نقابة المهندسين
في الجمهورية العربية السورية

الكود العربي السوري
للجدران الحاملة غير المسلحة في المباني

دمشق ١٩٩٤

مقدمـــة

تحقيقاً لأهداف نقابة المهندسين في الجمهورية العربية السورية في مجال رفع سوية مهنة الهندسة والمشاركة الفعّالة في تقدمها العلمي والهندسي بما يتوافق مع المتطلبات التنموية وذلك في المساهمة بوضع مواصفات وكودات وأنظمة قياسية هندسية ، فقد تم إنجاز الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ الجدران الحاملة غير المسلحة في المباني .

يهدف هذا الكود إلى تحديد الأسس والشروط الواجب توفرها في المباني التي تعتمد جملتها الإنشائية الأساسية على الجدران الحاملة غير المسلحة والمنفذة من مواد صناعية (بلوك اسمنتي أو خرسانة عادية أو مغموسة .... الخ) أو مواد طبيعية (أحجار طبيعية بكافة أصنافها) ويكون متمماً للكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة ويؤمن للمهندس المصمم مجالاً إضافياً لإختيار وتصميم الحل الإنشائي المناسب للجملة الأساسية للبناء تبعاً لنوعيته وخصوصياته وبما يتوافق مع ظروف الموقع والشروط المحلية .

لقد قام فرع نقابة المهندسين في محافظة دمشق بمبادرة طيبة حيث تم وضع ورقة عمل بعنوان نظام الإستخدام الإنشائي للجدران الحاملة غير المسلحة في المباني ، ورغبة من مجلس النقابة في تعميم الفائدة العلمية وتوسيع هذا الإنجاز وتعميقه بحيث يتناول جميع الحلول الإنشائية الممكنة في القطر العربي السوري للجدران الحاملة غير

المسلحة . فقد قام بتكليف لجنة علمية ساهم فيها الزملاء :

م . خالد حمشو

د . أسامة النحاس

د . محمد كرامة بدورة

د . أحمد الحسن

د . رئيف مهنا

د . محمد سليمان نادفي

د . وهيب زين الدين

د . حسن عمقية

م . سعد الخير

م . صياح المصري

م . يوسف حميضة .

مهمتها : إنجاز الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ الجدران الحاملة غير المسلحة في المباني .

أنجزت هذه اللجنة مهمتها وكلّفت الزملاء :

د . محمد كرامة بدورة

د . أحمد الحسن

د . وهيب زين الدين

بإنجاز النسخة الأولى من هذا الكود صياغة نهائية وتدقيقاً وطباعة وإخراجاً .

لقد قرر مجلس النقابة في جلسته رقم ٣٦٦ / د ، تاريخ ٩٤/١/١١

إعتماد الكود العربي السوري في تصميم وتنفيذ الجدران الحاملة غير المسلحة في المباني لكونه يكمّل الكود العربي السوري في تصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة ويُغطي جانباً أساسياً من المنشآت لم يكن هناك أي كود معتمد في القطر لتصميمها وتنفيذها .

نطمح أن يبدأ بالتصميم وفق هذا الكود في القطر العربي السوري في عام ١٩٩٤ وذلك في المجال الذي يشمله .

ونهيب بجميع الجهات أثناء تطبيق هذا الكود إبداء الملاحظات وإرسالها إلى نقابة المهندسين بهدف تطوير الكود دورياً أسوة بالكودات العالمية .

وختاماً بإسم مجلس النقابة أثمن عالياً وأشكر الجهود المبذولة من قبل مجلس فرع دمشق ولجنة المكاتب الهندسية في الفرع وجميع الزملاء وأعضاء اللجان الذين ساهموا في إنجاز هذا الكود إعداداً وتدقيقاً وإخراجاً .

وإن مجلس النقابة إذ يتقدم بهذا الكود الجديد ليأمل أن يكون قد قام بإنجاز يسير من واجبه نحو المشاركة في رفع سوية المهنة وتحقيق أهداف القانون ٢٦ الناظم لمهنة الهندسة في الجمهورية العربية السورية .

نقيب المهندسين

الدكتور غسان طيّارة

محتويـــــات

الكود العربي السوري للجدران الحاملة غير المسلحة في المباني

١- تصنيف الجدران الحاملة ومجال تطبيق واستخدام الكود ٧

١-١- طرائق إنشاء المباني ٧

١-١-١- طريقة الإنشاء الهيكلي ٧

١-١-٢- طريقة الإنشاء باستخدام الجدران الحاملة ٨

١-١-٣- طريقة الإنشاء المختلطة من هيكلية وجدران حاملة ٨

١-٢- تصنيف الجدران الحاملة ٩

١-٢-١- الجدران الحاملة المبنية ٩

١-٢-٢- الجدران الحاملة الخرسانية ١٠

١-٢-٣- الجدران الحاملة ذات التسليح الخفيف ١٠

١-٢-٤- الجدران الحاملة المزدوجة ذات الفراغ ١١

١-٢-٥- الجدران الحاملة المختلطة ١٢

١-٣- الجدران غير الحاملة ١٢

١-٣-١- القواطع ١٢

١-٣-٢- الجدران الداعمة ١٢

١-٤- مجال تطبيق الكود ١٢

١-٥- حدود استخدام الكود ١٤

١-٥-١- مقدمة ١٤

١-٥-٢- وظيفة البناء ١٤

١-٥-٣- التكوين المعماري والفواصل الإنشائية ١٥

٢- خواص المواد المستخدمة في إنشاء الجدران الحاملة ٢٠

٢-١- مواصفات المواد الأولية ٢٠

٢-١-١- مواصفات الإسمنت ٢٠

٢-١-٢- مواصفات الماء ٢٠

٢-١-٣- مواصفات الحصويات ٢٠

٢-١-٤- مواصفات حجر الغمس ٢١

٢-١-٥- مواصفات الغضار ٢١

٢-١-٦- مواصفات الجير ٢٢

٢-٢- تعريف المقاومة الميكانيكية المميزة ٢٢

٢-٣- خواص الأحجار الطبيعية ٢٢

٢-٣-١- الخواص العامة ٢٢

٢-٣-٢- خواص الأحجار الغشيمة ٢٣

٢-٣-٣- خواص الأحجار المشغولة ٢٤

٢-٤- خواص الأحجار الصناعية ٢٤

٢-٤-١- خواص أحجار البلوك الاسمنتي ٢٤

٢-٤-٢- خواص الآجر الغضاري ٢٧

٢-٤-٣- خواص الآجر الرملي الجيري ٢٩

٢-٥- خواص المونة ٣٠

٢-٦- خواص الخرسانة ٣٢

٢-٦-١- خواص الخرسانة العادية ٣٢

٢-٦-٢- خواص الخرسانة المغموسة ٣٤

٣- الإشتراطات الإنشائية للجدران الحاملة والفتحات ٣٧

٣-١- اشتراطات الجمل الإنشائية ٣٧

٣-١-١- توزع العناصر الحاملة في المسقط ٣٧

٣-١-٢- الترتيب الشاقولي للجدران الحاملة ٣٩
٣-٢-اشتراطات خاصة بالجدران الحاملة ٤١
٣-٢-١- الإشتراطات للجدران المبنية من الأحجار الطبيعية ٤١
٣-٢-٢- الإشتراطات للجدران المبنية من الأحجار الصناعية ٤٥
٣-٢-٣- الإشتراطات للجدران الخرسانية ٤٧
٣-٢-٤- تباعدات الجدران الحاملة ٤٩
٣-٢-٥- ارتفاعات الجدران الحاملة ٤٩
٣-٣-اشتراطات خاصة بالجدران الداعمة ٤٩
٣-٤-اشتراطات خاصة بالروابط ٥٠
٣-٤-١- الروابط الشاقولية ٥٠
٣-٤-٢- الروابط الأفقية ٥٥
٣-٤-٣- اتصال السقف بالروابط الأفقية ٥٧
٣-٥-الفتحات في الجدران الحاملة ٦٠
٣-٥-١- الإشتراطات البعدية للفتحات ٦٠
٣-٥-٢- الإشتراطات البعدية للمعات بين الفتحات ٦١
٣-٥-٣- العتبات ٦٣
٣-٦-الحالات الخاصة ٦٣
٣-٧-الحفر والأثلام في الجدران الحاملة والداعمة ٦٣
٤- الإفتراضات الأساسية للتحليل الإنشائي للجدران الحاملة ٦٤
٤-١- تقييم الأفعال ٦٤
٤-٢-طرائق التحليل ٦٤
٤-٣-وضعيات التحميل المختلفة في الحالة العامة ٦٥
٤-٤-حساب البلاطات في المنشآت ذات الجدران الحاملة ٦٥
٤-٥-حساب الأحمال المنقولة الى الجدران الحاملة ٦٥
٤-٦-المقاطع الحرجة لحساب الإجهادات في الجدران الحاملة ٦٩

٤-٧- العتبات في الجدران الحاملة ٧٠
٤-٧-١- اشتراطات العتبات القوسية ٧٠
٤-٧-٢- اشتراطات العتبات الأفقية ٧١
٤-٧-٣- التأثير القوسي للأحمال فوق العتبات ٧١
٤-٨- الحفر والأثلام المسموحة في الجدران الحاملة والداعمة ٧٣
٤-٨-١- إشتراطات عامة ٧٣
٤-٨-٢- الحفر والأثلام الشاقولية ٧٤
٤-٨-٣- الحفر والأثلام الأفقية والمائلة ٧٤
٤-٩- أساسات الجدران الحاملة ٧٦

٥ - الاجهادات المسموحة في عناصر الجدران الحاملة ٧٩
٥-١- مقدمة ٧٩
٥-٢- القيم الأساسية للاجهادات المسموحة للضغط البسيط في الجدران الحاملة . ٨٠
٥-٢-١- حالة الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الطبيعية ٨٠
٥-٢-٢- حالة الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الصناعية ٨٠
٥-٢-٣- حالة الجدران الحاملة الخرسانية ٨٣
٥-٣- تخفيض القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط بسبب التحنيب . ٨٣
٥-٣-١- تعريف نسبة النحافة للجدران الحاملة ٨٣
٥-٣-٢- نسبة النحافة المكافئة للجدران ٨٥
٥-٣-٣- نسبة نحافة اللمعات ٨٦
٥-٣-٤- الاجهادات المسموحة في الضغط مع أخذ تأثير التحنيب بالحسبان ٨٧
٥-٤- الاجهادات المسموحة في حالة الضغط اللامركزي ٨٧
٥-٥- الاجهادات المسموحة في حالة الضغط تحت الأحمال المركزة مباشرة ٨٩

٥-٦- الاجهادات المسموحة في حالة الأحمال الشاقولية وأحمال الرياح ٨٩
٥-٧- الاجهادات المسموحة في الشدّ للجدران الحاملة ٩١
٥-٧-١-حالة الجدران المبنية ٩١
٥-٧-٢-حالة الجدران الحاملة الخرسانية ٩٢
٥-٨- الاجهادات المسموحة في القص للجدران الحاملة ٩٢
٥-٨-١-حالة الجدران الحاملة المبنية من الأحجار ٩٢
٥-٨-٢-حالة الجدران الحاملة المصبوبة من الخرسانة ٩٣

٦- تصميم عناصر الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الطبيعية أو الصناعية ٩٦
٦-١- عموميات ٩٦
٦-٢- حساب مقاطع الجدران الحاملة المبنية الخاضعة لضغط مركزي ٩٧
٦-٣- حساب مقاطع الجدران الحاملة المبنية الخاضعة لضغط لامركزي ٩٧
٦-٤- حساب مقاطع الجدران الحجرية المبنية لمقاومة الزلازل ١٠١
٦-٤-١-مجال استخدام هذه الطريقة في الحساب ١٠١
٦-٤-٢-حساب مقاومة الجدران الحاملة الحجرية في حالة الحدّ الأقصى ١٠١
٦-٤-٣-مراحل الحساب للجدران الحجرية المبنية على الزلازل ١٠٧

٧- تصميم عناصر الجدران الحاملة الخرسانية ١٠٩
٧-١- عموميات ١٠٩
٧-٢- حساب مقاطع الجدران الحاملة الخرسانية الخاضعة لضغط مركزي ١١٠
٧-٣- حساب مقاطع الجدران الحاملة الخرسانية الخاضعة لضغط لامركزي ١١٠
٧-٤- حساب مقاطع الجدران الحاملة الخرسانية لمقاومة الزلازل ١١١
٧-٤-١-مجال استخدام هذه الطريقة في الحساب ١١١
٧-٤-٢-حساب مقاومة الجدران الحاملة الخرسانية في حالة الحدّ الأقصى ١١١

٧ ــ ٤ ــ ٣ ــ مراحل الحساب للجدران الخرسانية العادية أو المغموسة على الزلازل • ١١٢

٨- اشتراطات تنفيذ الجدران الحاملة ١١٣

٨-١- الاشتراطات العامة ١١٣

٨-٢- اشتراطات تنفيذ جدران الحجر الغشيم ١١٤

٨-٣- اشتراطات تنفيذ الجدران الحاملة المبنية من الأحجار المشغولة أو الصناعية ١١٤

٨-٤- اشتراطات تنفيذ الجدران الحاملة المصبوبة الخرسانية ١١٥

٨-٤-١- اشتراطات المواد ١١٥

٨-٤-٢- اشتراطات الصبّ ١١٥

٨-٥- ضبط الجودة للمواد والتنفيذ للجدران الحاملة ١١٦

٨-٦- التسامحات في تنفيذ أبعاد الجدران الحاملة ١١٦

٩- تصميم عناصر المباني ذات الجمل الانشائية المختلطة ١١٨

٩-١- تعاريف ١١٨

٩-٢- عموميات ١١٨

٩-٣- استخدام جدران حاملة من الخرسانة المسلحة لبيت الدرج ١١٩

٩-٤- السماكات الدنيا للجدران الحاملة في الجمل الانشائية المختلطة ١٢٠

٩-٥- اشتراطات يجب مراعاتها لعناصر الجملة المختلطة ١٢١

٩-٦- المباني المكونة من جدران حمالة مرتكزة على جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة ١٢١

٩-٧- المباني من جدران حاملة في الطوابق السفلية والطابق الأخير جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة ١٢٢

٩-٨- الأساسات والجدران الاستنادية لمباني الجمل الانشائية المختلطة ١٢٣

الفصـــل الأول

١- تصنيف الجدران الحاملة ومجال تطبيق وحدود استخدام الكود

١-١- طرائق إنشاء المباني:

توجد من الناحية الانشائية طريقتان لإنشاء المباني الأولى طريقة الإنشاء الهيكلي والثانية طريقة الإنشاء بالجدران الحاملة . وهناك طريقة ثالثة هي مزيج بين الطريقتين ويمكن أن تدعى بالطريقة المختلطة .

١-١-١- طريقة الإنشاء الهيكلي

تتلخص الجملة الإنشائية الهيكلية للمباني بأن الأحمال الشاقولية على البناء تطبق مباشرة على البلاطات وتنقلها البلاطات الى الجوائز والتي تنقلها بدورها الى الأعمدة ثم تنقلها الأعمدة الى الأساسات وأخيراً تنقلها الأساسات الى تربة التأسيس . أما الأحمال الأفقية على البناء فيتمُ نقلها الى الأساسات ثم الى تربة التأسيس عن طريق العمل الهيكلي (الإطاري) أو باستخدام جدران قص أو باستخدام جملة هيكلية مختلطة من إطارات مع جدران قص .

تكون عقد اتصال العناصر الأفقية والشاقولية بالانشاء الهيكلي عقداً صلدة تؤمن نقل عزوم الإنعطاف بين العناصر الأفقية والشاقولية وهكذا ينتج عن الأحمال الشاقولية والأفقية المطبقة على الجملة الهيكلية عزوم انعطاف في العناصر الأفقية كالجوائز أو في العناصر الشاقولية كالأعمدة تؤخذ في الحسبان بصورة مباشرة أو غير مباشرة . وينشأ عن عزوم الانعطاف اجهادات شادّة واجهادات ضاغطة مما يعني ضرورة استخدام مواد إنشاء تستطيع تحمل الاجهادات الشادّة والاجهادات الضاغطة معاً (مثل مادة الخرسانة

المسلحة أو مادة الفولاذ) وذلك عند إنشاء المبنى بالطريقة الهيكلية .

١-١-٢- طريقة الإنشاء باستخدام الجدران الحاملة:

تتلخص الجملة الانشائية للجدران الحاملة بأن الأحمال الشاقولية على البناء تطبق مباشرة على البلاطات وهذه تنقلها مباشرة الى الجدران الحاملة التي تنقلها الى الأساسات ثم تنقلها الأساسات بدورها الى تربة التأسيس . أما الأحمال الأفقية على البناء فيتم نقلها الى الأساسات عن طريق الجدران الحاملة الموازية لاتجاه الأحمال الأفقية والتي تعمل كجدران قص كتلية . وتقوى هذه الجملة عند زيادة الارتفاع بواسطة جدران قص من الخرسانة المسلحة .

يتم في جملة الجدران الحاملة الاستغناء عن الجوائز تقريباً كما أن عقد الاتصال بين العناصر الأفقية (البلاطات) والعناصر الشاقولية (الجدران الحاملة) تكون عقداً شبه مفصلية أي لايتم فيها نقل عزوم إنعطاف كبيرة نسبياً من البلاطات للجدران الحاملة . وهكذا تقوم الجدران الحاملة مقام الأعمدة والجوائز (أي الإطارات) في الجملة الهيكلية . بذلك نحصل على عناصر شاقولية معرضة لقوى محورية ضاغطة بصورة أساسية . وعند تعرض البناء لقوى أفقية كالرياح مثلاً فيصمم البناء بحيث تكون الاجهادات الشادّة الناتجة معدومة أو صغيرة جداً ، بحيث يبقى عمل الجدران الحاملة ضمن حدود لامركزية الضغط الصغيرة . وهكذا يتم تقريباً إلغاء إجهادات الشدّ في البناء (باستثناء البلاطات وبعض العناصر الثانوية كالأعتاب وماشابه) .

ينتج عن ما سبق إمكانية استخدام مواد في الجدران الحاملة تستطيع تحمل إجهادات الضغط فقط مثل مواد الإنشاء التقليدية (كالحجر الطبيعي) أو مواد الإنشاء الحديثة (كالأحجار الصناعية أو الخرسانة العادية أو المغموسة) .

١-١-٣- طريقة الإنشاء المختلطة من هيكلية وجدران حاملة:

مما يعيب طريقة الإنشاء بالجدران الحاملة هو تقييد حرية المعماري وحرية المستثمر بسبب عدم إمكانية السماح بتغيير مواقع الجدران الحاملة بين الطوابق وكذلك منع إزالة الجدران الحاملة المشادّة . ولذا جرى استخدام الطريقة المختلطة حيث يتم فيها إنشاء جزء من البناء بواسطة الجدران الحاملة (وتكون هذه على المحيط في الغالب وفي الأماكن الأخرى التي لايتوقع أن يتم فيها تغييرات معمارية في مواقع الجدران) والجزء الآخر ينشأ بالطريقة الهيكلية .

يمكن أيضاً أن يكون الإختلاط بالاتجاه الشاقولي بحيث تستعمل الجدران الحاملة في الطوابق العليا ثم ترتكز على جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة في الطابق أو الطوابق السفلية . كما يمكن أن يكون الاختلاط بالإتجاهين الأفقي والشاقولي معاً وفي البناء نفسه . وهناك حالة خاصة من الاختلاط تكون فيها الجدران الحاملة بالأسفل ويرتكز عليها أعمدة هيكلية بالطابق الأخير فقط ، على أن هذه الحالة تستدعي لمعالجة خاصة تصميما وتنفيذاً .

١-٢- تصنيف الجدران الحاملة:

يمكن تصنيف الجدران الحاملة وفقاً لمادة الإنشاء وللمقطع العرضي للجدار كما يلي :

١-٢-١- الجدران الحاملة المبنية:

تشمل هذه الجدران تلك المبنية من الأحجار الطبيعية وتلك المبنية من الأحجار الصناعية .

وتقسم الأحجار الطبيعية الى نوعين أساسيين هما :

- **الأحجار الغشيمة** وهي الأحجار المأخوذة من الأرض مباشرة بدون اجراء عمليات تسوية عليها وتتصف باختلاف حجومها وعدم انتظام أو استواء سطوحها كما تكون أسطح التحميل فيها

غير متوازية (إضافة لكونها غير مستوية) .

- **الأحجار المشغولة** وهي الأحجار المأخوذة من الأرض مباشرة أو من المقلع وتم اجراء عمليات تسوية عليها بالوسائل اليدوية أو بالوسائل الآلية (كالمناشر الكهربائية) وتتصف هذه الأحجار بتقارب حجومها وانتظام واستواء معظم سطوحها (مثل السطح الخارجي في الواجهات حيث يمكن أن يحوي بعض المعالجات المعمارية) كما تكون أسطح التحميل فيها متوازية .

كما تقسم الأحجار الصناعية الى ثلاثة أنواع أساسية هي :

- **الحجر الإسمنتي** وهو ما يعرف بالبلوك الاسمنتي وهو عملياً نوع من الخرسانة العادية المسبقة الصنع الذي يكون عادة بشكل متوازي مستطيلات .

- **الآجر الفضاري** ويصنع من الغضار المشوي في الفرن .

- **الآجر الرملي الجيري** ويصنع من مزج الرمل والجير ثم الشوي في الفرن . ← الطين

وتتصف الأحجار الصناعية بتقارب حجومها وانتظام واستواء سطوحها كما تكون أسطح التحميل فيها متوازية .

١-٢-٢- الجدران الحاملة الخرسانية:

تشمل الجدران الحاملة الخرسانية الجدران المصبوبة من الخرسانة العادية والجدران المصبوبة من الخرسانة المغموسة .

١-٢-٣- الجدران الحاملة ذات التسليح الخفيف :

يقصد بالجدران الحاملة ذات التسليح الخفيف ، الجدران الحاملة الخرسانية التي تحتوي على نسب تسليح شاقولية وأفقية أو نسب تسليح أفقية تقل عن النسب الدنيا الواردة في الكود العربي السوري

للخرسانة المسلحة . كما يمكن أن يقصد بها الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الصناعية والحاوية على روابط شاقولية وأفقية من الخرسانة المسلحة والمقواة إضافة لذلك بتسليح أفقي بين المداميك .

يمكن عند استخدام الجدران الحاملة ذات التسليح الخفيف تجاوز الاشتراطات الواردة في هذا الكود والمتعلقة بحدود الاستخدام والمواصفات البعدية والتصميم الانشائي شريطة أن يتم تبرير ذلك إنشائياً وحسابياً استناداً الى أحد الكودات العالمية المعروفة التي تحوي اشتراطات واضحة في هذا المجال . ويبقى القبول بهذا الإجراء من صلاحيات السلطة المختصة بالموافقة والترخيص . وفي حال عدم وجود مثل هذا التبرير ، فإن كافة الاشتراطات الواردة في هذا الكود تصبح واجبة التطبيق .

١-٢-٤- الجدران الحاملة المزدوجة ذات الفراغ:

من أجل تأمين عازلية حرارية جيدة في الجدران الخارجية يمكن استخدام الجدران المزدوجة ذات الفراغ ، حيث يتألف الجدار من شريحتين شاقوليتين يفصل بينهما فراغ هوائي بسمك ٥ - ١٠ سم . يمكن أن تكون الشريحتان حاملتين للسقف كما يمكن أن تكون أحدهما فقط (الشريحة الداخلية) هي الحاملة . ويمكن أن تكون الشريحتان من مادة واحدة كما يمكن أن تكونا من مادتين مختلفتين .

إضافة للعازلية الحرارية الجيدة يتم استخدام الجدران الحاملة ذات الفراغ أحياناً من أجل الحصول على وجه خارجي للجدار المزدوج يحقق بعض الاعتبارات الجمالية المعمارية ، كأن تكون الشريحة الداخلية من الجدار الخارجي المزدوج من الحجر الغشيم أو من البلوك الإسمنتي بينما تكون الشريحة الخارجية من الأحجار الطبيعية المشغولة التي تتم معالجة سطحها الخارجي في الواجهات لتعطي شكلاً معمارياً جميلاً .

١-٢-٥- الجدران الحاملة المختلطة :

يتألف الجدار الحامل المختلط من مادتين أو أكثر من مواد الجدران الحاملة موجودتين بالمقطع العرضي نفسه للجدار ، فمثلاً يمكن أن تكون الشريحة الخارجية من الحجر الطبيعي المشغول والشريحة الداخلية للجدار من الخرسانة العادية أو المغموسة . بذلك يمكن القول أن هذه الجدران المختلطة شبيهة بالجدران الحاملة ذات الفراغ وإنما تكون فيها الشريحتان الداخلية والخارجية ملتصقتين .

