل الافقي من دون التأثير على الإكام الخشن برش السطح بالماء رشا لطيفا مع استعمال فرشاة تخشين او من دونها بعد ساعتين او اربع ساعات من صب الخرسانة .

(ج) **فواصل الصب الرأسية :**

يتم تخشين الفواصل الرأسية الناقلة لقوى القص او الشد بالطريقة الواردة في البند الفرعي (13/8/3ب) اذا تم استخدام مضافات مبطئة في خلطة الخرسانة المصبوبة في منطقة وصلة التوقف . ويسمح باستخدام وصلات توقف من شبك معدني او معدن ممدد لا يدخل ضمن منطقة الغطاء الخرساني لتخشين سطح الخرسانة الخضراء قبل تصلدها .

(د) **الخرسانة المتصلدة :**

في الحالات التي لا يسمح فيها تخشين سطح الخرسانة الخضراء (غير المتصلدة) فانه يسمح بالكشف عن حبيبات الإكام الكبيرة بالسفع بالرمل او باستخدام مطرقة لإزالة القشور او غيرها من الادوات الميكانيكية الخفيفة التي لا تكسر حبيبات الإكام او تزيلها ولا تؤثر بالتالي سلبيا على قدرة الفاصل فيما يتعلق بنقل القوى من خلاله .

المصطلحات الفنية

(أ)

اجهاد	Stress
اجهاد تحميل	Bearing Stress
اجهاد تشغيل	Service Stress (Working Stress)
اجهاد خضوع	Yield Stress
اجهاد الضمان	Proof Stress
اجهاد قص	Shear Stress
ارتفاع فعال	Effective Height
إزاحة جانبية	Side Sway
استطالة	Elongation
إسمي	Nominal
اعادة توزيع	Redistribution
اكساء	Cladding
انحناء	Bending , Flexure
انحناء ثنائي المحاور	Biaxial Bending
إنعطاط (تحنيب)	Buckling
انفعال	Strain
انفعال الانكماش	Shrinkage Strain
انفلاق	Splitting
انقلاب	Overturning
انكماش	Shrinkage
انكماش حراري	Thermal Shrinkage
اهتزاز	Vibration

(ب)

بحر	Span

Effective Span	بحر فعال
Landing	بسطة
Soffit	بطن الجائز
Simply Supported	بسيط الارتكاز
Slab	بلاطة
Ribbed Slab	بلاطة ذات اعصاب
Flat Slab	بلاطة مسطحة

Solid Slab	بلاطة مصمتة
Cantilever Slab	بلاطة معتلية

(ت)

Wear	تآكل
Column Capital	تاج عمود
Fully Fixed	تام التثبيت
Anchorage , Fixity	تثبيت
Load Combination	تجميع احمال
Strctural Analysis	تحليل انشائي
Bearing	تحميل
Buttressing	تدعيم
Deflection	ترخيم
Reinforcement	تسليح
Shrinkage Reinforcement	تسليح انكماش
Secondary reinforcement	تسليح ثانوي
Main Reinforcement	تسليح رئيسي
Tension Reinforcement	تسليح شد
Compression Reinforcement	تسليح ضغط
Torsion Reinforcement	تسليح لي
Cracking	تشقق
Lap	

تشريك	Finishing
تشطيبات ، انهاء	Distortion , Deformation
تشوه	Tolerance
تفاوت	Carvature
تقوس	Instantaneous Curvature
تقوس لحظي	Numerical Integration
تكامل عددي	Bracing
تكتيف	Lateral Bracing
تكتيف جانبي	Damage
تلف	Bond
تماسك	Anchorage Bond
تماسك التثبيت	Local Bond
تماسك محلي	

توزيع عزوم	Moment Distribution
(ث)	
ثبات ، استقرار	Stability
ثنية	Bend
(ج)	
جائز	Beam
جائز بسيط الارتكاز	Simply Supported Beam
جائز طرفي	Edge Beam
جائز عميق	Deep Beam
جائز معتلي	Cantilever Beam
جائز مستمر	Continous Beam
جانبي	Lateral
جدار	Well
	Reinforced Well