١-٣- الجدران غير الحاملة :

١-٣-١- القواطع:

تعرف القواطع بأنها جدران غير حاملة وهي مستخدمة لأسباب غير إنشائية ولاتحمل سوى وزنها الذاتي ومن طابق واحد فقط .

لايطبق هذا الكود على القواطع حتى لو كانت من مادة الجدران الحاملة وطبيعتها نفسها ، ولاترسم القواطع في المخططات الإنشائية

١-٣-٢- الجدران الداعمة :

تعرف الجدران الداعمة بأنها جدران تدعم الجدران الحاملة ضد التحنيب كما تساهم في مقاومة القوى الأفقية ولكنها لاتساهم في تحمل الأوزان الشاقولية ، إذ أنها لاتحمل من الأوزان الشاقولية سوى وزنها الذاتي ولطابق واحد فقط ، وتكون هذه الجدران مفصولة عن السقف الذي يعلوها باستعمال مادة مناسبة .

١-٤- مجال تطبيق الكود :

١-٤-١- يطبق هذا الكود في حساب العناصر الإنشائية الأساسية التي يقع

على عاتقها نقل الأحمال الشاقولية والأفقية المطبقة على البناء بدءاً من ارتكاز البلاطات (أو الجوائز في حال وجودها) ثم الجدران الحاملة والداعمة وأخيراً الأساسات المستمرة فوق تربة التأسيس المناسبة شريطة أن تكون مصنوعة من مواد الجدران الحاملة المذكورة في هذا الكود .

١-٤-٢- لايطبق هذا الكود في حساب العناصر الإنشائية من الخرسانة المسلحة في حال وجودها حتى ولوكانت جدران حاملة بل يطبق عليها الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

١-٤-٣- أيضاً لايطبق هذا الكود على مواد الإنشاء الضعيفة نسبياً كاللبن (آجر ترابي يجفف بالشمس) أو اللبن المقوى بالخشب نظراً لثبوت ضعف مقاومة المباني المنشأة من هذه المادة للهزات الأرضية وخاصة إذا زاد الإرتفاع عن طابق واحد وكذلك لتأثر هذه المادة الشديد بالمياه مما يستلزم صيانة دورية لها (كل عام تقريباً) مع استخدام الحجر من الأساس وحتى ارتفاع متر تقريباً فوق سطح الأرض .

١-٤-٤- عند استخدام الإنشاء بالطريقة المختلطة فيتم تطبيق هذا الكود على الجزء المنشأ بالجدران الحاملة بينما يتم تطبيق الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة على الجزء المنشأ بالطريقة الهيكلية .

١-٤-٥- لايشمل هذا الكود أية اشتراطات تتعلق باستخدام مواد الجدران الحاملة (كالأحجار الطبيعية والصناعية أو الخرسانة) كعناصر سقفية منحنية أو مكسرة معرضة لأحمال لاتقع في مستويها ، ويبقى استخدام مثل هذه الجمل على مسؤولية المهندس المصمم والمنفذ وفق القوانين المرعية ، ويتحمل المهندس المصمم في هذه الحالة مسؤولية تبرير الجملة المعتمدة حسابياً وإنشائياً بالطرائق التحليلية أو التجريبية وبالإستناد الى الأسس العلمية الصحيحة وبالشكل الذي تقبل به السلطة المختصة بالموافقة والترخيص .

١-٤-٦ يفترض هذا الكود أن العناصر السقفية (بلاطات أو جوائز أو ماشابهها) منفذة من مواد أخرى مناسبة (خرسانة مسلحة أو فولاذ أو خشب ... الخ) ، وإن جملة العناصر السقفية هذه مستقرة توازنياً ومبررة حسابياً وموضحة تصميمياً استناداً الى الأنظمة والإشتراطات والكودات المعمول بها والمقبولة من السلطة المختصة والتي يخضع لها استخدام هذه المواد إنشائياً .

١-٤-٧- عند استخدام عناصر من الخرسانة المسلحة بشكل مشترك مع الجدران الحاملة (كالعتبات أو الأعمدة المخفية أو غيرها) فيطبق عليها الإشتراطات الخاصة بها والواردة في هذا الكود بالإضافة الى الإشتراطات الخاصة بتصميم عناصر الخرسانة المسلحة وفقاً للكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

١-٥- حدود استخدام الكود :

١-٥-١-مقدمة

لايسمح باستخدام الجدران الحاملة غير المسلحة والواردة في البند (١-٢) والخاضعة لهذا الكود إلا في المباني التي تحقق حدود الاستخدام الواردة في هذه الفقرة . وفي حال تجاوز أي من هذه الحدود فإن اشتراطات هذا الكود تعد غير كافية مبدئياً لتحقيق المتانة الإنشائية للمبنى . وفي هذه الحالة ، يجب أن يتقدم المهندس المصمم بدراسة إنشائية خاصة بالاستناد الى الأسس العلمية والهندسية الصحيحة والمعتمدة الى أحد الكودات العالمية التي تحوي اشتراطات واضحة في هذا المجال . في جميع الأحوال يبقى القبول بها من صلاحيات السلطة المختصة بالموافقة والترخيص .

١-٥-٢- وظيفة البناء :

آ- يجب أن يكون الغرض من البناء سكنياً أو تجارياً (مكاتب) أو ما شابه ذا استخدام عادي وأن لاتتجاوز الحمولات الحيّة في أي جزء منه

$500\ kgf/m^2$ ، وبالتالي لايشمل ذلك الأبنية ذات الاستخدام الجماهيري أو المشتملة على قاعات أو صالات أخرى مفتوحة تلزم أبعادها الفراغية اعتماد عناصر حاملة تتجاوز ارتفاعاتها أو المسافات بينها الحدود التي سترد في الفصول اللاحقة من هذا الكود .

ب - وبشكل خاص لايجوز تطبيق اشتراطات هذا الكود في الأبنية التي يفرض استخدامها الوظيفي اختلافاً جذرياً في توزيع العناصر الإنشائية الحاملة بين الطوابق المختلفة بحيث يخل ذلك باستمرار الجملة الحاملة بالإتجاه الشاقولي .

جـ - يمكن في بعض الحالات الخاصة (الأبنية المعدة للاستخدام الصناعي الخفيف أو الجوامع أو الكنائس أو ماشابهها) استخدام جدران حاملة خارجية محيطية مع جملة داخلية هيكلية أو مختلطة . وتطبق على هذه الجدران الشروط الواردة في هذا الكود إضافة الى الاشتراطات الخاصة بالجمل المختلطة .

١-٥-٣- التكوين المعماري والفواصل الإنشائية:

آ- يجب أن تكون كتلة البناء منتظمة قدر الإمكان (مربعة أو مستطيلة) ، وفي حال الضرورة يمكن القبول بالأشكال غير المنتظمة جزئياً لكتلة البناء في المسقط كما هو موضح بالشكل رقم (١-١) شريطة تحقق الاشتراطات الواردة في الفصل الثالث البند (٣-١-١) .

ب - عند استخدام كتل بناء بشكل T أو ـــا أو U أو H أو ماشابهها ، فيجب تأمين فواصل نظامية بحيث يقسم البناء بين هذه الفواصل الى كتل مستطيلة الشكل كما هو موضح بالشكل رقم (١ - ٢) .

جـ - يجب أن لايتجاوز طول كتلة البناء المنفردة ثلاث مرات ونصف عرضها لأسباب زلزالية ، وفي حال تجاوز ذلك يجب فصل الكتلة الى عدة أجزاء تحقق هذا الشرط وبفواصل نظامية (تمدد أو هبوط حسب الحال) ، وذلك لضمان عدم وجود تفاوت كبير في خصائص الصلادة

في كل جزء من المنشأ في اتجاهي المحاور الرئيسية .

د - في جميع الأحوال ، يجب استخدام فواصل نظامية (تمدد أو هبوط حسب الحال) بحيث لايتجاوز البعد الأكبر لأي جزء منفصل من كتلة البناء في المسقط ثلاثين متراً .

هـ - لايسمح بالفواصل المتعرجة ويجب أن يكون الفاصل بشكل خط مستقيم كما هو موضح بالشكل (١-٣) .

و - يجب أن لايزيد الارتفاع الكلي للبناء عن 24 متر مقاساً من وسطي منسوب الأرصفة المحيطة أو الأرض المجاورة حتى المنسوب الإنشائي للسطح العلوي لبلاطة الطابق الأخير دون حساب الجزء العلوي من بيت الدرج أو المصعد . أما اذا كان القبو مكشوفاً من جانب أو أكثر ، فيحسب الارتفاع من منسوب الوجيبة المجاورة .

ز - يجب أن لايزيد عدد الطوابق في البناء عن سبعة بما فيها القبو شريطة اعتماد الترتيبات الإنشائية اللازمة لإكساب البناء المقاومة الكافية ضد الأحمال الجانبية (الرياح والزلازل) كما سيرد في بنود لاحقة .

ح - يجب أن لايزيد ارتفاع أي طابق أو أي جزء منه عن 4.25 متر ، ويحسب الارتفاع مساوياً الى المسافة الشاقولية بين السطحين العلويين لكل بلاطتين متتاليتين قبل الاكساء .

ط - لايسمح بالتراجعات الحرة في المسقط في الطوابق السفلية بالنسبة للطوابق التي تعلوها إلا إذا تحققت الشروط الخاصة بذلك والواردة في الفصل الثالث البند (٣-١-٢) ، راجع الشكل رقم (١-٤).

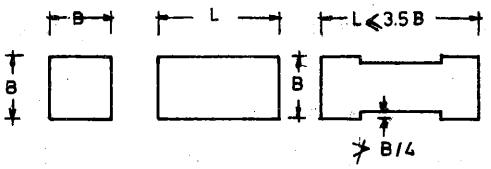
ي - يسمح بالتراجعات في المسقط في الطوابق العلوية بالنسبة للطوابق الواقعة تحتها على أن يكون التراجع تدريجياً وعلى ألا تتجاوز مساحة التراجع 25% من مساحة الطابق الواقع تحتها وبما

لايتعارض مع ما سيرد في الفصل الثالث ، البند (٣-١-٢) . يمكن تجاوز هذا الشرط في حال وجود فاصل شاقولي عند خط التراجع .

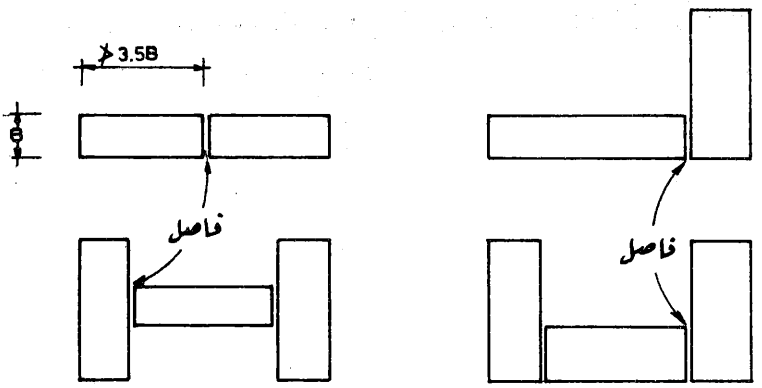
ك ـ يجب أن تستوفى الشروط المتعلقة بتوزيع العناصر الحاملة في المسقط من جدران حاملة وأعمدة وفق ما سيرد في البند (٣-١) من الفصل الثالث بما يحقق الصلادة الكافية للبناء تحت تأثير القوى الأفقية الطارئة .

ل ـ يجب أن تحقق أبعاد وترتيبات الجدران الحاملة والداعمة والمواصفات البعدية لها من حيث السماكة أو الارتفاع الشروط الواردة في البندين (٣-٢) و (٣-٣) من الفصل الثالث .

م ـ يجب أن تحقق الفتحات في الجدران الحاملة الشروط الواردة في البند (٣-٥) من الفصل الثالث .



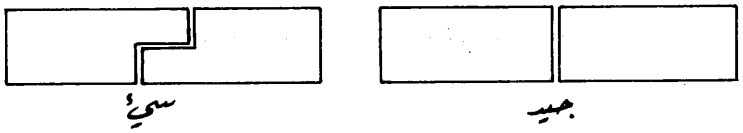
الشكل (١-١) مسقط مقبول للبناء



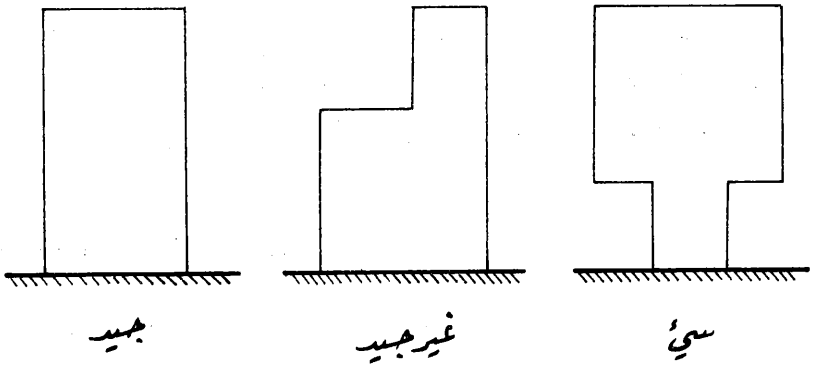
الشكل (١-٢)

تقسيم مساقط البناء الأفقية غير المرغوبة

إلى مساقط مقبولة



الشكل (١-٣) شكل الفاصل



الشكل (١-٤) واجهات شاقولية للمباني

الفصل الثاني

٢ - خواص المواد المستخدمة في إنشاء الجدران الحاملة

٢-١- مواصفات المواد الأولية:

٢-١-١- مواصفات الإسمنت:

يكون الإسمنت من النوع البورتلندي العادي ويكون مطابقاً للمواصفات الخاصة به والمعتمدة من قبل السلطة المختصة (على سبيل المثال : المواصفة القياسية السورية رقم ٤٣) ولاتستخدم الأنواع الأخرى إلا بموجب دراسة خاصة .

٢-١-٢- مواصفات الماء:

يجب أن يكون الماء المستخدم نقياً وسليماً وخالياً من الأوساخ أو النفايات العضوية والمواد الكيماوية الضارة . وبشكل عام يجب أن يكون الماء مطابقاً للمواصفات المطلوبة للأعمال الخرسانية والمعتمدة من قبل السلطة المختصة ، ويعتبر الماء الصالح للشرب مقبولاً للاستعمال في جميع الأغراض التي يلزم استعمال الماء بها بموجب هذه الإشتراطات .

٢-١-٣- مواصفات الحصويات:

أ ـ تكون الحصويات من الرمل والبحص .

ب ـ يجب أن تكون الحصويات ناتجة عن تكسير الحجر الجيري (الكلسي) القاسي الذي لاتقل مقاومة مادة الحجر الأصلية له عن 150 kgf/cm^2 أو من المواد الموجودة في الطبيعة كرواسب الأنهار والسيول على أن تكون خالية من الأتربة والغضار والمواد العضوية وغيرها من الشوائب التي تؤدي الى ضعف في المتانة أو الى الإضرار بتماسك الخلطة أو الى التفاعل الضار مع الإسمنت أو الماء . وبشكل عام يجب

أن تكون الحصويات مطابقة للمواصفات المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة والمعتمدة من السلطة المختصة . وعلى الأخص يجب أن لاتزيد نسبة المار من منخل (200) عن (5%) من وزن الرمل .

جـ ـ يمكن تقسيم الرمل بالنظر لحجم حبيباته الى قسمين :

- **رمل ناعم** وهو الذي لايزيد أكبر بعد له عن (1) مم .

- **رمل خشن** وهو الرمل المحصور أساساً بين (1) مم و (5) مم .

د ـ كما يمكن تقسيم البحص بالنظر لحجم حبيباته الى قسمين أيضاً :

- **بحص ناعم** وهو المحصور أساساً بين (5) مم و (15) مم .

- **بحص خشن** وهو المحصور أساساً بين (15) مم و (25) مم .

٢-١-٤- مواصفات حجر الغمس:

أ ـ ينطبق الشرط (ب) من اشتراطات الحصويات أعلاه على حجر الغمس .

ب ـ يقسم حجر الغمس (من ناحية الحجم) الى النوعين التاليين :

- **حجر صغير** هو الحجر الذي لايزيد أكبر بعد له عن (75) مم

- **حجر كبير** هو الحجر الذي لايزيد أكبر بعد له عن (250) مم

جـ ـ يمكن استخدام الأحجار الموجودة في الطبيعة بالأبعاد السابقة كأحجار غمس دون أية عملية تكسير أو تصنيع شريطة خلوها من الغبار والشوائب والمواد العضوية وأن يكون سطحها الخارجي خشناً.

٢-١-٥- مواصفات الفضار :

يجب أن يكون الفضار المعد لصنع الآجر من النوع الصافي ذو الحبيبات الناعمة التي تمر من منخل (200) ، كما يجب أن يكون

خالياً من المواد العضوية أو الشوائب وذو مادة متجانسة .

٢-١-٦- مواصفات الجير (الكلس) :

يكون الكلس (الجير) المستخدم مع الإسمنت والرمل في أعمال المونة مطابقاً للمواصفة القياسية السورية رقم (٣٢٩)

٢-٢- تعريف المقاومة الميكانيكية المميّزة:

تعرف المقاومة الميكانيكية المميّزة على الضغط لمادة ما بأنها المقاومة للضغط حتى الكسر التي لايمكن أن يزيد عدد العينات المحتمل أن تنخفض مقاومتها عن المقاومة المميزة بأكثر من (10%) وفقاً للمعايير الإحصائية .

في حالة عدد محدود من العينات (3 - 5) عينات ، يكون من الصعب تطبيق المعايير الإحصائية بشكل سهل ودقيق ، ولذا سيتم في هذا النظام اعتماد التعريف المبسط التالي الذي يعطي قيمة (عملية) للمقاومة الميكانيكية المميّزة (النظرية) التي تحسب وفقاً للتعريف السابق والمعايير الإحصائية الدقيقة .

اعتماداً على ماسبق ، يفترض أن (المقاومة الميكانيكية المميّزة) لمادة ما هي (90%) تسعون بالمائة من متوسط مقاومات خمس عينات من المادة تضغط حتى الكسر وبشرط أن لاتقل مقاومة أي من العينات الخمس عن (80%) من المقاومة المميّزة .

٢-٣- خواص الأحجار الطبيعية:

٢-٣-١- الخواص العامة:

أ - يجب أن تكون الأحجار الطبيعية من النوعية القاسية الخالية من العروق الترابية ، كما يجب أن لاتتأثر بالماء أو بالتجمد .

ب - يمكن أن تكون الأحجار الطبيعية كلسية قاسية (جيرية) أو رملية

أو بازلتية أو غرانيتية أو ماشابه .

جـ — يجب أن لاتقل المقاومة الميكانيكية المميزة على الضغط لمادة الحجر عن (150) كغ / سم٢ .

د — تقاس المقاومة الميكانيكية المميّزة لمادة الحجر بكسر خمس عينات موشورية (10x10x20) سم أو اسطوانية قطر (10) سم وارتفاع (20) سم على الضغط وفقاً للتعريف الوارد في البند (٢ -٢) . ويمكن أخذ فكرة عن المقاومات الميكانيكية المميزة المحتملة لبعض أنواع الأحجار من الجدول (٢ - ١) .

الجدول (٢ - ١)

المقاومات الميكانيكية المميزة لبعض الأحجار الطبيعية

نـــــوع الحجـــر الطبيعـــي	المقاومة المميزة كـغ / سم٢
- حجر كلسي - طفل بركاني	150
- أحجار رملية طرية مع رابط غضاري وماشابه	250
- أحجار رملية كثيفة والدولوميت (بما فيه الرخام) والبازلت والحجر الكلسي القاسي وماشابه	400
- الأحجار الرملية الكوارتزية	600
- الأحجار الغرانيتية	900

هـ — يجب أن يذكر على المخططات الإنشائية نوعية الحجر الواجب استخدامه ومقاومة مادته المميّزة طبقاً للجدول (٢ - ١) .

٢-٣-٢- خواص الأحجار الغشيمة:

أ — عندما تتوفر في الطبيعة أحجار طبيعية بأحجام مناسبة للبناء (من

ناحية الأبعاد والوزن) بدون أي تصنيع فتسمى أحجار غشيمة .

ب ـ لاتقل أبعاد الأحجار الغشيمة التي ستستخدم في الجدران الحاملة عن (20) سم .

جـ ـ يجب أن تكون سطوح الأحجار خالية من التراب والغبار والشوائب .

٢-٣-٣- خواص الأحجار المشغولة:

آ ـ تستخرج من المقالع بشكل كتل كبيرة ثم يجري تقسيمها لأحجام مناسبة للبناء من ناحية الأبعاد والوزن . إذا تم التقسيم بواسطة المناشر الآلية يسمى الناتج **الحجر المنشور** أما إذا كان يدوياً مع الأدوات المناسبة فيسمى **بالحجر المنحوت** . وإذا أجريت معالجة معمارية خاصة بالحجر المشغول فيسمى **حجر معالج** (مثل الحجر الصوري أو البوشاردة ..... الخ) .

ب ـ يجب أن تحقق جميع الأحجار الغرض المطلوب في التصميم .

جـ ـ يكون الوجهان الأفقيان (بعد البناء) الناقلان للأحمال عبرهما مستويين ومتوازيين .

د ـ تكون حواف الأحجار سليمة وغير متكسرة .

هـ ـ تكون الأحجار التي ستستخدم في مدماك واحد ذات ارتفاعات متساوية .

٢-٤- خواص الأحجار الصناعية:

٢-٤-١- خواص أحجار البلوك الإسمنتي:

آ ـ تتألف وحدات البناء المصنعة من البلوك الإسمنتي التي يسمح باستخدامها في الجدران الحاملة أو الداعمة من وحدات مصمتة (مليئة) أبعادها بحدود (40x20) سم^2 ، ولاتقل سماكتها عن (20) سم .

ب ـ لايسمح باستخدام وحدات البلوك الإسمنتي المفرغة في الجدران الحاملة أو الداعمة .

جـ ـ تتألف المواد الأولية للبلوك الإسمنتي من الإسمنت والماء والحصويات (رمل ناعم + رمل خشن + بحص ناعم) ويتم تصنيعه وفق طريقة تصنيع الخرسانة مع التركيز على استخدام نسبة (ماء / اسمنت) منخفضة لاتزيد على 45% .

د ـ تقاس المقاومة الميكانيكية لأحجار (أو وحدات) البلوك الإسمنتي بمقاومة الضغط بعد (28) يوماً من التصنيع وفق تجربة الكسر على خمس عينات من وحدات البلوك تضغط بالوسائل المخبرية الميكانيكية وبحيث يكون الضغط مطبقاً على السطح العلوي بعد وضعها بين فكي جهاز الكسر بالوضعية نفسها التي سيتعرض لها في المنشأة . وتعتمد مقاومة البلوك الميكانيكية المميّزة من نتائج الكسر وفقاً للتعريف الوارد في البند (٢ - ٢) .

هـ ـ يمكن اعتماد المقاومات الميكانيكية المميزة الواردة في الجدول (٢ - ٢) بالنسبة لأحجار البلوك المصنعة وفق الخلطات الموضحة بالجدول نفسه .

الجدول (٢ - ٢)

المقاومات الميكانيكية المميزة الإسمية للبلوك الإسمنتي

النوع	المقاومة المميزة كغ / سم٢	كمية الإسمنت كغ للمتر المكعب	نسبة الماء للاسمنت وزناً	النسب الوزنية للحصويات		
				رمل ناعم	رمل خشن	بحص ناعم
عادي	75	200	50%-45%	30%	30%	40%
أول	100	250	45%-40%	25%	25%	50%

إن كمية الإسمنت هذه هي لكل (1200) ليتر من مزيج الحصويات في حال العيارات الحجمية أو لكل (1800) كغ من مزيج الحصويات

في حال العيارات الوزنية .

و — لاتستخدم في الحساب الإنشائي المقاومات الميكانيكية المميّزة التي تزيد على (100) كغ / سم^2 إلا بعد إجراء تجارب خاصة للخلطات المناسبة تتم بشكل مسبق وتحت إشراف مهندس مختص وتستخدم فيها نماذج عن المواد المراد استخدامها في التصنيع . يصنع خلال هذه التجارب ما لايقل عن عشر عينات بالشروط المتوقعة نفسها عملياً وتجرب على الكسر بعد (28) يوماً . ولكي تُعدّ الخلطة مقبولة يجب أن لايقل وسطي كسر العينات عن (1.20) X المقاومة المميزة المعتمدة في الحساب ، كما لايجوز أن يزيد عدد العينات التي تقل مقاومتها الفعلية على الكسر عن المقاومة المميزة المعتمدة عن واحدة من أصل العشرة ، وفي هذه الحالة يجب أن لاتقل كمية الإسمنت لكل (1200) ليتر من مزيج الحصويات ، أو (1800) كغ في حال العيارات الوزنية عن (250) كغ .

ز — يجب أن تحدد على المخططات الإنشائية المقاومة المميزة المعتمدة للبلوك الإسمنتي المستخدم في الجدران الحاملة ، بالإضافة الى ذلك تحدد كمية الإسمنت الدنيا اللازمة لكل (1200) ليتر (1800) كغ من مزيج الحصويات . وعند استخدام مقاومة مميزة تزيد على (100) كغ/سم^2 فيجب أن تبين كامل مواصفات واشتراطات الخلطة المعتمدة بما في ذلك النسبة القصوى المسموح بها للماء/الإسمنت وزناً .

ح — في حال إنتاج أحجار البلوك الإسمنتي في معمل مختص فيمكن الاستغناء عن التجارب المبينة أعلاه إذا كان المعمل يحتفظ بسجلات موثوقة لتجارب نظامية اجريت على عينات للخلطات المستخدمة لمدة تسعين يوماً مستمرة على الأقل ولايقل عدد العينات عن ثلاثين . ويمكن اعتماد المقاومة المميّزة والخلطة المناسبة لها إذا تبين من خلال هذه السجلات أن المتوسط الحسابي لنتائج هذه العينات لايقل عن (1.20) X المقاومة المميّزة ، وأن نسبة عدد العينات التي انخفضت

مقاومتها عن المقاومة المميّزة لاتزيد على (10%) وأن لاتقل مقاومة أي من العينات عن (80%) من المقاومة المميّزة .

ط ـ لاتزيد المقاومة المميّزة المعتمدة في الحساب عن (200) كغ/سم^2 مهما كانت مواصفات وحدات (أحجار) البلوك المستخدمة .

ي ـ يجب مراعاة الشروط التالية أثناء تصنيع وحدات البلوك الإسمنتي:

- (ي - ١) : تصنع وحدات البلوك الإسمنتي بواسطة الرج أو الإهتزاز الميكانيكي ولايسمح بالدك العادي فقط .

- (ي - ٢) : يحتفظ بالوحدات رطبة بشكل مستمر تماماً لفترة لا تقل عن (15) يوماً بعد تماسكها وتزاد هذه الفترة الى (25) يوماً في أيام الصيف التي تزيد فيها درجة الحرارة عن (35) درجة مئوية .

- (ي - ٣) : ترفض وحدات البلوك المعطوبة ذات الحواف المتكسرة أو ذات الأوجه غير المستوية أو غير المتوازية .

٢-٤-٢- خواص الآجر الفضاري:

أ ـ تتراوح المقاومة الميكانيكية المميّزة للآجر الفضاري على الضغط حتى الكسر بين (75) كغ/سم^2 للنوع العادي و (100) كغ/سم^2 للنوع الأول و (150) كغ/سم^2 للنوع الممتاز ، وتقاس المقاومة الميكانيكية المميّزة لوحدات الآجر الفضاري بمقاومة الضغط حتى الكسر لخمس وحدات من الآجر تضغط بالوسائل المخبرية الميكانيكية وبحيث يكون الضغط مطبقاً على السطح العلوي للوحدة بعد وضعها بين فكيّ جهاز الكسر بالوضعية نفسها التي ستتعرض بها للأحمال في المنشأة . تعتمد مقاومة الآجر المميّزةوفقاً للتعريف الوارد في البند (٢ - ٢) .

ب ـ يجب أن يكون الآجر الفضاري من النوع المصمت أو ما في حكمه .

ويعتبر في حكم المصمت الآجر الغضاري المثقب الذي لاتزيد نسبة مساحة الثقوب فيه عن (20%) من مساحة المقطع العرضي للآجرة . ويتراوح الوزن الحجمي لهذا الآجر الغضاري بين (1400) و (2200) كغ / م^3 .

جـ ـ إن القياسات المألوفة للآجر الغضاري بالسنتمتر هي :

5x10x21

5.5x11x23

5.5x12x25

5.5x13x27

6x12x25

د ـ يجب أن تكون وحدات الآجر ذات سطوح خارجية مستوية تماماً ولها أحرف مستقيمة وأشكال منتظمة وخالية من الشقوق والكسور والحفر وأن تكون في مظهرها الخارجي متجانسة دون أن يتخللها أية مادة غريبة كالجير مثلاً ، كما يجب أن تكون وحدات الآجر قاسية وغير قابلة للتفتت .

هـ ـ يجب أن يتحمل الآجر التبدلات الحرارية من (15-) حتى (20+) درجة مئوية دون أن يظهر عليه أي تشقق . أما التنسيمات الشعرية السطحية فيمكن السماح بها .

و ـ من الممكن تصنيع الآجر الغضاري بالطريقة التالية :

- (و - ١) : يجبل الغضار بالماء جيداً ثم يوضع المجبول داخل قوالب خاصة نموذجية ذات أبعاد ثابتة ومستطيلة الشكل وغير قابلة للتشوه ، ويجري إملاء القوالب تماماً .

- (و - ٢) : توضع القوالب في مكان ظليل ، بعيداً عن أشعة الشمس ليتم تجفيفها جيداً .

- (و - ٣) : بعد أن يجف الآجر ضمن القوالب يوضع في الفرن مستنداً على سطحه الأصفر وبشكل صفوف يتخللها ممرات لدخول الهواء واللهب . ويوضع أيضاً في الممرات بين صفوف الآجر كميات من الفحم النباتي المفتت .

- (و - ٤) : تتراوح درجة الحرارة اللازمة لتأمين عملية الشيّ الجيدة بين (900) و (1200) درجة مئوية .

- (و - ٥) : تستمر عملية الشيّ حتى يحقق الآجر الناتج الاشتراطات التي سبق ذكرها .

ز - يجب أن يحقق الآجر المواصفات المحددة من قبل السلطة المحلية فإن لم تتوفر ، فعلى المعمل الصانع ضمان تطبيق احدى المواصفات العالمية وخاصة من حيث المقاومة المطلوبة على الضغط وقابلية الآجر على امتصاص الماء ضمن النسب الدنيا والعظمى المقبولتين .

٢-٤-٣- خواص الآجر الرملي الجيري:

أ - تتراوح المقاومة الميكانيكية المميّزة للآجر الرملي الجيري على الضغط حتى الكسر بين (75) كغ/سم^2 للنوع العادي و (100) كغ/سم^2 للنوع الأول و (150) كغ/سم^2 للنوع الممتاز . وتقاس المقاومة الميكانيكية المميّزة لوحدات الآجر الرملي الجيري بمقاومة الضغط حتى الكسر لخمس وحدات من الآجر تضغط بالوسائل المخبرية الميكانيكية وبحيث يكون الضغط مطبقاً على السطح العلوي للوحدة بعد وضعها بين فكيّ جهاز الكسر بالوضعية نفسها التي ستتعرض بها للأحمال في المنشأة . تعتمد مقاومة الآجر المميّزة وفقاً للتعريف الوارد في البند (٢ - ٢) أعلاه .

ب - يجب أن يكون الآجر الرملي الجيري من النوع المصمت أو ما في حكمه ، ويُعدّ في حكم المصمت الآجر الرملي الجيري المثقب الذي لاتزيد نسبة مساحة الثقوب فيه عن (20%) من المساحة الكلية

للآجرة . ويتراوح الوزن الحجمي لهذا الآجر بين (1400) و (2200) كغ / م^3 .

جـ ـ إن بعض المقاسات المألوفة لهذا النوع من الآجر هي : (25x12x6) سم و (25x12x8) سم .

د ـ يجب أن تكون وحدات الآجر الرملي الجيري ذات سطوح مستوية تماماً ولها أحرف مستقيمة وأشكال منتظمة وخالية من الشقوق والكسور والحفر وأن تكون في مظهرها الخارجي متجانسة لايتخللها أية مادة غريبة ، كما يجب أن تكون قاسية وغير قابلة للتفتت .

هـ ـ يجب أن يتحمل الآجر الرملي الجيري التبدلات الحرارية من (15-) حتى (20 +) درجة مئوية دون أن يظهر عليه أي تشقق. أما التنسيمات الشعرية السطحية فتعتبر مسموحة .

و ـ على المعمل الصانع تحقيق المواصفات المعتمدة للآجر الرملي الجيري من السلطة المختصة فإن لم تتوفر هذه المواصفات فيجب ضمان تطبيق إحدى المواصفات العالمية وخاصة من حيث المقاومة المطلوبة على الضغط وقابلية الآجر على امتصاص الماء ضمن النسب الدنيا والعظمى المقبولتين .

ز ـ يصنع الآجر الرملي الجيري بمزج الجير المطفي مع الرمل بكمية محددة من الماء لتشكيل خلطة رطبة على أن لا يحتوي الرمل على نسبة أكبر من (7%) من الجير الحيّ (الطبيعي) . توضع هذه الخلطة في قوالب خاصة ليتم تصلبها بعد ذلك على ضغط البخار بمقدار مابين (7) و (12) ضغط جوي داخل المرجل ويبقى على هذه الحالة فترة زمنية مابين (8) و (10) ساعات .

٢-٥- خواص المونة:

أ ـ تُعدّ المونة الإسمنتية هي النوع الأساسي من أنواع المونة الذي

يجب استخدامه كمادة رابطة في الجدران الحاملة . هذه المونة عبارة عن مزيج من الإسمنت والرمل والماء وقد يضاف أحياناً الجير (الكلس) لتحسين قابلية التشغيل .

ب ـ تستخدم أربعة أصناف من المونة طبقاً لمقاومتها الميكانيكية المميّزة . وتقاس المقاومة الميكانيكية المميّزة للمونة بمقاومة الضغط حتى الكسر لخمس عيّنات من المونة بشكل مكعب طول ضلعه (7) سم بعد (28) يوماً من الصبّ . وتعتمد المقاومة المميزة للمونة وفقاً للتعريف الوارد في البند (٢ - ٢) .

جـ ـ يمكن اعتبارياً اعتماد المقاومات الميكانيكية المميّزة الواردة في الجدول (٢ - ٣) بالنسبة للمونة الاسمنتية المصنعة وفق الخلطات الموضحة في الجدول نفسه .

الجدول (٢ - ٣)

المقاومات الميكانيكية المميّزة الإسمية للمونة

النوع	المقاومة المميزة كغ / سم٢	العيارات الوزنية	ملاحظات
ضعيف	25	(1) اسمنت : (6) رمل (1) اسمنت : (2) جير: (8) رمل	
عادي	50	(1) اسمنت : (4) رمل (1) اسمنت : (1) جير: (6) رمل	
أول	75	(1) اسمنت : (3) رمل (1) اسمنت : (4) رمل	مع مراقبة خاصة
ممتاز	100	(1) اسمنت : (3) رمل	مع مراقبة خاصة

يقصد بالمراقبة الخاصة في الجدول (٢ - ٣) اجراء تحليل حبّي للرمل بشكل منتظم ومقارنة النتائج مع القيم المطلوبة ، وكذلك

إجراء تجارب كسر عينات من مونة محضرة بالمواد نفسها التي سيجري استخدامها فعلاً وبالعيارات نفسها والطريقة نفسها وثبوت الحصول على مقاومات متوسطة لاتقل عن (1.20) x المقاومة الميكانيكية المميّزة المطلوبة .

د ـ يتم تصنيع المونة بوضع الرمل (ناعم + خشن) على وعاء نظيف ويضاف له الكمية المناسبة من الإسمنت ثم يتم الخلط على الناشف بشكل جيد . وبعدها يضاف الماء ويتم الخلط بشكل جيد أيضاً للحصول على خلطة عجينة مناسبة للعمل . وبما أن تصلب الإسمنت يتم بسرعة نسبياً فيجب أن يتم الخلط بكميات صغيرة بحيث يجري استخدامها قبل تصلب الإسمنت . وفي حال إضافة الجير (الكلس) لتحسين تشغيل المونة فتتم إضافته للرمل ويخلط على الناشف ثم يضاف الإسمنت ويخلط على الناشف أيضاً مع الرمل والجير وبعدها يضاف الماء .

٢-٦- خواص الخرسانة:

٢-٦-١- خواص الخرسانة العادية:

آ ـ تتألف الخرسانة العادية من مزيج من الإسمنت والماء والحصويات ويجب أن يطابق التدرج الحبّي للحصويات مجتمعة منحنيات التدرج الحبّي المعطاة في المراجع المختصة ومنها على سبيل المثال المنحنيات الموضحة بالشكلين (٢-١) و (٢-٢) . ويتم تصنيع الخرسانة العادية بالطريقة نفسها المذكورة في الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

ب ـ تستخدم ثلاثة أنواع من الخرسانة العادية طبقاً لمقاومتها المميّزة :

- عادي حيث لاتقل المقاومة الميكانيكية المميّزة عن 100 كغ/سم٢ .
- أول حيث لاتقل المقاومة الميكانيكية المميّزة عن 120 كغ/ سم٢ .

- ممتاز حيث لاتقل المقاومة الميكانيكية المميّزة عن 150 كغ/سم٢ .

جـ- تقاس المقاومة الميكانيكية المميّزة بمتوسط خمس عينات اسطوانية 15 x 30 سم بعد 28 يوم من الصبّ وفق تجربة الكسر على الضغط . يتم الضغط بالوسائل المخبرية الميكانيكية . تعتمد المقاومة الميكانيكية المميّزة من وسطي مقاومات العيّنات الخمس وفقاً للتعريف الوارد في البند (٢-٢) .

د - يمكن اعتبارياً اعتماد المقاومات الميكانيكية المميّزة الواردة في الجدول (٢-٤) بالنسبة للخرسانة العادية المصنعة وفق الخلطات الموضحة في الجدول نفسه مع الإشارة الى أن الخرسانة التي تستخدم نسبة ماء للاسمنت قدرها 60% تصلح للصبّ بالمضخة ، بينما يسبب النوع الآخر متاعب إذا جرى صبّه بالمضخة .

الجدول (٢-٤)

المقاومات الميكانيكية المميّزة الإسمية للخرسانة العادية

نوع الخرسانة العادية	المقاومة الميكانيكية المميّزة كغ / سم٢	نسبة الماء للإسمنت وزناً ٪	وزن الإسمنت للمتر المكعب المصبوب كغ	وزن الحصويات للمتر المكعب المصبوب كغ	التدرج الحبّي للحصويات ٪		
					رمل	بحص ناعم	بحص خشن
عادي	100	45	250	1825	40	30	30
		60	275	1775	45	27.5	27.5
أول	120	45	275	1800	40	30	30
		60	300	1750	45	27.5	27.5
ممتاز	150	45	300	1800	40	30	30
		60	325	1750	45	27.5	27.5

٢-٦-٢- خـواص الخرسانـة المغموسة:

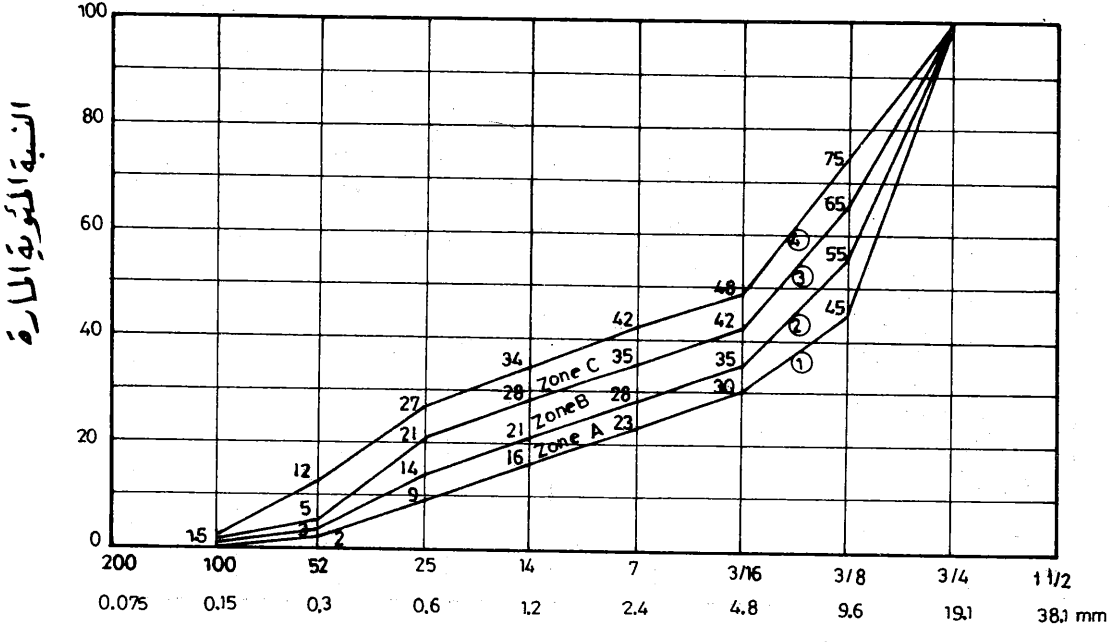
آ ـ تتكون الخرسانة المغموسة من خرسانة عادية ينطبق عليها جميع ما سبق ذكره أعلاه للخرسانة العادية إضافة لأحجار الغمس .ويشترط أن لايزيد أكبر بعد لأحجار الغمس المستخدمة عن ثلث أصغر بعد للعنصر الذي سيجري صبّه من الخرسانة المغموسة .

ب ـ يجري وضع أحجار الغمس ضمن الخرسانة العادية (أثناء صبّها) لتشكيل الخرسانة المغموسة . وتكون نسبة حجم أحجار الغمس الى الخرسانة العادية لاتزيد على نسبة 1 : 2 (أي أن نسبة حجم الخرسانة العادية في الخرسانة المغموسة لايقل عن الثلثين) .

جـ ـ تعتمد المقاومة الميكانيكية المميّزة للخرسانة العادية المستخدمة في الخرسانة المغموسة كمقاومة ميكانيكية مميّزة للخرسانة المغموسة وبذلك يتم الحصول على ثلاثة أنواع من الخرسانة المغموسة كالتالي :

نوع الخرسانة المغموسة	عادي	أول	ممتاز
المقاومة الميكانيكية المميّزة للخرسانة العادية المستخدمة (كغ / سم^2)	100	120	150

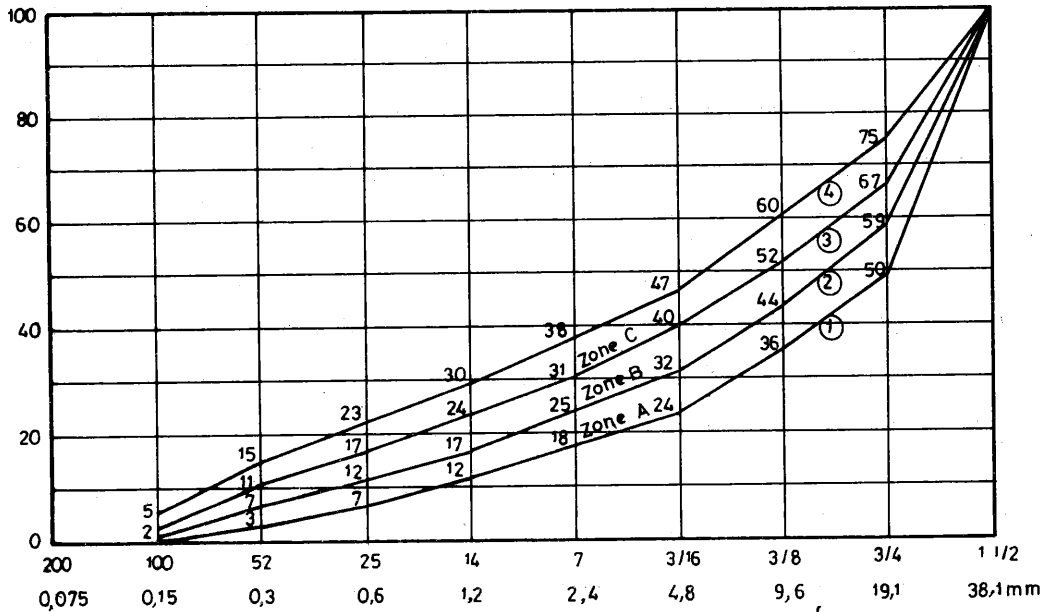
أربعة منحنيات للتدرج الحبي للحصويات بمقاس اعتباري 19.1 مم



أرقام المناخل وأبعاد فتحاتها بالمليمتر .

الشكل (٢ - ١)

أربعة منحنيات للتدرج الحبي للحصويات بمقاس إعتباري أعظمي 38.1 مم



أرقام المناخل وأبعاد فتحاتها بالمليمتر

الشكل (٢-٢)

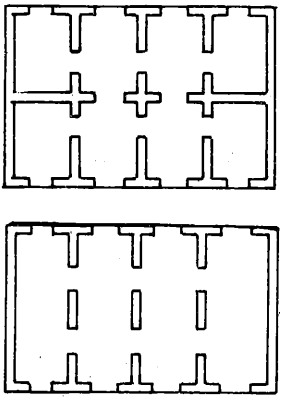
الفصل الثالث

٣- الإشتراطات الإنشائية للجدران الحاملة والفتحات

٣-١- اشتراطات الجمل الإنشائية:

٣-١-١- توزع العناصر الحاملة في المسقط:

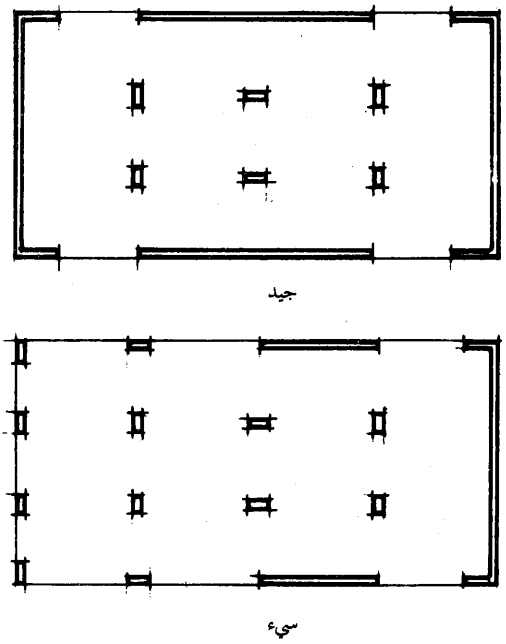
أ ـــ عندما تكون الجملة من الجدران الحاملة حصراً فيجب مراعاة توزيع هذه الجدران في المسقط الأفقي بشكل منتظم قدر الإمكان وفي إتجاهين رئيسيين متعامدين بالشكل الذي يُعطي الجملة صلابة كافية بالإتجاهين كما في الشكل (٣-١) .



الشكل (٣-١)

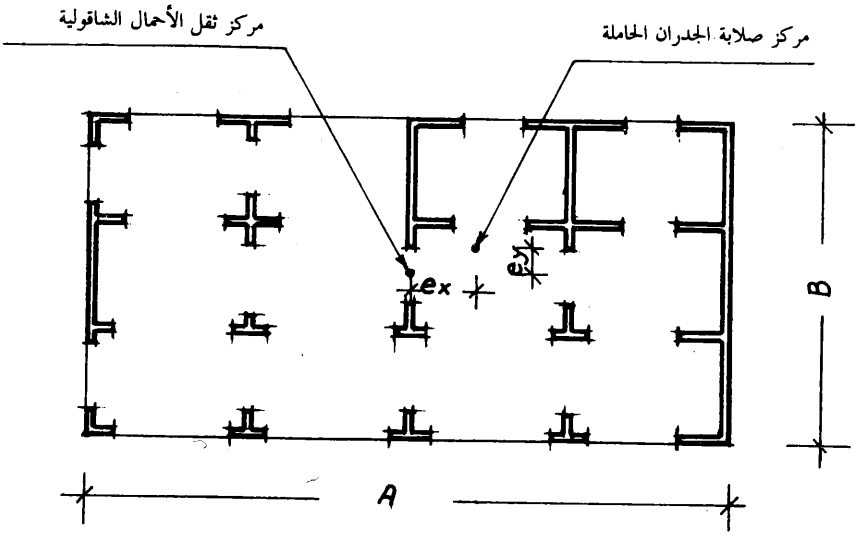
ب ـــ عندما تكون الجملة الإنشائية من النوع المختلط في المسقط الأفقي بين الجدران الحاملة والأعمدة المسلحة فيجب تفادي تركيز إحدى

الجملتين في أحد أجزاء البناء والأخرى في جزء آخر . ويجب أن يكون توزع الجدران الحاملة بإتجاهين متعامدين بحيث يمكن الاعتماد على هذه الجدران فقط في تأمين صلابة المبنى في كل إتجاه كما في الشكل (٣-٢) .