جدار مسلح	Web
جذع	Stiffness , Rigidity
جساءة	Torsional Rigidity
جساءة اللي	Relative Stiffness
جساءة نسبية	Flange
جناح	Compression Flange
جناح ضغط	

(ح)

حالة حد	Limit State
حالة الحد الاقصى	Ultimate Limit State
حالة حد التشغيل	Serviceability Limit State
حد التشغيل	Serviceability Limit
حركة جانبية	Lateral movement
حقن	Grouting
حمل	Load
حمل تشغيلي	Service Load
حمل تصميمي	Design Load
حمل جانبي	Lateral Load
حمل رأسي	Vertical Load
حمل الرياح	Wind Load

حمل الزلازل	Earthquake Load
حمل حي	Live Load
حمل مركز	Concentrated Load
حمل مميز	Characteristic Load
حمل ميت	Dead Load

(خ)

خازوق	Pile

Precast Concrete	خرسانة سابقة الصب
	(د)
Durability	ديمومة
	(ر)
Support	ركيزة
Lateral Support	ركيزة جانبية
Linear Support	ركيزة خطية
	(ز)
Creep	زحف
	(س)
Shear Plane	سطح قص
Drop	سقوط
Thickness	سماكة
	(ش)
Flight	شاحط
Tension	شد
Strip	شريط
Column Strip	شريط عمود
Middle Strip	شريط وسطي
Crack	شق
	(ض)
Crack Control	ضبط التشقق
Compression	ضغط

	(ط)
Topping	

طبقة فوقية	
طنف	Corbel
طول التثبيت	Anchorage Length
طول التثبيت الفعال	Effective Anchorage Length
طول التشريك	Length of Lap
طويل الامد	Long Term
(ع)	
عدم ثبات ، عدم استقرار	Instability
عرض	Width , Breadth
عرض فعال	Effective Width
عزم	Moment
عزم انحناء	Bending Moment
عزم انقلاب	Overturning Moment
عزم العطالة (القصور الذاتي)	Moment of Inertia
عزم مرن	Elastic Moment
عصب	Rib
عقفة	Hook
عمق	Depth
عمق فعال	Effective Depth
عمود	Column
عمود داخلي	Interior Column
عمود ركني	Corner Column
عمود غير مكتف	Unbraced Column
عمود طرفي	Edge Column
عمود قصير	Short Column
عمود مكتف	Braced Column
عمود نحيف	Slender Column
(غ)	
غطاء	Cover
غطاء خرساني	Concrete Cover

Unbraced	غير مكتف
	(ف)
Construction Joint	فاصل انشاء (تشييد)
Failure	فشل
Effective	فعال
Steel	فولاذ
Mild Steel	فولاذ طري
High Yield steel	فولاذ عالي الشد
	(ق)
Partition	قسّام
Shell	قشري
Shear	قص
Shear Friction	قص احتكاك
Punching Shear	قص ثاقب
Torsional Shear	قص لي
Short Term	قصير الامد
Bar	قضيب
Bent-up Bar	قضيب مكسوح
Pile Cap	قلنسوة خازوق
Force	قوة
Axial Force	قوة محورية
	(ك)
Stirrup	كانة
Fatigue	كلال
	(ل)
Eccentricity	لامركزية

Nominal Eccentricity	لاموكزية إسمية
Minimum Eccentricity	لاموكزية دنيا
Plastic	لدن
Torsion	لي

(م)