الشكل (٣-٢)

جـ ـ يجب أن يكون توزع العناصر الحاملة متناظراً في المسقط قدر الإمكان وذلك في كل من الإتجاهين ويمكن افتراض هذا الشرط محققاً إذا تم التأكد بأن المسافة الأفقية مابين مركز ثقل كافة الحمولات الشاقولية الميتة والحية (بما فيها الجدران) ومركز صلابة الجدران الحاملة في مستوى يمر بكافة الفتحات لاتتجاوز (0.05) من بعد البناء في كل إتجاه وعلى أن يدقق هذا الشرط في كل منسوب تتغير فيه طبيعة العناصر الشاقولية الحاملة أو توزيعها (الشكل ٣-٣) .



الشكل (٣-٣)

٣-١-٢- الترتيب الشاقولي للجدران الحاملة:

أ ـــ يشترط بشكل أساسي أن يكون الجدار الحامل مستمراً شاقولياً بدءاً من أعلى مستوى يستند عليه وحتى الأساسات أو العناصر الهيكلية الحاملة له في أسفله دون انقطاع أو انحراف أو انزياح عدا الفتحات التي تنطبق عليها الشروط الواردة في البند (٣-٥) من هذا الفصل .

ب ـــ لايجوز أن يكون طول أو سماكة أي مقطع جدار حامل في أي طابق أقل من طوله أو سماكته في الطوابق الأعلى الا في حالات خاصة يبررها المهندس المصمم .

جـ ـــ عند إستخدام جمل مختلطة في المسقط الأفقي ومستمرة في

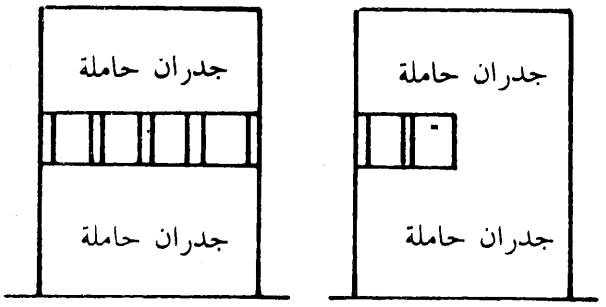
الإتجاه الشاقولي (أعمدة مع جدران حاملة) يُراعى مايلي :

- (ج - ١) : يمكن أن يكون الطابق الأخير (أو جزء منه) محمولاً على أعمدة ترتكز على جدران حاملة ، شريطة أن لاتقل سماكة الجدار الحامل للعمود عن 25 سم وأن تؤمن التشاريك اللازمة للعمود من ضمن الرابط الواقع فوق الجدار الحامل ، وأن يؤخذ في الحسبان توزع الإجهادات المركزة على الجدار وفق ماسيرد في الفصل الرابع ، كما يشترط أن لايقع العمود فوق فتحة في الجدار الحامل .

- (ج - ٢) : يمكن أن ترتكز الجدران الحاملة على جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة في الإتجاهين في الطابق الأسفل كلياً أو جزئياً وتصمم الجملة الهيكلية الحاملة في هذه الحالة لتحمل كامل الحمولات الشاقولية المنقولة من الجدران الحاملة ومن كافة الطوابق وذلك وفق الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

ويجب أن تحقق الجملة الهيكلية الحاملة لتحمل قوى أفقية مطبقة على مستوى الطابق الأسفل لاتقل شدتها عن 0.05 من مجموع الحمولات الشاقولية المبنية فوق هذا المنسوب . تطبق هذه القوة في مركز ثقل الحمولات الشاقولية وتوزع على إطارات الجملة الهيكلية وفق صلاباتها مع أخذ تأثيرات الفتل بالحسبان في حال وجود عدم تناظر في توزع صلابات الجملة الهيكلية . وتعامل الإجهادات الناتجة عن هذه القوة معاملة القوى الناتجة عن الرياح نفسها من حيث عوامل الأمان . وتتم هذه الدراسة في كل من الإتجاهين المتعامدين للمبنى بشكل مستقل .

- (ج - ٣) : لايسمح بتغيير الجملة الإنشائية من جدران حاملة الى جملة هيكلية في طابق متوسط أو أكثر في أي جزء من المبنى (الشكل ٣-٤) ، ولا يُعدّ هذا التغيير في الجمل الإنشائية المختلطة مقبولاً في هذا الكود .



تغييرات غير مقبولة في الجملة الانشائية

الشكل (٣-٤) .

٣-٢- إشتراطات خاصة بالجدران الحاملة:

تشمل الإشتراطات بصورة خاصة السماكات الدنيا وطريقة تنفيذ الجدران .

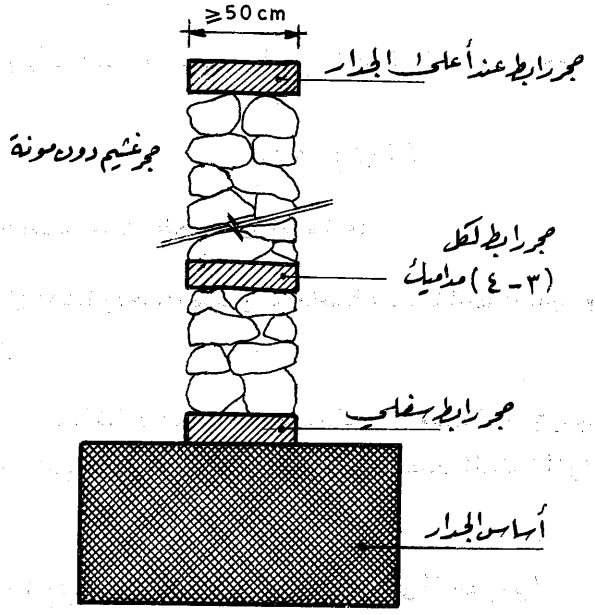
تحدد سماكات الجدران الحاملة من حساب الإجهادات العظمى المطبقة عليها شرط أن لاتقل عن السماكات الدنيا الواردة فيما يلي أدناه .

٣-٢-١- الإشتراطات للجدران المبنية من الأحجار الطبيعية:

أ ـــ الإشتراطات لجدران الحجر الغشيم :

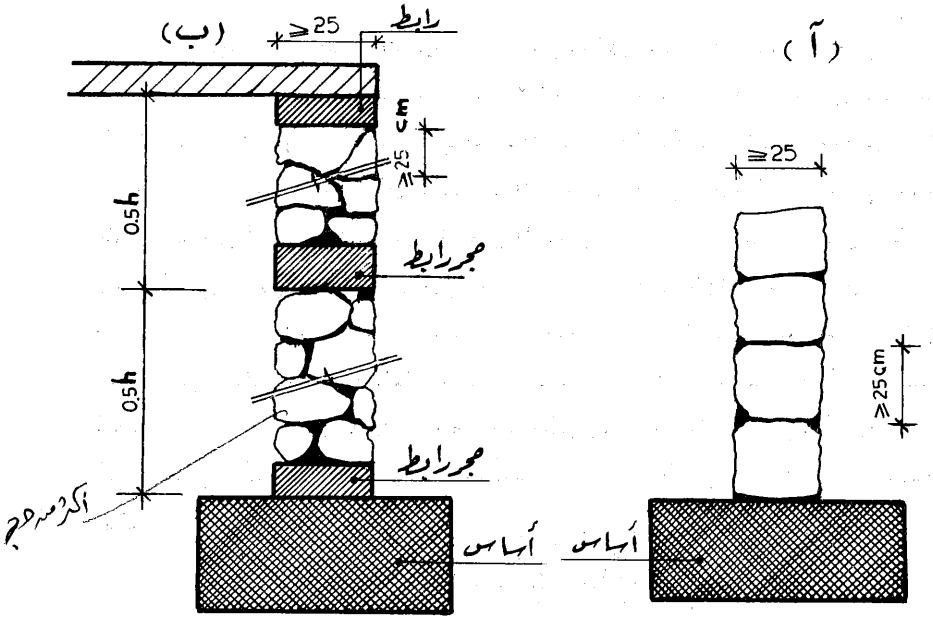
- لايسمح باستخدام الحجر الغشيم البسيط دون مونة إذا كان

الجدار مؤلفاً من قطعة واحدة بالسماكة الدنيا . أمّا إذا كان الجدار من قطعتين حجريتين فيجب ألا يقل سمك الجدار عن 50 سم شريطة أن يربط بقطعة واحدة على كامل عرض الجدار على وجه الأرض ووجه الأساس وكل (3 - 4) مداميك وفي أعلى الجدار .ولايسمح لهذا النوع إلا لطابق واحد فقط (الشكل ٣ – ٥) ولاحاجة لحساب هذا الجدار .



الشكل (٣ – ٥) .

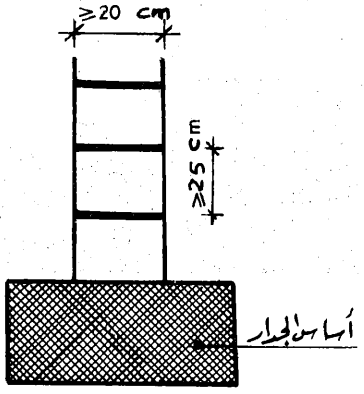
– يستخدم الحجر الغشيم مع مونة إسمنتية ولاتقل سماكة الجدار في هذه الحالة عن 25 سم ولايقل ارتفاع المدماك الواحد عن 25 سم ويشترط أن يُربط الجدار على كامل عرضه (إذا كان مؤلفاً من أكثر من قطعة واحدة) عند الوجه العلوي للأساس ووجه الأرض الطبيعية للبناء ومنتصف الجدار وأعلاه كما في الشكل (٣–٦).



الشكل (٢-٦) .

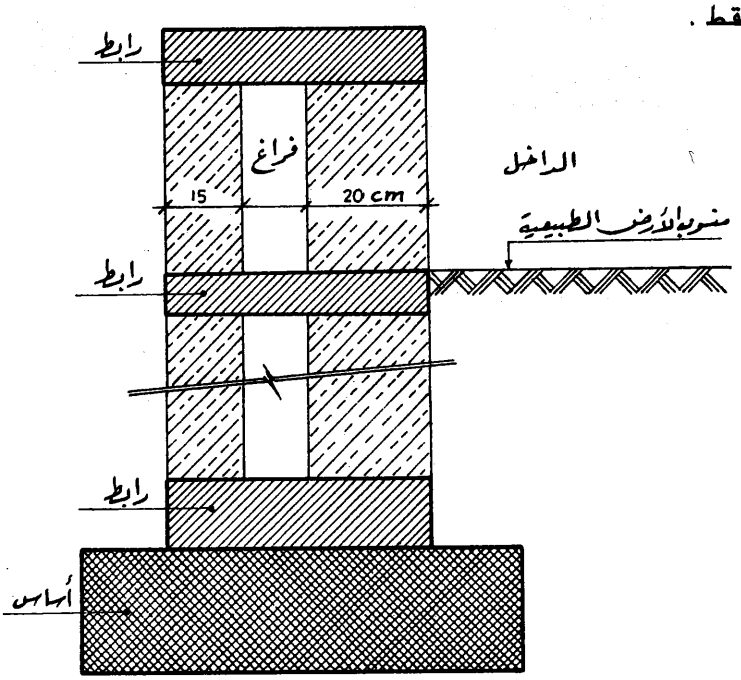
ب ــ الإشتراطات لجدران الحجر المشغول :

- لاتقل سماكة الجدار عن 20 سم كما لايقل إرتفاع المدماك الواحد عن 25 سم ، الشكل (٣-٧) .



الشكل (٣-٧)

- في الجدران المزدوجة ذات الفراغ لاتقل سماكة الجدار عن (15 + فراغ + 20) سم وبحيث لاتقل سماكة الشريحة الداخلية عن 20 سم (الشكل ٣-٨) . ولاتُعدّ الشريحة الخارجية حاملة إذا قلت سماكتها عن 15 سم ، ولايجوز أن يقل إستناد السقف عليها عن 10 سم . يُربط كامل عرض الجدار كما في الحجر الغشيم مع رابط بمدماك من قطعة واحدة في أعلى الأساس وعلى وجه الأرض وأعلى الجدار (الشكل ٣-٨) أو أن يُربط بقطع حجرية (مسامير) كل 50 سم وكل مدماكين شاقوليين على الأقل وبالتناوب ، كما ويمكن الاستعاضة عن المسامير الحجرية بروابط من فولاذ لايصدأ بالشروط نفسها المذكورة أعلاه . إذا لم يتحقق الشرط المذكور أعلاه تُعدّ الشريحة الخارجية للجدار إكساء فقط .



الشكل (٣-٨) .

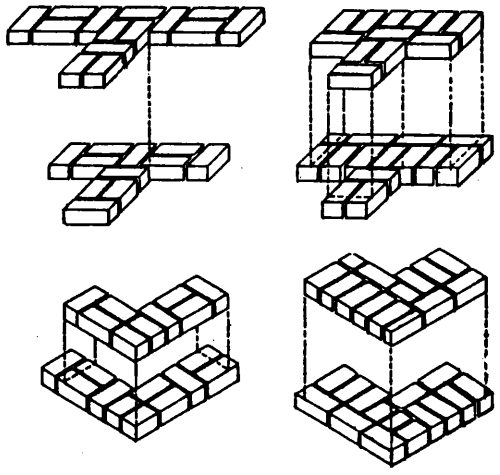
جـ ـــ الإشتراطات للجدران المختلطة والجدران المزدوجة ذات الفراغ :

عند إستخدام جدران مختلطة من أكثر من نوع من الأنواع فيجب أن لاتقل سماكة الجدار عن 35 سم ، وتطبق على هذه الجدران إشتراطات الجدران البسيطة والمزدوجة نفسها حسب الحال عند استخدامها .

٣-٢-٢- الإشتراطات للجدران المبنية من الأحجار الصناعية:

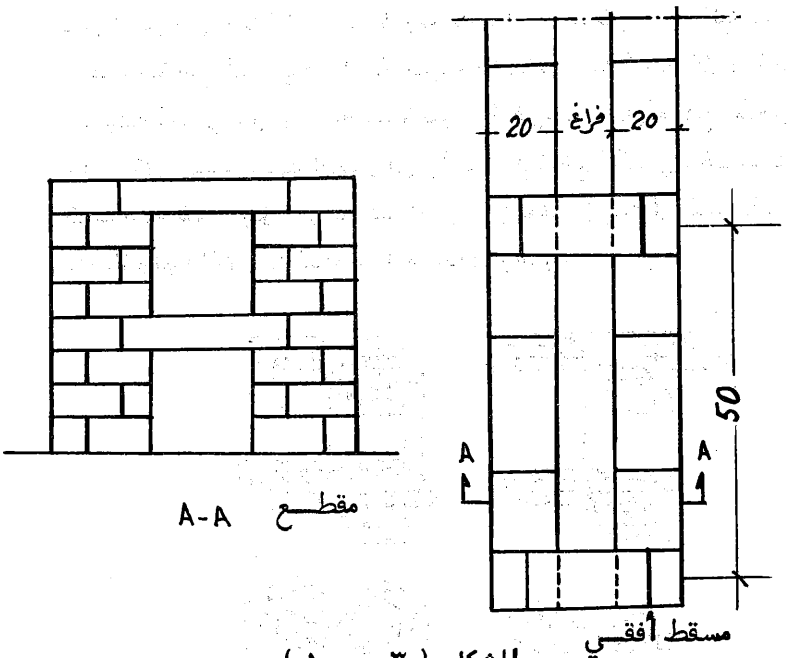
أ ـــ الإشتراطات لجدران الآجر (الغضاري والرملي الجيري) :

- يجب أن لاتقل سماكة الجدار البسيط عن 20 سم وتكون سماكته من آجرة واحدة أو آجرة ونصف أو آجرتين ..... الخ . وتطبق في بنائه النظم العالمية (الانكليزية ، الفلمنكية) الشكل (٣-٩) ، أو أي طريقة أخرى تؤمن عدم استمرار الفواصل بين قطع الآجر شاقولياً وفي كل سماكات الجدران وأوضاع قطع الآجر . كما لايجوز أن تستخدم فيه أجزاء (نصف أو ربع) لتأمين إقفال النهايات والخطوط الشاقولية اللازمة لتأمين الفتحات وسواها .



الشكل (٣-٩) .

- في حال تنفيذ جدران مزدوجة مع فراغ هوائي أو عازل فيجب أن لاتقل سماكة جزئي الجدار عن (20 + فراغ + 20) سم . يمكن أن يُبنى كل من شريحتي الجدار الداخلية والخارجية من سماكة آجرة أو آجرة ونصف ..... الخ ، ولاتُعدّ الشريحة الخارجية للجدار حاملة إلا إذا كان إستناد السقف عليها بما لايقل عن $\frac{2}{3}$ سماكتها ، ويجب ربط الشريحتين بروابط (مسامير) من الآجر أو الروابط المعدنية كل 50 سم أفقياً وبالتناوب بين المداميك ، وتعتبر الشريحة الخارجية إكساء إذا لم تطبق شروط الربط المذكورة أعلاه (الشكل ٣ - ١٠) .



الشكل (٣ ـ ١٠)

- تستخدم في ربط القطع مع بعضها البعض المونة الإسمنتية بسماكة لاتزيد على (1 - 1.5) سم .

ب ـــ السماكة الدنيا لجدران البلوك الإسمنتي المصمت :

البلوك الإسمنتي المصمت البسيط : لا تقل سماكة الجدار عن 20 سم كما ويمكن أن يتألف الجدار كما في جدران الآجر من بلوكة ونصف أو بلوكتين ... الخ .

أما الجدران المزدوجة من البلوك الإسمنتي المصمت فيجب أن لاتقل سماكاتها عن (20 + فراغ + 20) سم لكل من الشريحتين الداخلية والخارجية ، كما يمكن أن يُبنى كل من الوجهين الداخلي والخارجي بنفس طريقة الجدار البسيط من بلوكة ونصف ... الخ . ولا تعتبر الشريحة الخارجية حاملة إلا إذا كان استناد السقف عليها لايقل عن $\frac{2}{3}$ سماكتها . ويُشترط ربط شريحتي الجدار كما في الجدران المزدوجة أعلاه برابط بلوك (قطعة بلوك على كامل عرض الجدار) أو روابط معدنية (قضبان من الفولاذ غير قابل للصدأ قطر 6 - 8 مم) وعلى مسافة 50 سم أفقياً في المدماك الواحد وبالتناوب بين المداميك وكل (3 - 4) مداميك .

إذا لم تطبق شروط الربط أعلاه تعتبر الشريحة الخارجية إكساء وغير حاملة .

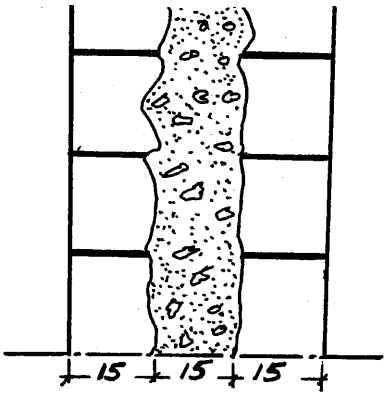
٣-٢-٣- الإشتراطات للجدران الخرسانية:

أ ـــ الخرسانة العادية : لا تقل سماكة الجدار عن 20 سم للجدران الداخلية والخارجية في المباني التي لاتزيد على طابقين . وفي حال زيادة إرتفاع المبنى على طابقين فتزاد السماكات الدنيا وفقاً لما هو وارد في الفصل التاسع شريطة تحقيقها متطلبات الفصل السابع .

ب ـــ الخرسانة المغموسة (خرسانة عادية مع أحجار) : لا تقل سماكة الجدار عن 25 سم ولا تتعدى نسبة الحجر $\frac{1}{3}$ حجم الجدار ولاتزيد أبعاد الأحجار المستعملة على ثلث السماكة .

جـ — **الخرسانة العادية مع إكساء حجري:**

في حال كون الجدار مكوناً من الخرسانة العادية مع شريحة إكساء حجري لا تقل سماكة الخرسانة المستعملة عن 20 سم والحجر عن 15 سم . وتخفض سماكة الخرسانة الى 15 سم في حال استخدام شريحتين حجريتين وتصبح سماكة الجدار الكلية في هذه الحال (15+ 15 + 15) ولا تعتبر الشريحة الخارجية حاملة ما لم يرتكز عليها السقف بأكثر من $\frac{2}{3}$ سماكتها وإلا تُعدّ الشريحة الحجرية الخارجية إكساء . كما ويجب أن يكون وجه الحجر الملاصق للخرسانة خاماً غير مشغول . إضافة الى ذلك يجب صبّ الخرسانة بعد أن يتم بناء الشريحتين الحجريتين (الشكل ٣ - ١١) .



الشكل (٣-١١) .

د — **الخرسانة المغموسة مع إكساء حجري:**

في حال استخدام الخرسانة المغموسة مع الإكساء الحجري تكون سماكة الخرسانة المستعملة (25) سم فأكثر وسماكة الحجر (للشريحة الواحدة) (15) سم ويمكن استخدام شريحة خارجية فقط أو شريحة خارجية وشريحة داخلية ولا تُعدّ الشريحة الخارجية حاملة ما لم يرتكز عليها السقف بأكثر من $\frac{2}{3}$ سماكتها . وإلا حُسبت الشريحة الخارجية إكساء ، كما يجب أن يكون الوجه الداخلي للحجر الملاصق

للخرسانة المغموسة غشيماً (خاماً) وغير معالج ليؤمن التماسك الكافي مع الخرسانة . كما يجب صبّ الخرسانة المغموسة بعد بناء الجدار الحجري .

٣-٢-٤- تباعدات الجدران الحاملة:

يجب أن لايزيد البعد بين محوري جدارين حاملين عن أربعة أمتار للجدران من الحجر الغشيم بدون مونة أو عن ستة أمتار في بقية الحالات إلا إذا كان هناك صف أعمدة حاملة بين الجدارين وذلك في حال الجمل المختلطة في المسقط . يمكن زيادة هذه المسافة إلى ثمانية أمتار بشرط استخدام روابط شاقولية مسلحة وفقاً للبند (٣-٤-١) ، مهما كان عدد الطوابق .

٣-٢-٥- إرتفاعات الجدران الحاملة:

تُعدّ الحدود العليا لارتفاعات الطوابق وللارتفاع الكلي للمبنى والواردة في الفصل الأول حدوداً عليا لارتفاعات الجدران الحاملة لا يُسمح بتجاوزها . ويُشترط أن يتم تأمين ربط الجدران الحاملة على مستوى السقوف بواسطة روابط مسلحة أو وسائل أخرى مناسبة كما سيرد في البند (٣-٤).

يؤخذ في الحسبان في حساب الجدران الحاملة تأثير نسبة ارتفاعها إلى سماكتها (نسبة النحافة) وذلك في تخفيض إجهادات الضغط المسموح بها على الجدران الحاملة وفق ما سيرد في الفصل الخامس .

٣ - ٣- اشتراطات خاصة بالجدران الداعمة:

أ ـــ تستخدم الجدران الداعمة لدعم الجدران الحاملة عرضياً ضد التحنيب وتساهم في تخفيض نسبة النحافة . ويمكن أن تكون الجدران الداعمة حاملة في الوقت نفسه . وعندما لا تتعرض هذه الجدران لأكثر من وزنها الذاتي من طابق واحد فتعدّ جدراناً داعمة فقط وإلا فتُعدّ جدراناً حاملة وتطبق عليها اشتراطات هذا البند بالإضافة إلى الاشتراطات الأخرى الخاصة بالجدران الحاملة .

ب — لاتتجاوز الأبعاد بين الجدران الداعمة القيم المبينة في الجدول (٣-١) كما لا تقل سماكتها عن 15 سم .

جـ — لا يقل طول الجدار الداعم عن $\frac{1}{5}$ ارتفاعه الحر .

د — في حال وجود فتحات في الجدار الداعم فإن طول الجزء الداعم المتبقي في منطقة (أي بجوار) الجدار الحامل المدعم يجب أن لا يقل عن $\frac{1}{5}$ ارتفاع الفتحة (انظر الشكل ٣ - ١٢) .

هـ — في حال عدم وجود جدران داعمة فتحسب نسبة النحافة للجدار الحامل من نسبة ارتفاع الطابق إلى سماكة الجدار نفسه .

جدول (٣ - ١) سماكات وتباعدات الجدران الداعمة

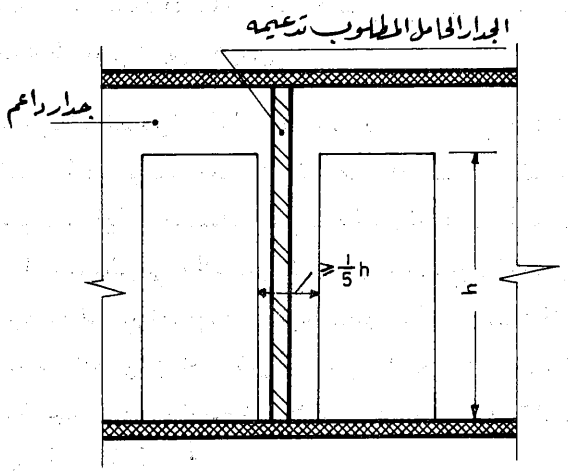
المسافة القصوى بين الجدران الداعمة (م)	سماكة الجدار الداعم (سم)	الإرتفاع الحر للجدار الحامل (م)	سماكة الجدار الحامل (سم)
≤ 6,0		≤ 3,25	≥ 20<25
≤ 8,0	≥ 15	≤ 3,50	≥ 25<30
≤ 8,0		≤ 4,15	≥ 30

٣-٤- اشتراطات خاصة بالروابط:

٣-٤-١- الروابط الشاقولية:

أ — يجب تأمين روابط شاقولية (إضافة للروابط الأفقية) عندما يزيد عدد طوابق البناء على طابقين فوق الأرض وذلك عند تقاطعات الجدران الحاملة مع بعضها أو مع الجدران الداعمة وعند النهايات الحرة للجدران بحيث لا تزيد المسافة الأفقية بين رابطين متجاورين على 5 متر .

ب — تكون الروابط الشاقولية أيضاً من الخرسانة المسلحة المصبوبة في المكان (ذات مقاومة مميزة لا تقل عن $f'_c = 150\ kgf/cm^2$) ويتم تسليحها بحيث تعمل هذه الروابط كشدادات عند حدوث الزلازل .



الفتحات في الجدار الداعم

الشكل (٣ - ١٢)

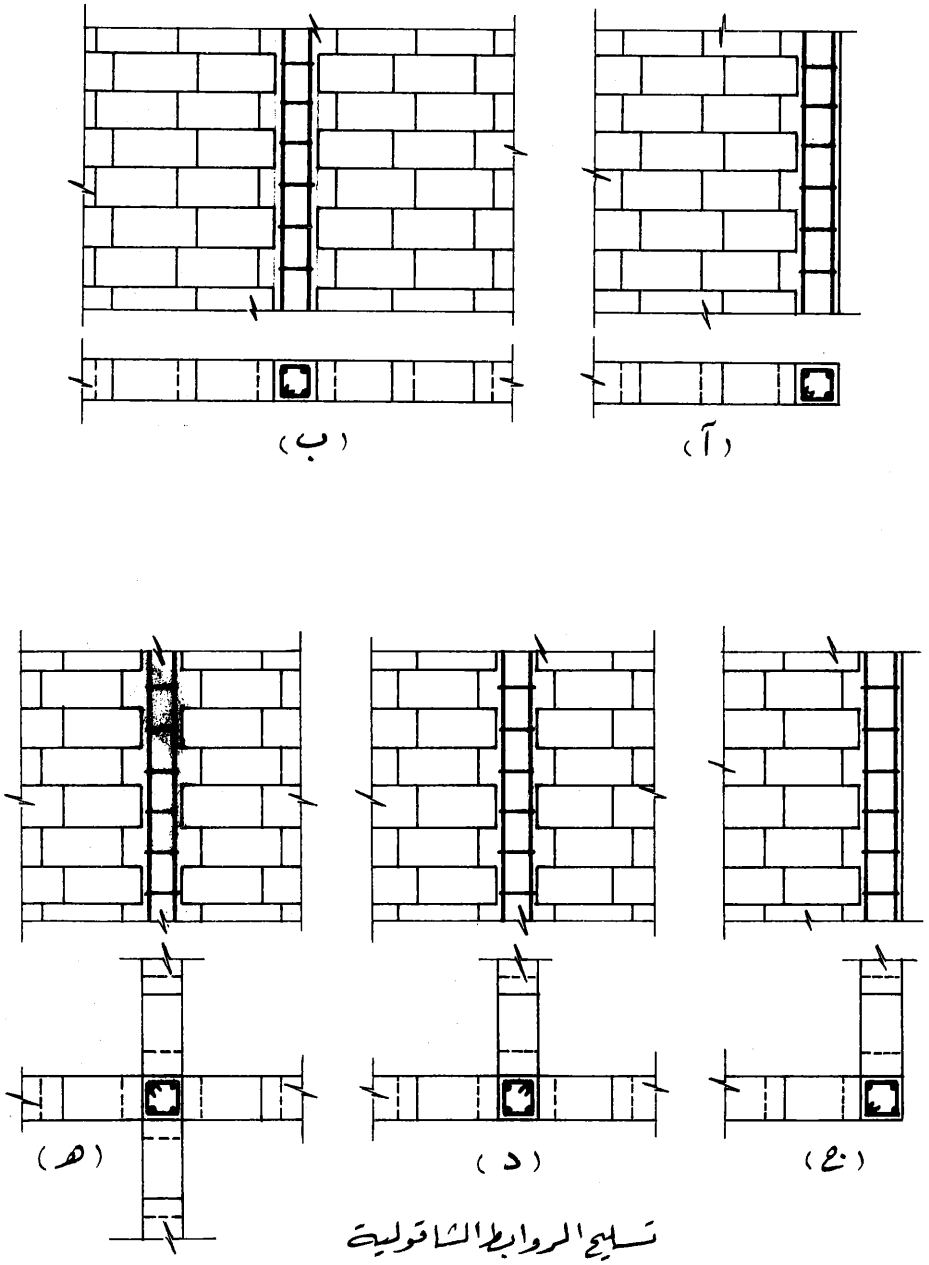
جـ — تكون قضبان التسليح الطولية في الروابط الشاقولية مستمرة من ظهر الأساس وحتى أعلى سقف مع استخدام أطوال تثبيت أساسية على الشدّ عند انتهاء طول القضيب (بحدود ستين مرة قطر القضيب) .

د — تنفذ الروابط الشاقولية كما يلي عندما لايتعدى ارتفاع البناء الأربعة طوابق فوق الأرض :

يتم بناء الجدران أولاً مع ترك فراغ للرابط الشاقولي بعرض 15 سم كحد أدنى وبمساحة لا تقل عن 400 سم٢ . يتم البناء بحيث تبدأ المداميك بدايات مختلفة من جهة الرابط من أجل تأمين الترابط بين الرابط الشاقولي والجدار كما هو موضح بالشكل (٣- ١٣) للحالات المختلفة لموقع الرابط (رابط بنهاية أو وسط الجدار أو رابط عند تقاطعات الجدران) . يمكن أن تكون الجدران المتقاطعة حاملة جميعها أو بعضها حامل والبعض الآخر داعم ، أما التقاطع فيمكن أن يكون بشكل L أو T أو + .

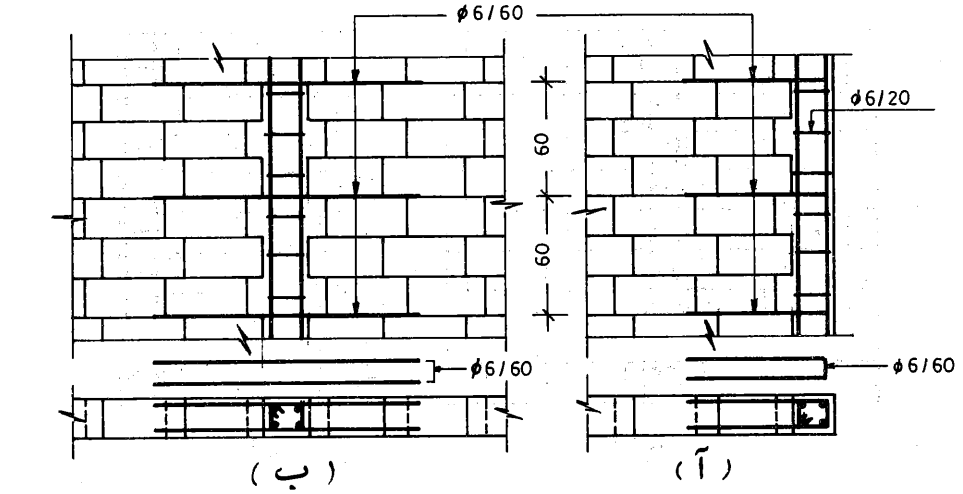
يسلح كل رابط شاقولي بتسليح طولي قدره أربعة قضبان قطر 10 مم على الأقل إذا كانت القضبان من تسليح أملس عادي المقاومة ($fy = 2400\ kgf/cm^2$) . أما إذا كانت القضبان من تسليح محزز عالي المقاومة ($fy \geq 4000\ kgf/cm^2$) ، فيمكن الإكتفاء بأربعة قضبان قطر 8 مم . أما الأساور فيكفي وضع أسوارة واحدة قطر 6 مم كل 25 سم ، وتضاعف كميتها في منطقة وصل القضبان الطولية .

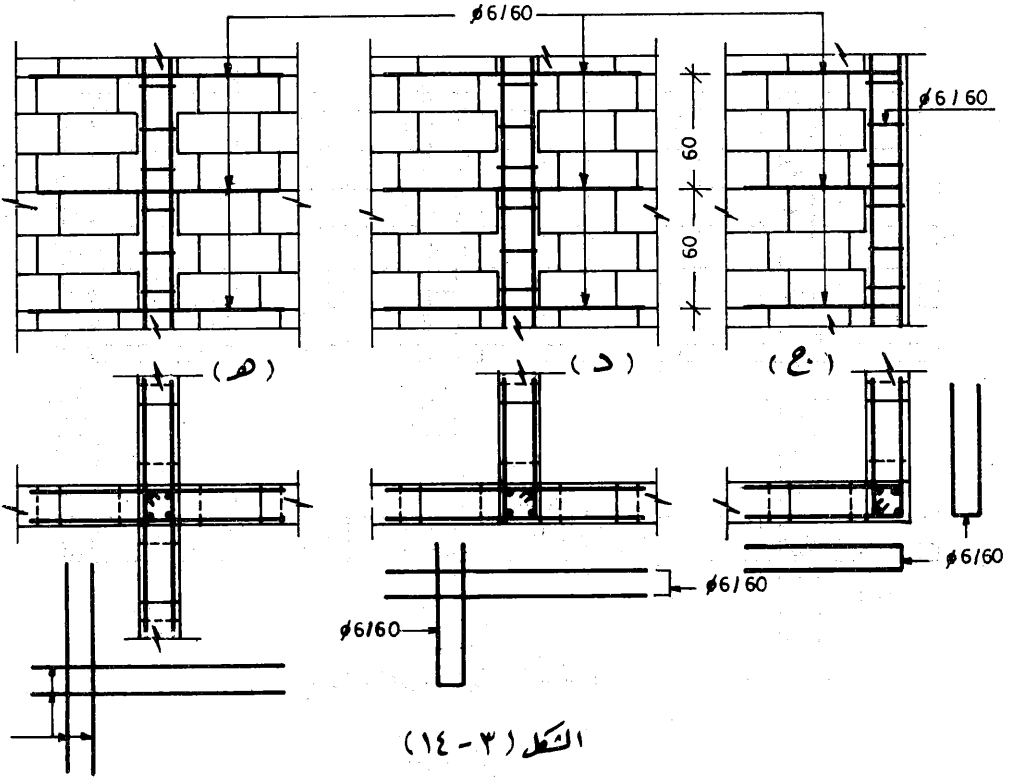
ويُستخدم هذا الرابط للطابقين السفليين عندما يكون عدد طوابق المبنى 3 أو 4 طوابق فقط فوق الأرض . كما يُستخدم عندما تكون المسافة بين محاور الجدران الحاملة المتجاورة 6 - 8 متر ، وارتفاع المبنى لا يتعدى الطابقين فوق الأرض . يوضع الرابط الشاقولي في الحالة الأخيرة على محيط المساحة التي تكون فيها المسافة بين الجدران الحاملة المتجاورة 6 - 8 متر .



تسليح الروابط الشاقولية

الشكل (٣-١٣)


ϕ6/60
ϕ6/20
60
60
ϕ6/60
ϕ6/60
(ب)
(آ)


ϕ6/60
ϕ6/60
60
60
(هـ)
(د)
(ج)
ϕ6/60
ϕ6/60
ϕ6/60

الشكل (٣ - ١٤)

هـ — عندما يزيد إرتفاع المبنى على أربعة طوابق فوق الأرض فيجب حساب الروابط الشاقولية على القوى الأفقية ، ويُشترط أن لا تقل عن الروابط المذكورة في الفقرة (د) السابقة مع إضافة قضبان تسليح أفقية بمقدار قضيب قطر 6 مم وطول لا يقل عن متر بروز من كل جهة من الرابط وبتباعد شاقولي كل 60 سم ، وتوضع ضمن طبقة المونة الأفقية بين المداميك كما هو موضح بالشكل (٣ - ١٤) .

تستخدم الروابط الدنيا مع التسليح الأفقي بين المداميك المذكورين في هذه الفقرة أيضاً على محيط المساحة من البناء التي تكون فيها المسافة بين محاور الجدران الحاملة المتجاورة 6 - 8 متر وعدد الطوابق لا يقل عن 3 طوابق أيضاً فوق سطح الأرض .

و — عند استخدام الخرسانة (العادية أو المغموسة) للجدران الحاملة والداعمة ، فيجب أن يستخدم فيها أيضاً الروابط الشاقولية وفقاً للفقرتين (د) و (هـ) . يوضع التسليح اللازم للروابط قبل صبّ الخرسانة ، ويتم صبّ الخرسانة في الجدران الحاملة والداعمة والروابط مرة واحدة وبالوقت نفسه .

٣-٤-٢- الروابط الأفقية:

أ — يجب تأمين روابط أفقية باتجاهين عند كل من منسوب الأساسات ومنسوب السقف لكل طابق ، كما يُشترط أن لا تزيد المسافة الشاقولية بين أعلى كل رابطين أفقيين متتاليين عن أربعة أمتار ، وفي حال زيادة المسافة عن ذلك يوضع رابط إضافي .

ب — بغض النظر عن مادة الإنشاء المستخدمة للسقف تكون الروابط الأفقية من الخرسانة المسلحة المصبوبة في المكان ويتم تسليحها بحيث تعمل كإطار يتحمل القوى الأفقية .

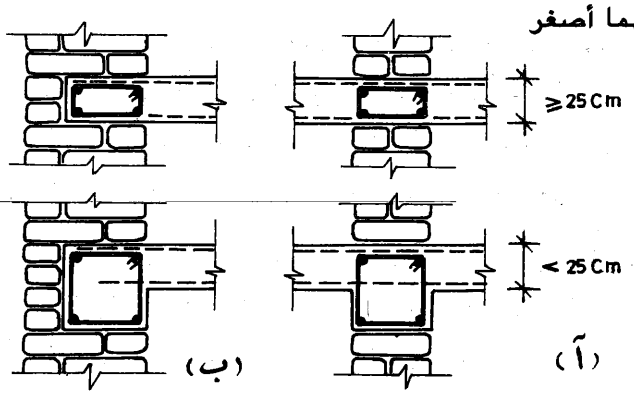
جـ — لا يقل عرض الرابط فوق الجدار الداخلي عن سماكة الجدار كما لا يقل الإرتفاع الكليّ للرابط عن سماكة بلاطة السقف أو عن 25 سم

أيهما أكبر (إنظر الشكل ٣ – ١٥–أ) . وفي حالة الجدران الخارجية يمكن تخفيف عرض الرابط من أجل تنفيذ العوازل الحرارية على الوجه الخارجي للجدار أو الإكساء الحجري (انظر شكل ٣ – ١٥ – ب) .

د — في حال وجود أحمال مركزة على الجدار ، يجب زيادة أبعاد الرابط عن الحدود الواردة أعلاه ، إن لزم ، لتأمين توزيع كاف للإجهادات على الجدار وفق ما سيرد في الفصل الرابع .

هـ — لا تقل المقاومة المميّزة للخرسانة المستخدمة في الروابط عن 150 كغ/سم٢ .

و — تسلح الروابط الأفقية بتسليح إنشائي طولي لا تقل نسبة مساحته الى مساحة مقطع الرابط عن (0,002) على أن لا يقل قطر القضبان الطولية عن 10 مم ولايقل عددها عن أربعة إذا كان التسليح من النوع الأملس عادي المقاومة ($fy = 2400\ kgf/cm^2$) ، أما إذا كان التسليح من النوع المحزز عالي المقاومة ($fy \geq 4000\ kgf/cm^2$) ، فيمكن الإكتفاء بأربعة قضبان قطر 8 مم بشرط أن لا تقل مساحة التسليح الطولي عن 0.0015 من مساحة الرابط . كما يسلح الرابط الأفقي بتسليح عرضي لا يقل قطره عن 6 مم ولا يزيد تباعده عن عرض الرابط أو 25 سم أيهما أصغر

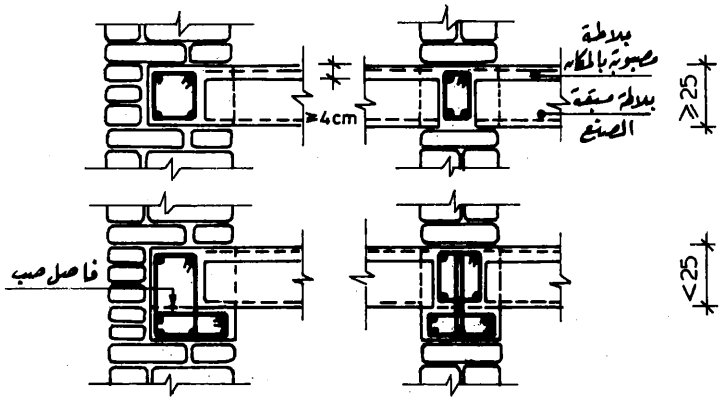


الشكل (٣ – ١٥) .
الروابط الأفقيـــة

٣-٤-٣- اتصال السقف بالروابط الأفقية:

أ ــ إذا كان السقف من البيتون المسلح المصبوب في المكان فيجري تشابك تسليحه مع تسليح الروابط ويتم صبّ البيتون للسقف والروابط في الوقت نفسه ، ولا تقل المقاومة المميزة للبيتون عن 150 كغ/سم٢ .

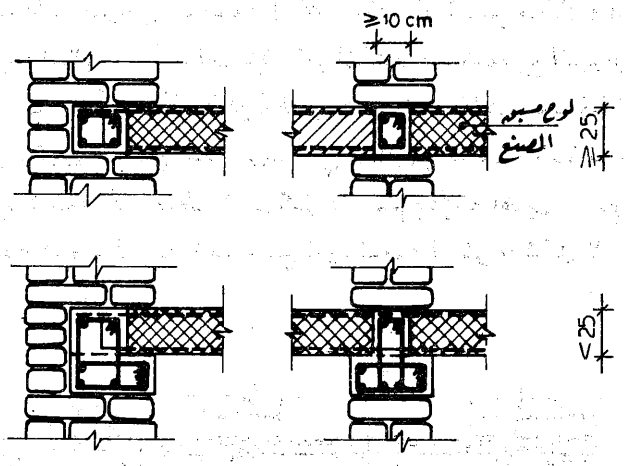
ب ــ أما إذا كان السقف من البيتون المسلح مسبق الصنع بشكل بلاطات ذات عرض محدود (80 - 120 - 150 سم مثلاً) فيجب وصل التسليح الظاهر بأطراف هذه البلاطات مع تسليح الروابط الأفقية ، كما يجب صبّ طبقة تغطية فوق هذه البلاطات مسبقة الصنع تكون من البيتون المسلح المصبوب في المكان بسمك 4 سم مسلحة بشبكة تسليح لا تقل عن قطر 4 مم كل 20 سم بالإتجاهين . يتم صبّ طبقة التغطية هذه بالوقت نفسه مع الروابط (انظر الشكل ٣ - ١٦) .



أسقف من بلاطات مسبقة الصنع

الشكل (٣ -١٦) .

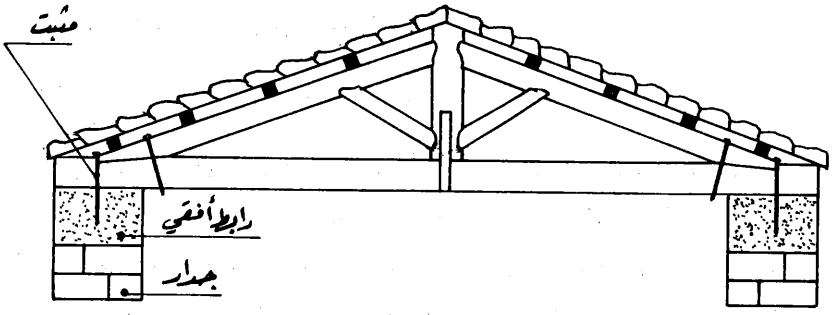
جـ ـــ بحالة السقف من البيتون المسلح مسبق الصنع بشكل بلاطات (ألواح) ذات أبعاد كبيرة (بحدود لوح لكل سقف غرفة) ، يجب أن تحوي هذه الألواح قضبان أو حلقات تثبيت على المحيط يجري وصلها مع تسليح الروابط الأفقية ، ثم يجري صبّ الروابط الأفقية (انظر الشكل ٣-١٧) . لا يقل عرض الفراغ بين الألواح المتجاورة المشكلة للرابط الأفقي عن 10 سم أو عرض الرابط الشاقولي المتقاطع معه (في حال وجوده) أيهما أكبرّ .



أسقف من ألواح مسبقة الصنع

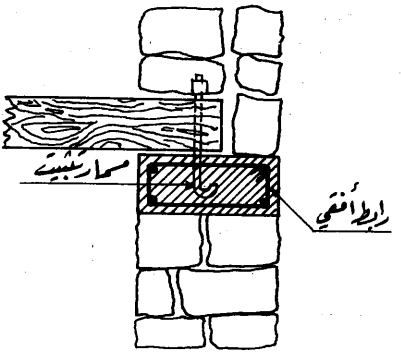
الشكل (٣-١٧)

د ـــ عندما يجري استخدام الخشب أو الفولاذ للأسقف وخاصة للسقف الأخير فيجب وصل الجائز الخشبي (أو الفولاذي) للرابط الأفقي بشكل جيد كما هو موضح بالشكلين (٣-١٨) و (٣-١٩) ، كما يمكن أن يتم الوصل عن طريق لحام الجائز الفولاذي لصفيحة فولاذية مثبتة بأعلى الرابط الأفقي .



الشكل (٣-١٨) .

سطح تقليدي من الخشب



الشكل (٣-١٩) .

سقف متكرر من الخشب

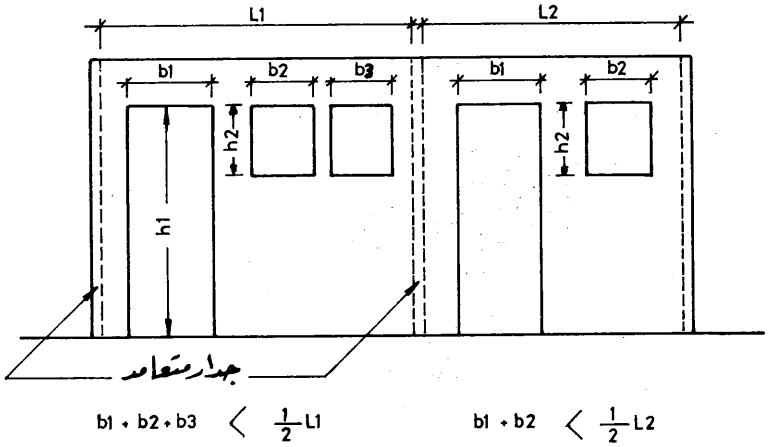
٣-٥- الفتحات في الجدران الحاملة :

٣-٥-١- الإشتراطات البعدية للفتحات :

أ — يجب أن تكون الفتحات في الجدران الحاملة متوضعة فوق بعضها البعض في الطوابق المختلفة وأن تكون الفتحات الواقعة فوق بعضها البعض متساوية الأبعاد في كافة الطوابق قدر الإمكان . وفي جميع الأحوال يجب أن لا يزيد البعد الأفقي لأية فتحة سفلية عن البعد الأفقي للفتحة التي تعلوها .