Spacer	مباعد
Monolithic	متواحد
Bar Bundle	مجموعة قضبان
Cement Content	محتوى الاسمنت
Axis	محور
Principal Axis	محور اساسي
Secondary Principal Axis	محور اساسي ثانوي
Main Principal Axis	محور اساسي رئيسي
Neutral Axis	محور خمول
Elastic	مرن
Allowable	مسموح به
Factor	معامل
Safety Factor	معامل امان
Strength Reduction Factor	معامل خفض المقاومة
Modulus	معاير
Shear Modulus	معاير قص
Modulus of Elasticity	معاير مرونة
Plastic Hinge	مفصل لدن
Fire Resistance	مقاومة الحريق
Characteristic Strength	مقاومة مميزة
Section	مقطع
Gross Section	مقطع اجمالي
Box Section	

مقطع صندوقي	
مقطع عرضي	Cross Section
مقطع متشقق	Cracked Section
ممطولية	Ductility
منشأ	Structure , Construction
منشأ مركب	Composite Structure
موضعي	Local
(ن)	
نحافة	Slenderness
نحافة عرضية	Lateral Slenderness

نحيف	Slender
نسبة معيارية	Modular Ratio
نسبة النحافة	Slenderness Ratio
نظرية خطوط الخضوع	Yield Line Theory
نقطة انعكاس الانحناء	Point of Contra Flexure
(هـ)	
هبوط	Settlement
هبوط متفاوت	Differential Settlement
هيكل	Frame
هيكل انشائي	Structural Frame
(و)	
وصلة	Connection Joint
وصلة قص	Shear Connection

المصادر

1- الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة
اتحاد المهندسين العرب ، الامانة العامة ، دمشق 1977.

2- المواصفات القياسية الاردنية م ق أ/48/1979 ، "اسياخ الفولاذ لتسليح الخرسانة" ، مديرية المواصفات والمقاييس ، وزارة الصناعة والتجارة ، عمان ، المملكة الاردنية الهاشمية ، 1979.

3- المواصفات القياسية الاردنية م ق أ/109/1979 ، "ابعاد قضبان الفولاذ المدلفنة على الساخن : القضبان المستديرة ، مديرية المواصفات والمقاييس ، وزارة الصناعة والتجارة ، عمان ، المملكة الاردنية الهاشمية ، 1979 .

4- مركز بحوث البناء – الجمعية العلمية الملكية ، "المواصفات الفنية العامة للمباني ، المجلد الاول: الاعمال المدنية والمعمارية " ، وزارة الاشغال العامة ، عمان ، الطبعة الاولى ، 1985.

5- ACI Committee 318, " Building Code Requirements For Reinforced Concrete (ACI 318-83)," American Concrete Institute, Detroit, Michigan, U.S.A., 1983.

6- BSI, "British Standard For Structural Use of Concrete, Part 1, Code of Practice for Design & Construction , BS 8110 : Part 1 : 1985 ," British Standard Institution , London , 1985 .

7- BSI , "British Standard For Structural Use of Concrete , Part 2 , Code of Practice for Special Circumstances , BS 8110 : Part 2 : 1985 " , British Standard Institution , London , 1985 .

8- BSI , "code of Practice for the Structural Use of Concrete , Design , Materials & Workmanship , CP 110 : Part 1 : 1972 ," British Standard Institution , (Incorporating Amendments) , May 1977 .

9- BSI, "Supplemantary Regulations to German Standard DIN 1045 (April 1975) , Concrete & Reinforced Concrete Structures : Design and Construction ," Deutscher Normenausschuss , 1975 , Translated By British Standard Institution , 1977 .

10 CEB-FIP, "International Recommendation for the Design and Construction of Concrete Structures," Comite Europeen du Beton-Federation International de la Precontrainte, Paris, 1970.

11- DIN 1045, "Concrete & Reinforced Concrete Design and Construction, " DIN Deutches Institut Fur Normung E.V., 1978.

12- "Manual for the Design of Reinforced Concrete Building Structures," The Institution of Structural Engineers, The Institution of Civil Engineers, October 1985.

13- Park, R. and Paulay, T, "Reinforced Concrete Structures," John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A. 1975.