ب — يجب أن يكون المنسوب العلوي للفتحات في كل طابق ثابتاً .

جـ — يجب أن لايتجاوز مجموع الأبعاد الأفقية للفتحات في المسقط في أي جدار حامل عن نصف الطول الكلي للجدار اعتباراً من نهايتيه ، كما هو موضح بالشكل (٣-٢٠) .



الشكل (٣-٢٠)

توزيع وأبعاد الفتحات

د ـــ يجب أن لا تقل المساحة الصافية للجدران الحاملة في المسقط في أي طابق عن 7 % من مساحة الطابق وعلى أن تحسب المساحة الصافية في مقطع أفقي يمر بكافة الفتحات ، وفي حال وجود أعمدة من الخرسانة المسلحة المستقلة (جملة مختلطة) تضاف مساحة هذه الأعمدة الى المساحة الصافية المحسوبة بعد ضربها بالعامل (6) شريطة أن تكون الأعمدة مستوفية لشروط الحدود الدنيا للأبعاد والتسليح الواردة في الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة ، ولا تعدّ عناصر التقوية الشاقولية المستعملة لغرض تقوية زوايا الجدران الحاملة أو أكتاف النوافذ والأبواب أو العناصر المسلحة التزيينية إن وجد أي منها كأعمدة حاملة في مجال تطبيق هذا الشرط .

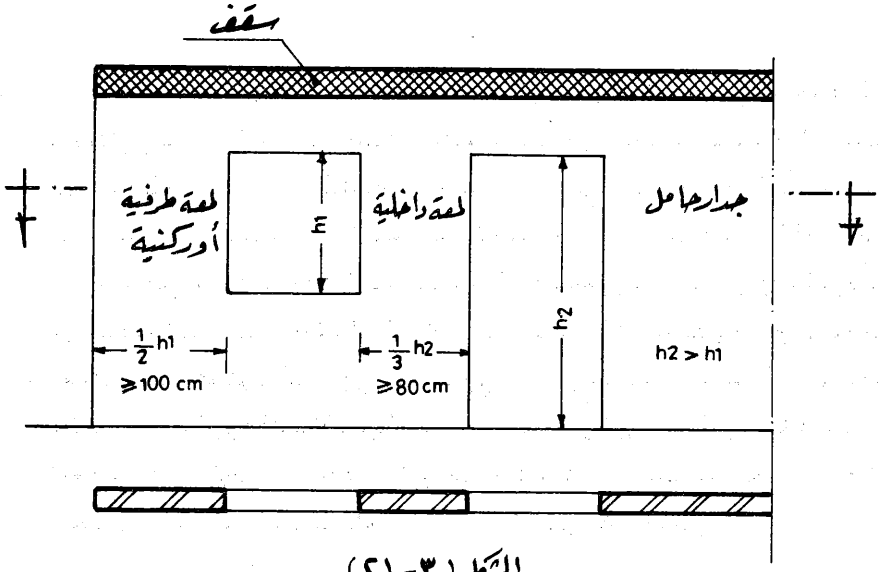
٣-٥-٢- الإشتراطات البعدية للمعات بين الفتحات :

أ ـــ في حال عدم وجود جدار داعم أو حامل معترض عمودي على الجدار الحامل المحتوي على اللمعة وضمن مجال اللمعة يجب أن لا يقل طول اللمعة الداخلية عن 80 سم أو $\frac{1}{3}$ أكبر ارتفاع للفتحتين المجاورتين أيهما أكبر . وأن لا يقل طول اللمعة الطرفية أو الركنية عن 100 سم أو $\frac{1}{2}$ ارتفاع الفتحة المجاورة أيهما أكبر (انظر الشكل ٣ - ٢١) .

ب ـــ في حال وجود جدار داعم أو حامل معترض عمودي على الجدار الحامل المحتوي على اللمعة وضمن مجالها يجب أن لا يقل طول اللمعة الداخلية عن 40 سم أو $\frac{1}{5}$ أكبر ارتفاع للفتحتين المجاورتين أيهما أكبر . وأن لا يقل طول اللمعة الطرفية أو الركنية عن 80 سم أو $\frac{1}{3}$ إرتفاع الفتحة المجاورة أيهما أكبر (انظر الشكل ٣-٢٢) .

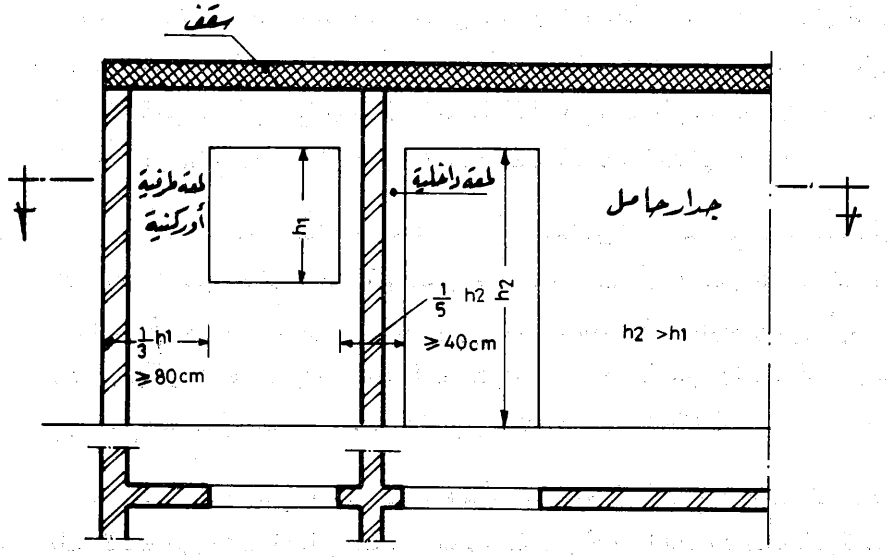
جـ ـــ في جميع الأحوال يجب أن لاتقل مساحة المقطع الأفقي للمعة الداخلية عن $1600\ cm^2$ وللمعة الطرفية عن $2000\ cm^2$ وللمعة الركنية عن $2400\ cm^2$.

د ـــ يجب أن يحقق الجدار الداعم الشروط الواردة في البند (٣-٣)



الشكل (٣-٢١)

أطوال اللمعات في حال عدم وجود جدران متعامدة



الشكل (٣-٢٢)

أطوال اللمعات في حال وجود جدران متعامدة

لكي يسمح بتطبيق الشرط (ب) أعلاه .

٣-٥-٣- العتبـــــات:

تزود كافة الفتحات بعناصر حاملة علوية (عتبات) مسلحة أو قوسية أو معدنية قادرة على تحمل الحمولات المطبقة عليها وفقاً لما سيرد في الفصل الرابع .

٣-٦- الحالات الخاصة:

عندما تفرض الشروط المعمارية أو غيرها مخالفة أحد الإشتراطات الواردة في هذا الفصل بالنسبة للفتحات وبشكل خاص عندما تستخدم الفتحات المختلفة في الموقع أو في الأبعاد بين طابق وآخر فيجب تبرير الوضع الإنشائي بحسابات خاصة تأخذ بالحسبان القوى الأفقية والشاقولية المطبقة وشروط الاستقرار وتركز الإجهادات .

٣-٧- الحفر والأثلام في الجدران الحاملة والداعمة:

أ ـــ يسمح بعمل حفر وأثلام في الجدران الحاملة والداعمة من أجل احتواء التمديدات الضرورية لخدمة البناء أو لأية أغراض أخرى .

ب ـــ إذا حققت أبعاد هذه الحفر والأثلام الشروط الواردة في البند (٤-٨) من الفصل الرابع فلا داعي لإجراء حسابات خاصة تبريرية . أما إذا لم تحقق ذلك فيجب إجراء حسابات تبريرية طبقاً لما سيرد في الفصل الرابع لتبرير سلامة الجدران الإنشائية .

الفصـــل الرابـــع

٤- الإفتراضات الأساسيـة في التحليل الإنشائي للجدران الحاملة

٤-١- تقييـــم الأفعـــال :

يتم تحليل المنشآت ذات الجدران الحاملة تحت تأثير :

آ — الأحمال الشاقولية الناجمة عن الثقالة والمطبقة في مستوى الجدران

ب — الأحمـال الأفقيـة الناتجة عن الرياح أو الزلازل .

ويتم تحديد هذه الأفعال وفقاً لاسس تقييم أفعال الاستثمار (غير المصعدة بعوامل الأمان) بالنسبة للأحمال الشاقولية أو الأفقية الناتجة عن الرياح وللأفعال القصوى (المصعدة بعوامل الأمان) عند أخذ تأثير الزلازل وفقاً لحالات التحميل المنصوص عنها في الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة

٤-٢- طرائق التحليـــل :

يجـري تحليل المنشـآت ذات الجـدران الحـاملة بافـتـراض أن هذه المنشآت تعمل في مجال المرونة للحمولات الشاقولية وحمولات الرياح وفي مجال اللدونة عند أخذ تأثير حمولات الزلازل .

آ — تتلخـص الفرضيات الأساسية التي تستند عليها نظرية المرونة في أن مادة المنشأة مرنة وخاضعة لقانون هوك وأن التشوهات صغيرة بالقياس لأبعاد المنشأة .

ب — أمـا الفرضيـات الأساسيـة لنظـريـة اللدونـة فتعتمـد على السلوك الفعلي المتوقع للمادة دون التقيد بالعلاقة الخطية لقانـون هوك بين الإجهادات والإنفعالات . وأيضاً يفترض في هذه الطريقة أن التشوهات صغيـرة بالقيـاس لأبعاد المنشأة .

٤-٣- وضعيات التحميل المختلفة في الحالة العامة :

تعدّ الأحمال الدائمة مطبقة على كامل عناصر المنشأ في آن واحد ، أما الأحمال الأخرى (سواء كانت حيّة أو مناخية) فيجب أن تؤخذ مطبقة بالشكل الذي يؤدي إلى أكبر قيم للقوى الداخلية في العنصر قيد الدراسة . ويمكن الاقتصار في حالات تحميل الأحمال الحيّة الناتجة عن الثقالة على الحالات المذكورة في الفقرة (٨-٣-٢) من الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة . ويعتمد هذا الكود لتحليل وتصميم المنشآت ذات الجدران الحاملة ذات الشكل المتناظر أو القريب من المتناظر وإلا فيلزم الإعتماد على مراجع إضافية من أجل التحليل لتأثير الزلازل وتأثير الرياح .

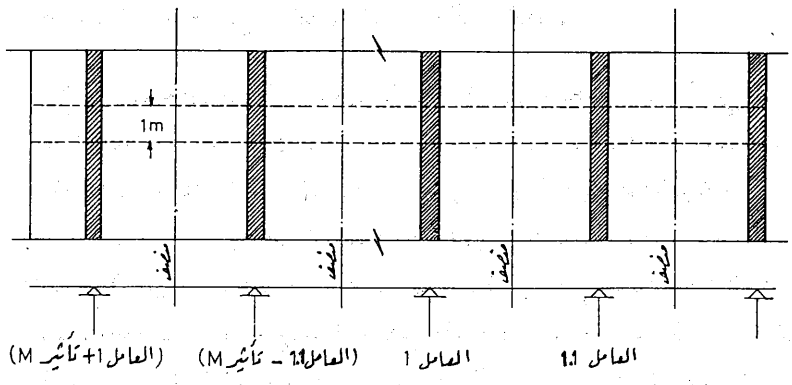
٤-٤- حساب البلاطات في المنشآت ذات الجدران الحاملة :

تحسب البلاطات بأنواعها المختلفة وفق الأسس المعطاة في الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة في البنود (٨-٤-١) إلى (٨-٤-٥) .

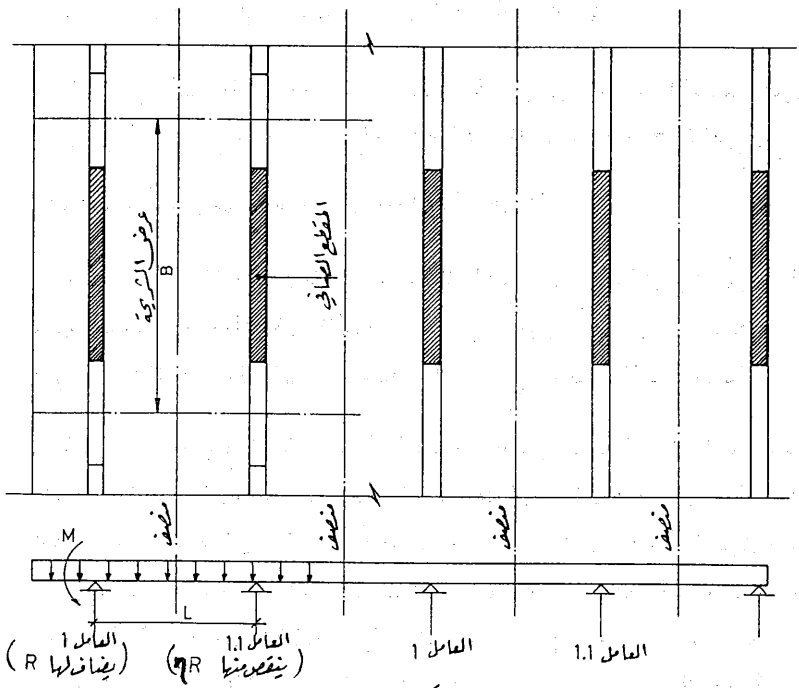
٤-٥- حساب الحمولات المنقولة إلى الجدران الحاملة :

تنقل الحمولات من البلاطات بأنواعها المختلفة إلى الجدران الحاملة وفق الأسس المعطاة في الكود العربي السوري لنقل حمولات البلاطات الى الجوائز الحاملة لها ، البند (٨-٣-٣) . ويتم ذلك كما يلي :

أ — تحسب القوى الناظمية المطبقة على الجدران الحاملة لبلاطات باتجاه واحد لشريحة عرضها متر واحد في حال عدم وجود فتحات كما هو موضح بالشكل (٤-١-أ) أو لشريحة عرضها المسافة بين محورين لفتحتين متجاورتين في حال وجود فتحات ، الشكل (٤-١-ب) ، وتؤخذ الأحمال المنقولة إلى شريحة الجدار تلك الموجودة ضمن مساحات تحدد بالخطوط المنصفة بين محاور الجدران الحاملة ، على أن تزاد الأحمال الناتجة بسبب الاستمرار بعامل 1.1 عندما يكون الجدار أول جدار داخلي ولاتزاد للجدران الأخرى كما في الشكل (٤-١-أ) .



الشكل (٤ - ١ - آ)



الشكل (٤ - ١ - ب)

فإذا كان الجدار حاملاً لبلاطة أو جائز ظفري فيؤخذ تأثير عزم الانعطاف M على زيادة الحمولة عند المسند الطرفي وعلى إنقاصها عند المسند الثاني كما يلي:

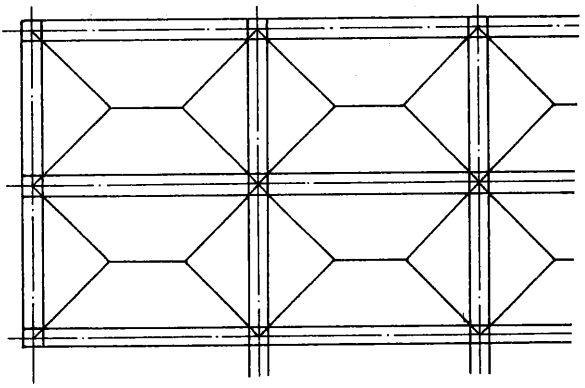
تأثير عزم الانعطاف M (لشريحة عرضها 1m أو لشريحة عرضها B حسب الحال) :

الحمولة الإضافية على المسند الأول (الخارجي) : $R = \frac{M}{L}$

حيث (L) المجاز الداخلي المجاور للظفر .

ويمكن إنقاص حمولة المسند الثاني المجاور للمسند الأول في هذه الحالة بقيمة عظمى (ηR) حيث (η) نسبة الحمولة الدائمة إلى الحمولة الكلية للظفر ($\eta = G/W$) حيث G الأحمال الميتة و W الأحمال الكلية .

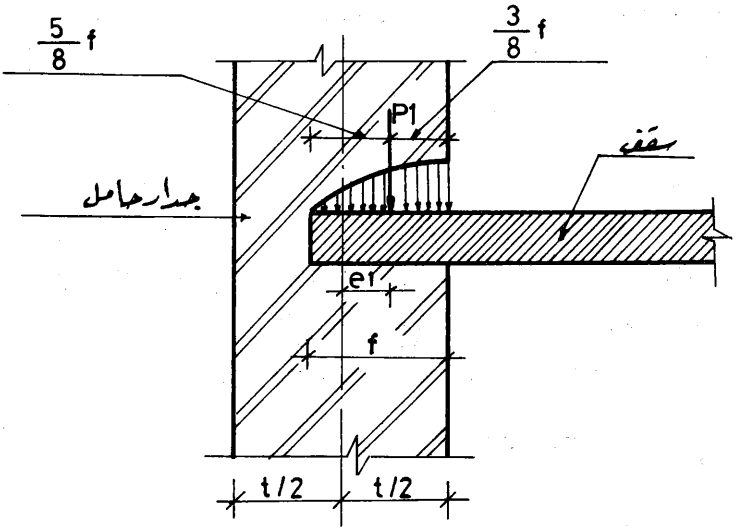
ب ـ تحسب القوى الناظمية المطبقة على الجدران الحاملة لبلاطات تعمل باتجاهين عن طريق حساب الأحمال الموجودة ضمن مساحات تحدد بالخطوط المائلة بزوايا 45° على محاور الجدران الحاملة الشكل (٤-٢). ويؤخذ طول الشريحة المدروسة بما يتوافق مع وضع الفتحات في الجدار كما في الحالة أ . كما ويؤخذ تأثير الاظفار إن وجد كما ذكر أعلاه .



الشكل (٤ -٢) .

جـ — يضاف دائماً إلى الحمل الكلي الذي يتعرض له الجدار من العناصر الأخرى الوزن الذاتي للجدار والأحمال المنقولة من الطوابق العليا .

تحسب عزوم الانعطاف الواقعة في مستوى عمودي على الجدار (اتجاه عرضي) إذا كانت ناتجة عن قوى مطبقة على الجدار بشكل لا مركزي كما هو موضح بالشكل (٤ - ٣) وتؤخذ قيمة اللامركزية (e_1) بافتراض أن توزع الاجهادات على الجدار يتبع منحنى قطع مكافئ وبذلك يكون :



f : عرض الاستناد على الجدار

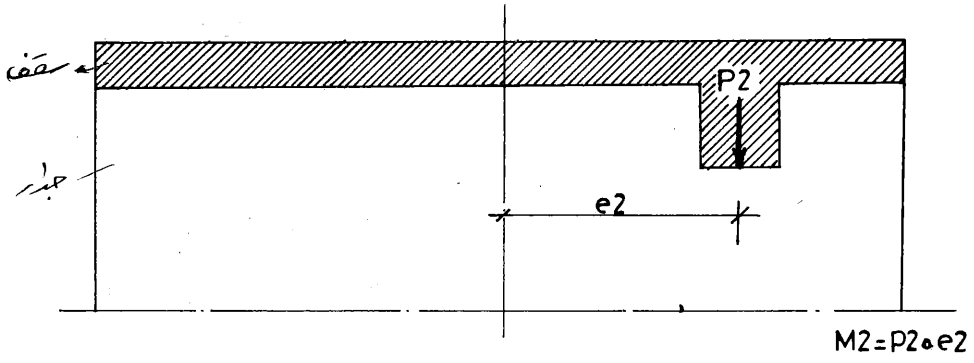
الشكل (٤ - ٣) .

اللامركزية العرضية على جدار حامل

$$e_1 = \frac{t}{2} - \frac{3}{8} f$$

$$M1 = P_1 . e_1$$

د — تحسب عزوم الانعطاف المؤثرة في مستوى الجدار (الاتجاه الطولي) إذا كانت ناتجة عن أحمال مركزة كبيرة (من أعمدة وجوائز) متوضعة بأحد طرفي الجدار كما هو موضح بالشكل (٤ - ٤) . ويُعدّ الحمل المركز كبيراً عندما يزيد لوحده عن ربع الأحمال المطبقة على الجدار من المنسوب نفسه . أما إذا كانت الأحمال موزعة أو كانت الأحمال المركزة التي تسبب عزوم الانعطاف صغيرة ، فتهمل عزوم الانعطاف الناتجة بمستوى الجدار (الاتجاه الطولي) . ويمكن أن تكون عزوم الانعطاف في مستوى الجدار ناتجة عن ضغط الرياح الأفقي (في حال ضرورة الحساب على ضغط الرياح) أو عن دفع الزلازل .



الشكل (٤ - ٤) .
اللامركزية الطولية على جدار حامل

٤-٦- المقاطع الحرجة لحساب الاجهادات في الجدران الحاملة :

آ — تحسب الإجهادات في الجدار الحامل في مقطعين أفقيين لكل طابق :

الأول هو المار بالفتحات حيث تكون مساحة المقطع أصغرية والثاني عند المقطع السفلي في الطابق حيث يكون الحمل أعظمياً .

ب — تعدّ الإجهادات في كلا المقطعين المذكورين أعلاه موزعة بانتظام عدا حالات وجود عزوم انعطاف ناتجة عن اللامركزية العرضية أو الطولية

المذكورتين في البند السابق وحالات تأثير الرياح أو الزلازل .

جـ ـ في حالة وجود اللامركزية سواء كانت بالإتجاه العرضي أو بالإتجاه الطولي فتحسب الإجهادات الضاغطة في المقطع مع إهمال إجهادات الشدّ في الجدران غير الخرسانية (في حال حدوثها من لامركزية في مستوى الجدار) عن كامل الجزء من المقطع الناتجة فيه . ويتم تعديل إجهادات الضغط لتتوافق مع ذلك ، أي لتكون محصلتها مساوية لقيمة محصلة القوى الضاغطة المؤثرة وبحيث تكون منطبقة عليها وذلك وفقاً للعلاقات المعطاة في الفصلين السادس والسابع .

د ـ يتم تصميم مقاطع الجدران الحاملة بنوعيها الرئيسيين : جدران مبنية غير خرسانية وجدران خرسانية وذلك وفقاً للأسس المبينة في الفصلين السادس والسابع وبما يحقق الإجهادات المسموحة المعطاة في الفصل الخامس . أما تصميم الجدران مع أخذ تأثير الزلازل بالحسبان فيتم وفقاً لحالة الحدّ الأقصى المبينة بالفصلين السادس والسابع .

٤-٧- العتبات في الجدران الحاملة :

يجب وضع عتبات فوق كافة الفتحات لتحمل الأحمال الواقعة فوق الفتحات مباشرة ، ويمكن أن تكون هذه العتبات قوسية كما يمكن أن تكون أفقية .

٤-٧-١- إشتراطات العتبات القوسية :

أ ـ يُفضل ما أمكن أن تأخذ العتبات القوسية شكل خط الضغط للأحمال الثابتة (أي شكل القطع المكافئ بحالة الأحمال الموزعة بانتظام) ، ويجب دائماً تأمين مقاومة كافية لرد الفعل الأفقي للقوس (الرفس) بالوسائل المناسبة .

ب ـ يجري حساب القوى في العتبات القوسية اعتماداً على طبيعة خط الضغط أو اعتماداً على نظرية المرونة ، وتصمم مقاطع القوس

بافتراض مقاومة مادة القوس ونوع المونة المستخدم مع افتراض نسبة نحافة مكافئة = 10 .

٤-٧-٢- إشتراطات العتبات الأفقية :

أ ـ تنشأ العتبات الأفقية من الخرسانة المسلحة وتصمم اعتماداً على الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة ويكون عرض العتب بعرض الجدار وارتفاعه لا يقل عن عشر المجاز الفعّال للفتحة وطوله الكلي يزيد عن المجاز الفعّال للفتحة بما لا يقل عن سماكة الجدار أو % 10 من المجاز الفعّال للفتحة أيهما أكبر .

ب ـ يمكن أن تنشأ الأعتاب الأفقية أيضاً من الفولاذ وتصمم اعتماداً على كود عالمي للفولاذ ويكون عرض العتب بعرض الجدار وارتفاعه لا يقل عن $\frac{1}{20}$ من المجاز الفعّال للفتحة وطوله الكلي يزيد عن المجاز الفعّال للفتحة بما لا يقل عن سماكة الجدار أو % 10 من المجاز الفعّال للفتحة أيهما أكبر .

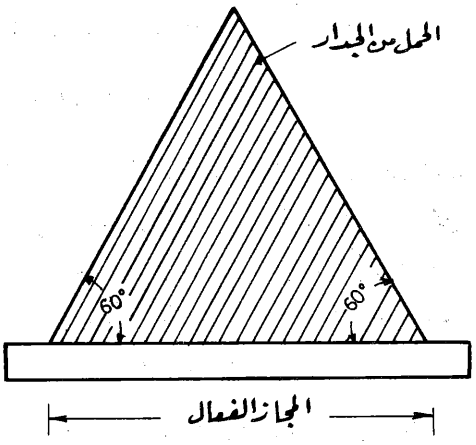
جـ ـ يعدّ المجاز الفعّال للفتحة مساوياً إلى 1,05 من طول الفتحة الصافي .

٤-٧-٣- التأثير القوسي للأحمال فوق العتبات :

أ ـ حتى يتم اعتبار التأثير القوسي للأحمال فوق العتبات (كما سيرد لاحقاً في هذه الفقرة) فيجب التأكد من أن هذا التأثير القوسي سيحصل فعلاً ويقتضي ذلك عدم وجود فتحات في المنطقة التي سيتشكل فيها القوس من الجدار فوق الفتحة ، كما يقتضي إمكانية تشكل رد فعل أفقي للرفس المتوقع من القوس الجداري .

ب ـ عند حساب الأحمال على العتب فوق الفتحة فيحسب فقط وزن ذلك الجزء من الجدار المحصور بالمثلث متساوي الأضلاع فوق العتب كما هو موضح بالشكل (٤ - ٥) ولا يدخل بالحساب أوزان السقف

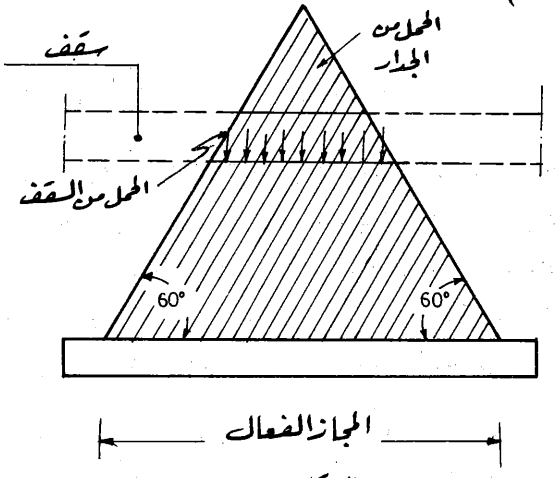
الموزعة بانتظام والمطبقة بمنسوب أعلى من رأس المثلث .



الشكل (٤ - ٥)

أحمال العتب من الجدار مع اعتبار التأثير القوسي

جـ — إذا وقعت أحمال موزعة بانتظام من السقف ضمن مثلث الأحمال فيحسب منها الجزء المحصور بمثلث الأحمال فقط ، كما هو موضح بالشكل (٤ - ٦) .

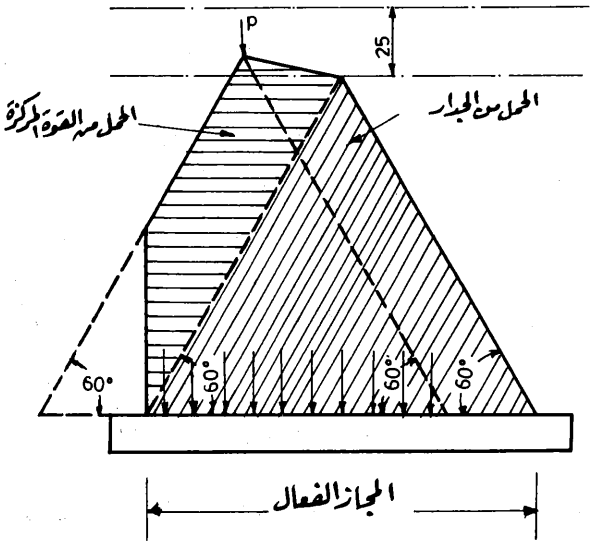


الشكل (٤ - ٦) .

أحمال العتب من السقف مع إعتبار التأثير القوسي

د — في حال وجود أحمال مفردة مركزة من أعصاب أو جوائز السقف بمنطقة المجاز الفعّال للفتحة وبمنسوب لا يرتفع عن رأس مثلث الأحمال بأكثر من 25 سم فيجب حساب مثل هذه الأحمال ، ويعتمد توزع ضمن الجدار بزاوية 60° مع الأفقي (انظر الشكل ٤ – ٧) .

لاداعي لحساب الجزء من الأحمال خارج المجاز الفعّال كما يجب إضافة وزن الجزء من الجدار المظلل أفقياً في الشكل (٤ – ٧) .



الشكل (٤ – ٧) .

أحمال العتب من القوة المركزة بحالة التأثير القوسي

٤-٨- الحفر والأثلام المسموحة في الجدران الحاملة والداعمة :

٤-٨-١- إشتراطات عامة :

آ — يُسمح بوجود الحفر والأثلام في الجدران الحاملة والداعمة بشرط أن

لا تؤثر على متانة هذه الجدران .

ب ـ يُسمح بتشكيل الحفر والأثلام بروابط الأحجار كما يسمح بتشكيل الحفر والأثلام ضمن الأحجار بواسطة الآلات القاطعة ولكن لا يسمح بتشكيل الحفر والأثلام بواسطة الإزميل .

٤-٨-٢- الحفر والأثلام الشاقولية :

آ ـ إذا كانت أبعاد الحفر والأثلام الشاقولية في الجدران الحاملة والداعمة ضمن الحدود الموضحة في الجدول (٤ -١) فلا حاجة للبرهان على عدم خطورة هذه الحفر والأثلام وتهمل أثناء حساب الإجهادات على المقطع العرضي للجدار .

ب ـ إذا زادت الأبعاد عن القيم الموضحة بالجدول (٤ -١) فيجب أن يبرهن حسابياً على أن الجدران الحاملة والداعمة تحقق المتانة المطلوبة ، ويتم ذلك بافتراض هذه الحفر والأثلام الشاقولية كفتحات على كامل عرض الجدار ، أو بصيغة أخرى تفترض السماكات المتبقية من الجدار فقط كجدار حامل أو داعم عند تحديد سماكات وتباعدات الجدران الداعمة حسب الجدول رقم (٣ - ١) .

٤-٨-٣- الحفر والأثلام الأفقية والمائلة :

آ ـ يُسمح بالحفر والأثلام الأفقية والمائلة في الجدران الحاملة والداعمة وفي اللمعات بين الفتحات ضمن الشروط التالية :

١- نسبة نحافة الجدار < 14 .

٢- سماكة الجدار > 25 سم .

٣- تحسب قدرة تحمل الجدار باعتبار تأثير التحنيب وتأثير لا مركزية التحميل على الجزء المتبقي من سماكة الجدار .

٤- أما إذا كانت الحفرة أو الثلم ذات عرض أفقي محدود فيمكن افتراض هذه الحفرة أو الثلم كفتحة ضمن الجدار .

جدول (٤ – ١)

الحفر والأثلام الشاقولية المسموحة في الجدران الحاملة والداعمة بدون الحاجة لبرهان نظري

المسافة عن وصلة الجدار	المسافة عن الفتحات	المسافة الدنيا الفاصلة بين الحفر والأثلام المتتالية	الأثلام المشكلة بقطع الأحجار		الحفر بروابط الأحجار		سمك الجدار
			عمق	عرض	سمك الجدار المتبقي	عرض	
سم	سم	سم	سم	سم	سم	سم	سم
≥ 30	≥ 40	200	≤ 3	٨١ سماكة الجدار	≥ 15	≤ 50	20
			≤ 4		≥ 15	≤ 50	25
			≤ 5		≥ 20	≤ 60	30
			≤ 6		≥ 25	≤ 75	≥ 40

ب ـ إذا استوفيت الشروط الواردة أدناه في الحفر والأثلام الأفقية فلا داعي لإجراء حسابات للبرهنة على عدم خطورة هذه الحفر والأثلام .

١ - ثخانة الجدار ≤ 24 سم .

٢ - ارتفاع الثلم ≥ 6 سم .

٣ - عمق الثلم ≥ 3 سم .

٤ - تكون الأثلام في الثلث العلوي والسفلي فقط من ارتفاع الجدار .

٥ - العدد الأقصى للأثلام في الجدار هو 2 .

٦ - المسافة الفاصلة بين الحفر المتتالية ≤ 50 سم .

٤-٩- أساسات الجدران الحاملة :

أ ـ يجب أن تستند أساسات الجدران الحاملة على تربة طبيعية صالحة للتأسيس .

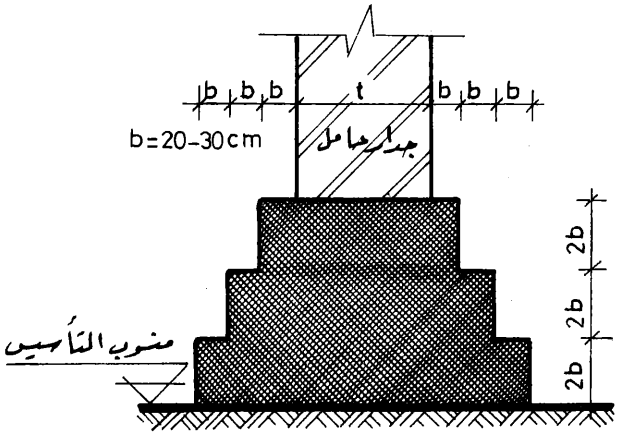
ب ـ يُنصح أن لا تُبنى المباني ذات الارتفاع الذي لا يتعدى الطابقين فوق سطح الأرض على تربة صخرية والأنسب أن تبنى على تربة غير صخرية وذلك لتجنب حالة الطنين بين المبنى والتربة في حالة حدوث زلزال .

جـ ـ تنفذ أساسات الجدران الحاملة من الخرسانة المغموسة أو العادية أو المسلحة وتكون بشكل شريط تحت الجدار .

د ـ يحدد عرض الأساس من مقارنة أحمال الجدار المطبقة على ظهر الأساس مع قدرة تحمل تربة التأسيس ويُشترط أن لا يقل عرض الأساس عن سماكة الجدار مضافاً إليه 20 سم

هـ ـ لا تقل سماكة الاساس غير المسلح قرب الجدار عن ضعف بروز الأساس عن طرف الجدار ولا تقل عن 40 سم .

و ـ إذا لزم سماكة كبيرة للأساس فيمكن تنفيذ هذه السماكة بشكل متدرج بحيث تكون سماكة كل طبقة 40 سم – 60 سم وتقل بالعرض عن التي تحتها بمقدار 20 سم – 30 سم كما هو موضح بالشكل (٤–٨) .

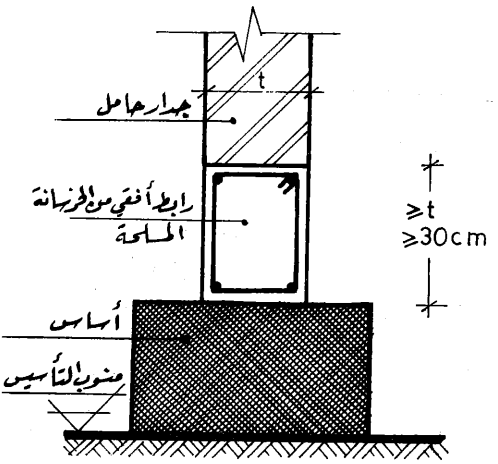


الشكل (٤ – ٨) .

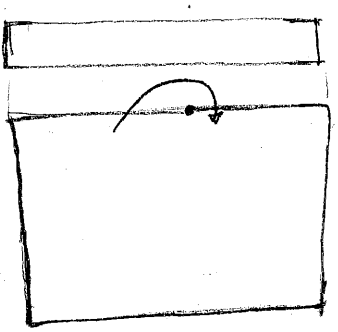
أساس متدرج

ز ـ إذا كان يُخشى الهبوط بسبب تربة التأسيس (تربة غضارية غير مرصوصة جيداً مع وجود مياه جوفية أو مصدر مائي سطحي سيتسرب للتربة) فيجب اعتماد روابط أفقية وشاقولية بنسبة تسليح لا تقل عن 0,0025 من مساحة الرابط إذا كان التسليح من النوع العادي ذي حدّ مرونة لا يقل عن ($f_y = 2400\ kgf/cm^2$) ولا تقل عن 0,002 من مساحة الرابط إذا كان التسليح من النوع عالي المقاومة الذي لايقل حدّ الضمان له عن ($f_y = 4000\ kgf/cm^2$) ، على أن لا تقل

كمية التسليح عن القيم التي سبق ذكرها في البند (٣ - ٤) . توزع كمية التسليح بالتساوي وبشكل متناظر . يوضع أول رابط أفقي فوق ظهر الأساس مباشرة كما هو موضح بالشكل (٤ - ٩) .



الشكل (٤ - ٩) .
التأسيس على تربة ضعيفة معرضة للهبوط



الفصل الخامس
٥- الإجهادات المسموحة في عناصر الجدران الحاملة

٥-١- مقدمة:

أ - تتعرض مقاطع الجدران الحاملة لقوى ضغط محوري فقط أو لقوى ضغط محوري مع عزوم انعطاف وتسمى قوى الضغط في هذه الحالة قوى الضغط اللامركزي .

تتكون الاجهادات من جزئين ، أولهما ناتج عن قوى الضغط المحوري ويكون بشكل مستطيل وثانيهما ناتج عن عزوم الانعطاف ويكون بشكل مثلثين متساويين ضغط وشدّ . يجمع مثلث الضغط للمستطيل بينما يطرح مثلث الشدّ من المستطيل . وفي حالة الجدران غير الخرسانية تحذف الاجهادات الشادّة ويُعاد حساب الاجهادات الضاغطة من التوازن كما في البند (٦ - ٣) وذلك إذا كانت ناتجة عن الحمولات في مستويها . كما تحذف الاجهادات الشادّة إذا كانت ناتجة عن حمولات متعامدة على مستويها زادت قيمتها عن الاجهاد المسموح على الشدّ .

ب - يوجد ثلاثة ألياف في كل مقطع عرضي يطلب التحقق من الاجهادات فيها . هذه الألياف الثلاثة هي :

- الليف المركزي المار من مركز ثقل المقطع العرضي .
- الليف الطرفي المعرض لأقصى قيمة ضغط .
- الليف الطرفي المعرض لأقصى قيمة شدّ (في حالة الجدران الحاملة الخرسانية فقط) .

جـ - لا تأخذ الاجهادات المسموحة الاساسية تأثير التحنيب بالحسبان ، ومن أجل معرفة الاجهادات المسموحة في مقطع عرضي لجدار يجب دراسة تأثير التحنيب في هذا الجدار لتخفيض الاجهادات المسموحة الأساسية .

٥-٢- القيم الأساسية للاجهادات المسموحة للضغط البسيط في الجدران الحاملة :

يقصد بالقيم الأساسية للاجهادات المسموحة للضغط البسيط (المركزي) في الجدران الحاملة الإجهادات المسموحة في الليف المركزي من المقطع العرضي والناتجة عن أحمال موزعة في جدران (أو لمعات) غير معرضة للتحنيب . يجب تخفيض هذه الاجهادات المسموحة في حالة وجود تحنيب ، كما يمكن زيادتها تحت الأحمال المركزة مباشرة . كذلك يمكن زيادة الاجهادات المسموحة في الليف الطرفي المعرض لأقصى قيمة ضغط عن هذه الاجهادات المسموحة الأساسية .

٥-٢-١- حالة الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الطبيعية :

تتأثر الاجهادات المسموحة لحالة الضغط البسيط (المحوري أو المركزي) في الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الطبيعية بالعوامل التالية :

- مقاومة مادة الحجر الطبيعي
- شكل الحجر
- نوع المونة المستخدمة
- نسبة النحافة أو النحافة المكافئة

وتكون القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط كما هي موضحة بالجدول رقم (٥ - ١) كتابع للمقاومة وشكل الحجر ونوع المونة ، أما تأثير النحافة فسيتم شرحه في البند (٥ - ٣) .

٥-٢-٢- حالة الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الصناعية :

تتأثر الاجهادات المسموحة في الضغط للجدران الحاملة المبنية من الأحجار الصناعية (الوحدات المصنعة) بالعوامل التالية :

- مقاومة مادة الحجر الصناعي
- نوع المونة المستخدمة

- نسبة النحافة أو النحافة المكافئة

ويوضح الجدول (٥ - ٢) القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط كتابع لمقاومة مادة الحجر الصناعي ونوع المونة المستخدمة . أما تأثير النحافة فسيتم شرحه في البند (٥ -٣) .

الجدول رقم (٥ - ١)
القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط
للجدران الحاملة من الأحجار الطبيعية (مقدرة بالـ كغ / سم٢)

شكل الحجر	مقاومة مادة الحجر	نوع المونة ومقاومتها (كغ / سم٢)			
		ممتاز	أول	عادي	ضعيف
		* 100	* 75	50	25
حجر غشيم مع مونة	150	3	2	2	2
	250	5	4	3	3
	400**	6	5	5	4
	≥ 600**	10	8	7	5
حجر مشغول	150	13	11	9	7
	250	17	15	13	10
	400**	23	20	17	14
	≥ 600**	31	27	23	18

* يحتاج اعتماد المونة من النوعين الأول والممتاز إلى إجراء تجارب مخبرية ومراقبة في الورشة .

** يحتاج الحجر الطبيعي ذو المقاومة أكبر من 250 كغ / سم٢ إلى إجراء تجارب مخبرية قبل اعتماد المقاومة في الحساب .

جدول رقم (٥ – ٢)

القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط للجدران الحاملة من الحجر الصناعي (مقدرة بالـ كغ / سم٢)

المقاومة المميّزة لمادة الحجر الصناعي (كغ / سم٢)	نوع المونة			
	ممتاز	أول	عادي	ضعيف
	100 *	75 *	50	25
75	11	10	9	8
100	12	11	10	9
150**	16	14	12	10
200**	19	17	15	12

* يحتاج اعتماد المونة من النوعين الأول والممتاز إلى إجراء تجارب مخبرية ومراقبة في الورشة .

** بالنسبة للبلوك الإسمنتي راجع الفقرة (٢-٤-١-و)

جدول رقم (٥ – ٣)

القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط للجدران الحاملة الخرسانية (مقدرة بالـ كغ / سم٢)

نوع الخرسانة	عادي	أول	ممتاز
المقاومة المميّزة للخرسانة كغ/ سم٢	100	120	150
الاجهادات المسموحة للخرسانة العادية كغ / سم٢	18	22	27
الاجهادات المسموحة للخرسانة المغموسة كغ / سم٢	15	18	22

٥-٢-٣- حالة الجدران الحاملة الخرسانية :

تتأثر الاجهادات المسموحة في الضغط للجدران الحاملة الخرسانية سواء كانت من الخرسانة العادية أو من الخرسانة المغموسة بالعاملين التاليين :

- المقاومة المميّزة لمادة الخرسانة في الضغط (f'_c)
- نسبة النحافة أو النحافة المكافئة .

يمكن اعتماد القيمة الأساسية $0.18\,f'_c$ للاجهادات المسموحة للخرسانة العادية و $0.15\,f'_c$ للخرسانة المغموسة حيث (f'_c) المقاومة المميّزة للخرسانة المستعملة وبحيث لا تزيد نسبة الحجر عن ثلث حجم الخرسانة المغموسة وعلى أن يتم تعديل هذه القيمة بعد دراسة تأثير نحافة الجدار .

ويوضح الجدول رقم (٥ - ٣) القيم الأساسية للإجهادات المسموحة كتابع لمقاومة مادة الخرسانة في الضغط ، أما تأثير النحافة فسيتم شرحه في البند (٥ - ٣) .

٥-٣- تخفيض القيم الأساسية للإجهادات المسموحة في الضغط بسبب التحنيب :

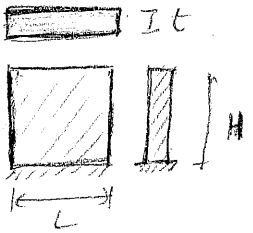
٥-٣-١- تعريف نسبة النحافة للجدران الحاملة :

أ ـ تُعدّ الجدران الحاملة عناصر صفائحية يتأثر استقرارها بأبعادها النسبية وطبيعة ارتباط الجدار عند أطرافه الأربعة . وتعرف نسبة النحافة (λ) للجدران الحاملة بالعلاقة التالية :

$$\lambda = \frac{H_b}{t} \quad ..... \quad (5-1)$$

حيث :

t = البعد الأصغر للمقطع الأفقي العرضي للجدار الحامل (السماكة عادة) .



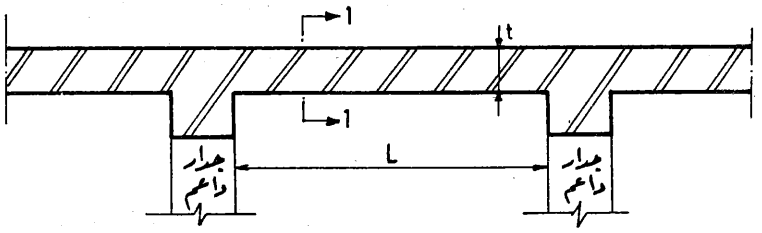
H_b = الإرتفاع الفعّال لتحنيب الجدار ويؤخذ من العلاقة التالية:

$$H_b = \frac{Ho}{1 + H/L} \quad ..... \quad (5-2)$$

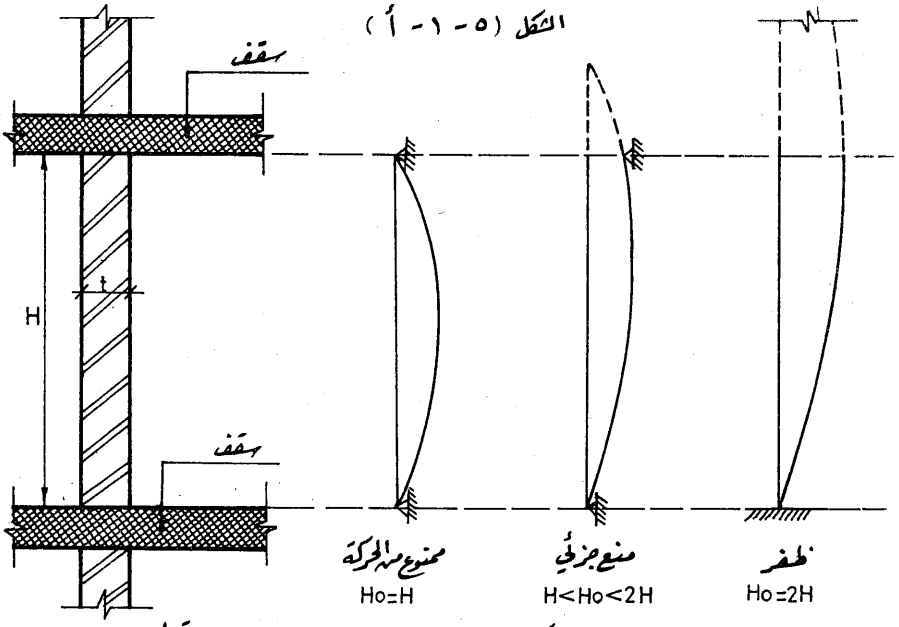
حيث :

H = المسافة الشاقولية بين مسندين أفقيين مانعين لانزياح الجدار كما هو موضح بالشكل (٥ - ١ - ب) .

L = طول الجدار بالمسقط الأفقي بين مسندين شاقوليين داعمين للجدار كما هو موضح بالشكل (٥ - ١ - أ) .



الشكل (٥ - ١ - أ)



الشكل (٥ - ١ - ب)

H0 = الإرتفاع الحسابي لتحنيب الجدار ويتبع لطبيعة ارتباط الجدار مع مسانده الأفقية كما هو موضح بالشكل (٥-١-ب) .