14- Reynolds C.E. and Steedman, J.C., "Reinforced Concrete Designer`s Handbook ", 'Viewpoint Publication.

15- Wang C. & Salmon C, "Reinforced Concrete Design," Harper & Row , Publishers , Inc New York , U.S.A., Third Edition , 1979 .

وحدات النظام الدولي (SI Units)

والوحدات المستعملة معها

الكمية	الوحدة	الرمز الدولي	الرمز العربي
الطول	متر	m	م
	سنتمتر	cm	سم
	ملمتر	mm	ملم
	كيلومتر	Km	كم
الكتلة	غرام	g	غم
	كيلو غرام	kg	كغم
	طن	T	طن
	ميليغرام	mg	ملغم
الزمن	ثانية	s	ثانية
	دقيقة	min	دقيقة
	ساعة	h	ساعة
	يوم	d	يوم
زاوية مستوية	درجة	°	درجة
	دقيقة	'	دقيقة
	ثانية	"	ثانية
الحجم	لتر	ℓ	لتر
	ميللتر	$m\ell$	مللتر
	متر مكعب	m^3	م3
المساحة	متر مربع	m^2	م2
	مليمتر مربع	mm^2	ملم2
القوة	نيوتن	N	ن

	كيلو نيوتن	kN	كن
الاجهاد	نيوتن/ملمتر مربع	N/mm^2	ن/ملم2
	كيلو نيوتن/متر مربع	kN/m^2	كن/م2
درجة الحرارة	درجة مئوية	°c	°س

معاملات التحويل من النظام المتري الى النظام الدولي

نظام متري		نظام دولي
كيلو غرام قوة	=	9,81 نيوتن
كيلو غرام قوة . متر	=	9,81 نيوتن . متر
كيلو غرام قوة / متر	=	9,81 نيوتن / متر
كيلو غرام قوة / سنتمتر مربع	=	0,0981 نيوتن / ملمتر مربع
كيلو غرام قوة / متر مرع	=	9,81 نيوتن / متر مربع
كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	9,81 نيوتن / متر مكعب
0,102 كيلو غرام قوة .	=	1 نيوتن
0,102 كيلو غرام قوة .متر	=	1 نيوتن . متر
0,102 كيلو غرام قوة /متر	=	1 نيوتن / متر
10,20 كيلو غرام قوة / سنتمتر مربع	=	1 نيوتن / ملمتر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مربع	=	1 نيوتن / متر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	1 نيوتن / متر مكعب

الأسس المتبعة في تبويب وترقيم

كودات البناء الوطني الاردني

أولا : قسمت كودات البناء الوطني الاردني وحسب موضوع البحث الى عدة كودات مختلفة العناوين ، وقد اعطيت كل كودة رقما متسلسلا يميزها عن غيرها من الكودات .

ثانيا : تم تقسيم الكودة الواحدة الى عدة ابواب رئيسية واعطي كل باب رقما متسلسلا ضمن الكودة يميزه عن غيره من الابواب .

ثالثا : قسم كل باب من الابواب المختلفة لكل كودة وبترتيب تنازلي الى ما يلي :-

المادة : ويرمز اليها برقمين مختلفين تفصل بينهما اشارة (/) . ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب الذي تفرعت عنه هذه المادة بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم المادة نفسها .

البند : ويرمز اليه بثلاثة ارقام مختلفة تفصل بين كل اثنين منها اشارة (/) ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب ، ويمثل الرقم الاوسط رقم المادة التي تفرع منها هذا البند بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم البند نفسه .

البند الفرعي : ويرمز اليه بحرف ابجدي موضوع بين قوسين ويكون متفرعا عن البند ويرجع اليه برمز البند مضافا اليه رمز البند الفرعي نفسه .

الفقرة : ويرمز اليها برقم موضوع بين قوسين وتكون الفقرة متفرعة عن البند الفرعي ويرجع اليها بذكر رقم الفقرة نفسها ورمز البند الفرعي التابع لها .