تؤخذ قيمة H0 كما يلي :

- جدار مسنود من الأعلى والأسفل وممنوع من الحركة أفقياً H0 = H
- جدار مسنود من الأعلى والأسفل وممنوع جزئياً من الحركة أفقياً H < H0 < 2H .
- جدار موثوق من الأسفل وحرّ من الأعلى H0 = 2H

يكون الجدار ممنوع من الحركة الأفقية عندما تكون الجدران المتعامدة معه والداعمة له ذات صلادة كافية ومستمرة من الأعلى للاسفل حتى الأساسات . ويُعدّ منع الحركة الأفقية جزئي فقط عندما تكون الجدران الداعمة للجدار ذات صلادة غير كافية أو تكون غير مستمرة للاسفل ويعود تقدير القيمة H0 إلى تقدير المصمم حسب الحال .

ب ـ يشترط لتطبيق العلاقة (2 - 5) أن لا تقل النسبة $\frac{H}{L}$ عن (0.5). أما إذا قلّت النسبة $\frac{H}{L}$ عن (0.5) فيحسب الجدار في هذه الحالة كعمود وتؤخذ نسبة النحافة له مساوية إلى :

$$\lambda = \frac{H0}{t} \quad \ldots\ldots (5-3)$$

جـ ـ تؤثر الفتحات (إن وجدت) في الجدار على حساب طول التحنيب ، فإذا زاد عرض الفتحة في مسقط الجدار عن $\frac{1}{3}$ L فإن الجدار يحسب كعمود في هذه الحالة وتكون نسبة النحافة له كما في العلاقة (5-3) .

٥-٣-٢- نسبة النحافة المكافئة للجدران :

يمكن في بعض الحالات اعتماد قيمة لنسبة النحافة للجدران بدون إجراء الحسابات المطلوبة في البند (٥ -٣ -١) ، حيث تسمى في هذه الحالة " نسبة النحافة المكافئة للجدران " . من هذه الحالات يمكن ذكر الحالات الواردة فيما يلي : /

آ ـ إذا جرى تدعيم الجدران الحاملة عرضياً طبقاً للجدول رقم (٣-١) وكانت سماكة الجدار ≥ 25 سم ، فتعدّ نسبة النحافة المكافئة 10 .

ب ـ بالنسبة للجدران الحاملة الداخلية ذات السماكة 20 سم وغير الحاوية لفتحات والمدعمة عرضياً طبقاً للجدول رقم (٣ -١) فتؤخذ نسبة النحافة المكافئة لها 10 إذا كان ارتفاع الطابق (H) 2.75 متر ، و 12 إذا كان ارتفاع الطابق 3.25 متر وتؤخذ القيمة للارتفاعات المتوسطة بالإستقراء الخطي .

جـ ـ بالنسبة للجدران الحاملة الداخلية ذات السماكة 20 سم والحاوية لفتحات والمدعمة عرضياً طبقاً للجدول رقم (٣ - ١) فتؤخذ نسبة النحافة المكافئة لها مساوية إلى (12) .

د ـ في حالة الجدران الخارجية المزدوجة مع فراغ هوائي والمدعمة عرضياً طبقاً للجدول رقم (٣ - ١) فتؤخذ نسبة النحافة المكافئة للشريحة الشاقولية الداخلية الحاملة من الجدار ذات السماكة 20 سم مساوية إلى 12 للارتفاع الطابقي 2.75 متر ومساوية إلى 14 للارتفاع الطابقي 3.25 متر وتؤخذ القيمة للارتفاعات المتوسطة بالإستقراء الخطي .

٥-٣-٣- نسبة نحافة اللمعات :

آ ـ تحسب نسبة نحافة اللمعات بين الأبواب والنوافذ بشكل منفصل من العلاقة التالية :

$$\lambda = \frac{h}{b} \quad \ldots\ldots \quad (5-4)$$

حيث : h = ارتفاع اللمعة

b = البعد الأدنى للمقطع العرضي للمعة

ب ـ يكون ارتفاع اللمعة h مساوياً لارتفاع الطابق H .

جـ- إذا جرى تدعيم الجدار عرضياً طبقاً للجدول رقم (٣ - ١) فيمكن اعتماد قيمة لارتفاع اللمعة h مساوية إلى ارتفاع الباب أو النافذة شريطة تنفيذ العتب فوق الباب أو النافذة بكامل سمك الجدار .

د - تؤخذ نسبة نحافة اللمعة مساوية لنسبة النحافة (أو نسبة النحافة المكافئة) للجدار الحاوي لها إذا نتج عن تطبيق العلاقة (4-5) قيمة تقل عن ذلك .

٥-٣-٤- الاجهادات المسموحة في الضغط مع أخذ تأثير التحنيب بالحسبان :

عندما تزيد نسبة نحافة الجدار الحامل أو اللمعة أو نسبة النحافة المكافئة للجدار عن 10 فيجب تخفيض القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط بسبب التحنيب للحصول على الاجهادات المسموحة للجدار .

يمكن استعمال الجدول رقم (٥ - ٤) للحصول على الإجهادات المسموحة مع اعتبار تأثير التحنيب ، وذلك للجدران الحاملة التي جرى توضيح القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط لها في الجداول أرقام (٥ -١) و (٥ - ٢) و (٥ - ٣) . ويلاحظ إمكانية استخدام الإستقراء الخطي لاستنتاج القيم المتوسطة ، كما يلاحظ أنه لايصح استخدام الجدران الحاملة التي لا يعطي الجدول رقم (٥ - ٤) قيم اجهادات مسموحة لها .

٥-٤- الإجهادات المسموحة في حالة الضغط اللامركزي :

إذا لم تكن قوة الضغط واقعة في مركز المقطع العرضي أو كانت قوة الضغط المركزية مترافقة مع عزم إنعطاف تحصل حالة ضغط لا مركزي . يجب أن تحقق الاجهادات المطبقة على المقطع العرضي الشرطين التاليين معاً حتى يمكن قبولها :

آ - لا تتعدى الاجهادات في الليف المركزي المار من منتصف المقطع

العرضي القيم الأساسية للاجهادات المسموحة المذكورة في البند (٥-٢) بعد تعديلها للتحنيب وفقاً للبند (٥ - ٣) .

ب ـ لا تتعدى الاجهادات في الليف الطرفي من المقطع العرضي المعرض لأقصى قيمة ضغط η مرة قيم الإجهادات المسموحة مع أخذ تأثير التحنيب بالحسبان وفقاً للشرط (آ) أعلاه ، حيث :

$$1 \le \eta = \frac{2\sigma 1}{3\sigma 2} \le 1.5$$

حيث $\sigma 1$: إجهاد الضغط الأعظمي

$\sigma 2$: إجهاد الضغط الأصغري

وعندما تتناهى قيمة $\sigma 2$ إلى الصفر أو تصبح إجهادات شادّة فتؤخذ $\eta = 1.5$

جدول رقم (٥ - ٤) .

تخفيض القيم الأساسية للاجهادات المسموحة في الضغط عند أخذ تأثير التحنيب بالحسبان (مقدرة بالـ كغ / سم٢)

نسبة النحافة أو النحافة المكافئة	قيم الإجهادات الأساسية المسموحة على الضغط (كغ / سم٢)								
	8	10	12	14	16	18	20	22	30
≤ 10	8	10	12	14	16	18	20	22	30
12	6	7	8	10	11	12	13	15	22
14	4	5	6	7	8	8	9	10	14
16	3	3	4	5	6	6	6	7	10
18	-	-	3	3	4	4	4	5	7
20	-	-	-	-	-	-	-	3	5

تؤخذ القيم المتوسطة بالتناسب .

٥-٥- الإجهادات المسموحة في حالة الضغط تحت الأحمال المركزة مباشرة :

آ ـ في حالة وجود حمل مركز من جائز متعامد على الجدار ، فيسمح باجهادات ضاغطة على الجدار تحت الحمل المركز مباشرة تساوي 1.5 مرة الإجهادات المسموحة مع أخذ التحنيب بالحسبان ، كما يشترط أن لا يقل استناد الجائز على الجدار عن 15 سم أو ثلثي سماكة الجدار أيهما أكبر .

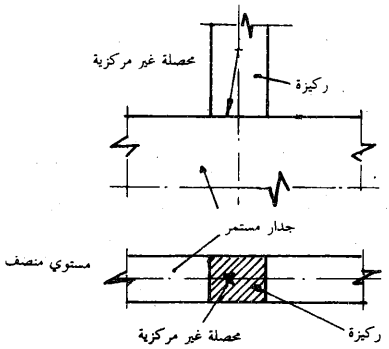
ب ـ إذا كان الحمل المركز على الجدار قادماً من عمود (سواء كان العمود حجرياً أو معدنياً مع صفيحة قاعدة .... الخ) واقعة في المستوى المنصف للجدار المستمر وكانت محصلة العمود غير مركزية (كما هو موضح بالشكل ٥ - ٢) فيسمح بأن يصل إجهاد الضغط الأعظمي عند طرف العمود إلى 1.5 مرة الإجهادات المسموحة (مع أخذ تأثير التحنيب بالحسبان) شريطة أن لا يتعدى الإجهاد تحت مركز العمود الإجهادات المسموحة .

جـ ـ إذا كان الإجهاد تحت الحمل المركز مباشرة (سواء كان من عمود أو من جائز متعامد) يزيد عن 1.5 مرة الإجهاد المسموح به فمن الممكن استخدام وسادة (مخدة) خرسانية (أو خرسانية مسلحة) تحت الحمل المركز مباشرة بأبعاد (طول وارتفاع) تحدد من توزع الإجهادات ضمن الخرسانة حيث يؤخذ التوزع بميل 1 أفقي : 2 شاقولي بحالة الخرسانة العادية أو الخرسانة المغموسة وبميل 1:1 بحالة الخرسانة المسلحة ، كما هو موضح بالشكل (٥ - ٣) .

٥-٦- الإجهادات المسموحة في حالة الأحمال الشاقولية وأحمال الرياح :

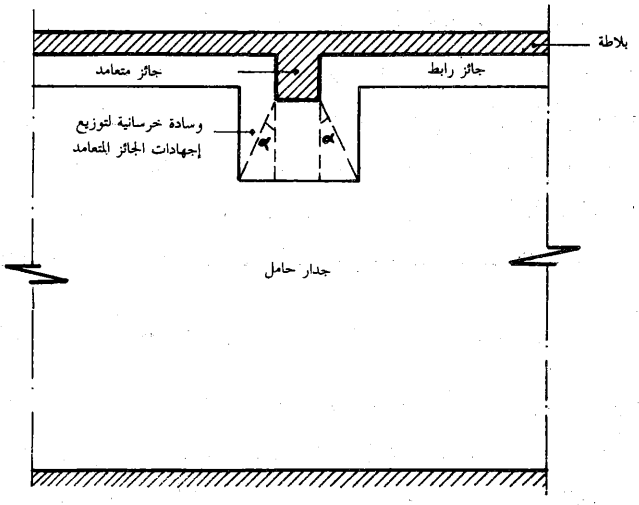
إذا ترافق الضغط الناتج عن الأحمال الشاقولية مع ضغط ناتج عن أحمال الرياح فيمكن زيادة الإجهادات المسموحة والمحسوبة كما سبق أعلاه بنسبة 25 % على أن لا تتعدى إجهادات الضغط الناتجة عن الأحمال الشاقولية فقط الإجهادات المسموحة ، المحسوبة كما سبق أعلاه .

أما بالنسبة للإجهادات المسموحة في تربة التأسيس فتصعد 50% عند الحساب على الأحمال الشاقولية والرياح معاً .



الشكل (٥ - ٢)

استناد ركيزة بمحصلة غير مركزية على جدار حامل



الشكل (٥ - ٣)

توزيع الحمل المركز بالوسادة الخرسانية

٥-٧- الإجهادات المسموحة في الشدّ للجدران الحاملة :

٥-٧-١- حالة الجدران الحاملة المبنية :

آ — لا يسمح باعتماد إجهادات شادّة في الجدار الحامل المبني من الأحجار الطبيعية أو الصناعية نتيجة للقوى الواقعة في مستوى الجدار .

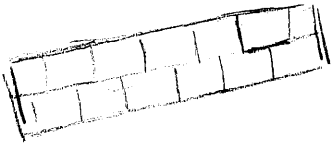
ب — يُنصح بأن تبقى محصلة قوى الضغط ضمن الثلث المركزي (أي لا تتعدى اللامركزية العرضية مثلاً القيمة t/6) . وفي حالات خاصة ، يعود تقديرها للمصمم ، يمكن زيادة اللامركزية حتى t/4 بشرط أن لا يزيد الجزء غير المجهد من المقطع على t/4 (أي تطبق إجهادات ضاغطة على مسافة من سمك الجدار لا تقل عن $t - \frac{3}{4}$) .

عند تعرض الجدران لأحمال متعامدة مع مستويها فيمكن السماح باجهادات شادّة ناتجة عن الانعطاف لا تتعدى القيم التالية :

0.5 كغ / سم٢ عند استخدام مونة ضعيفة .
1.0 " " " " " عادية .
1.5 " " " " " نوع أول .
2.0 " " " " " ممتازة .

وذلك شريطة تحقق مايلي :

- لا تقل مقاومة مادة الأحجار عن 150 كغ / سم٢ .
- تكون الأحجار بالمدماك الواحد ذات ارتفاع واحد .
- تكون الأحجار مبنية بصورة يتأمن فيها الترابط بين المداميك عن طريق تراكب الأحجار فلا تقل المسافة الأفقية بين فاصلين شاقوليين بمدماكين متتاليين عن 0.4 مرة ارتفاع المدماك كما لا تقل عن 5 سم .



٥-٧-٢- حالة الجدران الحاملة المصبوبة من الخرسانة العادية أو المغموسة :

آ — يُسمح بحصول إجهادات شادّة في الجدران الحاملة المصبوبة من الخرسانة العادية أو الخرسانة المغموسة شريطة أن لاتزيد قيمتها عن :

$0.48\sqrt{f'_c}$ للخرسانة العادية .

$0.40\sqrt{f'_c}$ للخرسانة المغموسة

في حالة الأحمال الشاقولية فقط ولا تزيد عن :

$0.72\sqrt{f'_c}$ للخرسانة العادية .

$0.60\sqrt{f'_c}$ للخرسانة المغموسة

في حالة الأحمال الشاقولية مع ضغط التربة والمياه . يمكن أيضاً استخدام قيم الإجهادات الشادّة المسموحة الواردة في الجدول (٥ - ٥) .

ب — يمكن أن تكون الإجهادات الشادّة ناتجة عن الانعطاف كما يمكن أن تكون إجهادات شادّة رئيسية ناتجة عن القص .

جـ — لايسمح بتحميل الخرسانة عند فواصل الصبّ إجهادات شادّة ويجب تحميل هذه الإجهادات الشادّة (إذا كانت ستحدث) لقضبان تسليح تغرس في الخرسانة وهي لا تزال طرية .

د — تزاد الإجهادات الشادّة المسموحة بمقدار 25% عند أخذ تأثير الرياح شريطة ألا تتجاوز الإجهادات الناتجة عن الأحمال الشاقولية وضغط التربة والمياه القيم المسموحة بدون تأثير الرياح .

٥-٨- الإجهادات المسموحة في القص للجدران الحاملة :

٥-٨-١- حالة الجدران الحاملة المبنية من الأحجار :

آ — تحسب إجهادات القص (τ) من العلاقة :

$$\tau = Q/A \quad ..... \quad (5-5)$$

حيث : Q = قوة القص

A = مساحة المقطع المقاوم لقوة القص

ب ــ تكون إجهادات القص المسموحة (τ_p) وفقاً لنوع المونة المستخدمة كما يلي :

ب ـ ١ ـ مونة ضعيفة (مقاومة 25 كغ / سم٢)

$$\tau_p = 0.3 + 0.1\sigma \quad kgf/cm^2$$

ب ـ ٢ ـ مونة عادية (مقاومة 50 كغ / سم٢)

$$\tau_p = 0.4 + 0.12\sigma \quad kgf/cm^2$$

ب ـ ٣ ـ مونة نوع أول (مقاومة 75 كغ / سم٢)

$$\tau_p = 0.45 + 0.13\sigma \quad kgf/cm^2$$

ب ـ ٤ ـ مونة ممتازة (مقاومة 100 كغ / سم٢)

$$\tau_p = 0.5 + 0.15\sigma \quad kgf/cm^2$$

حيث : σ = متوسط الإجهاد الناظمي المطبق فعلاً على المقطع العرضي المضغوط لحالة التحميل التي تعطي أكبر قوة قص .

٥-٨-٢- حالة الجدران الحاملة من الخرسانة :

يجب أن لا تتعدى إجهادات القص في الجدران الحاملة من الخرسانة العادية أو المغموسة والمحسوبة وفقاً للعلاقة (5 - 5) القيمة الأولى مما يلي إضافة للقيمة الثانية في حالة الرياح :

١- $\tau_p = 0.24\sqrt{f'_c}$ للقص الناتج عن الأحمال الشاقولية أو عن الأحمال الشاقولية وضغط التربة الجانبي والمياه .

٢- $\tau_p = 0.3\sqrt{f'_c}$ للقص الناتج عن ضغط الرياح إضافة للأحمال السابقة .

ويمكن أيضاً استخدام قيم إجهادات القص المسموحة الواردة في الجدول (٥ - ٦) .

جدول رقم (٥ - ٥)

قيم الإجهادات المسموحة في الشدّ للجدران الحاملة الخرسانية

(مقدرة بالـ كغ / سم٢)

نوع الخرسانة	عادي	أول	ممتاز
المقاومة المميزة للخرسانة (كغ / سم٢)	100	120	150
الإجهادات المسموحة لجدران الخرسانة العادية للأحمال الشاقولية فقط .	4.8	5.3	5.9
الإجهادات المسموحة لجدران الخرسانة العادية للأحمال الشاقولية وضغط التربة والمياه	7.2	8.0	8.8
الإجهادات المسموحة لجدران البيتون المغموس للأحمال الشاقولية فقط	4.0	4.4	4.9
الإجهادات المسموحة لجدران البيتون المغموس للأحمال الشاقولية وضغط التربة والمياه .	6.0	6.6	7.3

جدول رقم (٥ – ٦)

قيم الإجهادات المسموحة في القص للجدران الحاملة الخرسانية

(مقدرة بالـ كغ / سم^{٢})

نـوع الخرسانـــة	عادي	أول	ممتاز
المقاومة المميزة للخرسانـة (كغ / سم٢)	100	120	150
الإجهادات المسموحة للأحمال الأساسية	2.4	2.7	3.0
الإجهادات المسموحة لأحمال الرياح إضافة للأحمال الأساسية .	3.0	3.3	3.7

المقصود بالأحمال الأساسية ، الأحمال الدائمة (أوزان ميتة وضغط تربة جانبي وما في حكمها) وأحمال حيّة .

الفصل السادس

٦ـ تصميم عناصر الجدران الحاملة المبنية من الأحجار الطبيعية أوالصناعية

٦-١- عموميـــات :

يُعالج هذا الفصل طرائق حساب مقاطع عناصر الجدران المبنية من الأحجار الطبيعية أو الصناعية مع رابط اسمنتي والمستثمرة في وسط ذي درجة حرارة نظامية .

لايشمل الحساب العناصر الخاصة مثل الجسور والمنشآت المائية والأقواس والمداخن والمباني المشادة على ترب حساسة جداً للرطوبة .

يتم تقييم الأفعال وفقاً للبند (٤ -١) ويتبع في تحليل المنشأة الطريقتان المبينتان في البند (٤ -٢) ووفقاً للاسس المعطاة في الفصل الرابع حيث يتم حساب مقاطع عناصر الجدران الحاملة المبنية لتحقق معاً المتطلبات الإنشائية من حيث المقاومة والديمومة وشروط الاستثمار وتؤمن العزل الحراري والصوتي والمائي . ويتبع في الحساب حالة حدّ تجاوز الإجهادات المسموح بها من تأثير الأحمال الشاقولية والأفقية الناتجة عن ضغط التربة والمياه والرياح ، حيث تعتمد الفرضيات التي توافق حالة توازن الأفعال الناتجة عن القوى والأحمال والأفعال الأخرى الاستثمارية (دون تصعيد) مع المقاومات الداخلية ، بحيث لا تتجاوز الإجهادات الفعلية المتولدة قيم الإجهادات المسموح بها للمواد وذلك باعتماد فرضيات السلوك المرن لهذه المواد وإدخال عوامل الأمان ضمناً في الإجهادات المسموح بها .

أما عند إدخال تأثير الهزات الأرضية في الحساب في حالة المنشآت المتناظرة (أو شبه المتناظرة بحيث يكون تأثير الفتل مهملاً بالحساب) فيصبح التحقق من مقاومة القطاعات والعناصر المقاومة لهذه الأفعال وفق حالة حدّ المقاومة التي سترد في البند (٦ - ٤) .

٦-٢- حساب مقاطع الجدران الحاملة المبنية الخاضعة لضغط مركزي :

يتم حساب إجهاد الضغط لحالة القوى الشاقولية التي تمر محصلتها (N) من مركز ثقل الجزء من الجدار المدروس وفق البند (٤ - ٥) . وفق العلاقة :

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad \ldots\ldots \quad (6-1)$$

حيث : A = مساحة الجزء المدروس من الجدار .

σ = إجهاد الضغط الناتج ويجب أن يقل عن الإجهاد المسموح للجدار مع أخذ تأثير التحنيب بالحسبان وفق الفصل الخامس .

ويمكن في الحالات العادية إهمال اللامركزية الطارئة الناتجة عن عدم دقة التنفيذ حيث أن أثرها مأخوذ بالحسبان في الاجهادات المسموحة .

٦-٣- حساب مقاطع الجدران الحاملة المبنية الخاضعة لضغط لا مركزي :

عند تعرض العنصر المطلوب دراسته إلى عزم انعطاف ناتج عن لا مركزية القوى المؤثرة أو عن تأثير ضغط التربة والمياه أو ضغط الرياح فيصبح العنصر معرضاً إلى قوة ضاغطة N ناتجة عن حمولات الاستثمار مع عزم انعطاف M ناتج أيضاً عن حمولات الاستثمار. وبالتالي يصبح العنصر معرضاً لوضعية ضغط لا مركزي .

تحسب الإجهادات $\sigma(y)$ في مقطع العنصر من العلاقة :

$$\sigma(y) = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} \cdot y \quad \ldots\ldots \quad (6-2)$$

حيث A = مساحة مقطع العنصر

I = عزم عطالة مقطع العنصر حول محور مار من مركز ثقله .

y = بُعد الليف المطلوب حساب الإجهاد عنده عن المحور المار من مركز ثقل المقطع بإتجاه مستوى العزم المطبق على المقطع .

ولحالة المقاطع المستطيلة ذات البُعد h في مستوى العزم المطبق والبعد b في مستوى عمودي على مستوى العزم المطبق تكون قيمة الإجهادات الناتجة عن الليفين الواقعين عند طرفي المقطع كما يلي :

$$\sigma_{\frac{1}{2}} = \frac{N}{hb}\left(1 \pm \frac{6e}{h}\right) \ldots\ldots (6-3)$$

حيث :

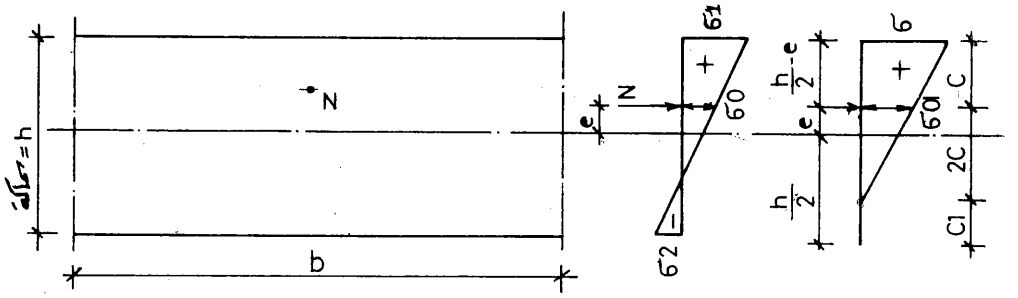
$e = \frac{M}{N}$ = لامركزية القوة الضاغطة المؤثرة أي بعدها عن المحور المار من مركز ثقل المقطع .

وتكون القيمة الموجبة ضاغطة والسالبة شادّة .

فإذا نتج من تطبيق العلاقة (3 - 6) حصول إجهادات شادّة فيتم التحقق من المقطع كما يلي :

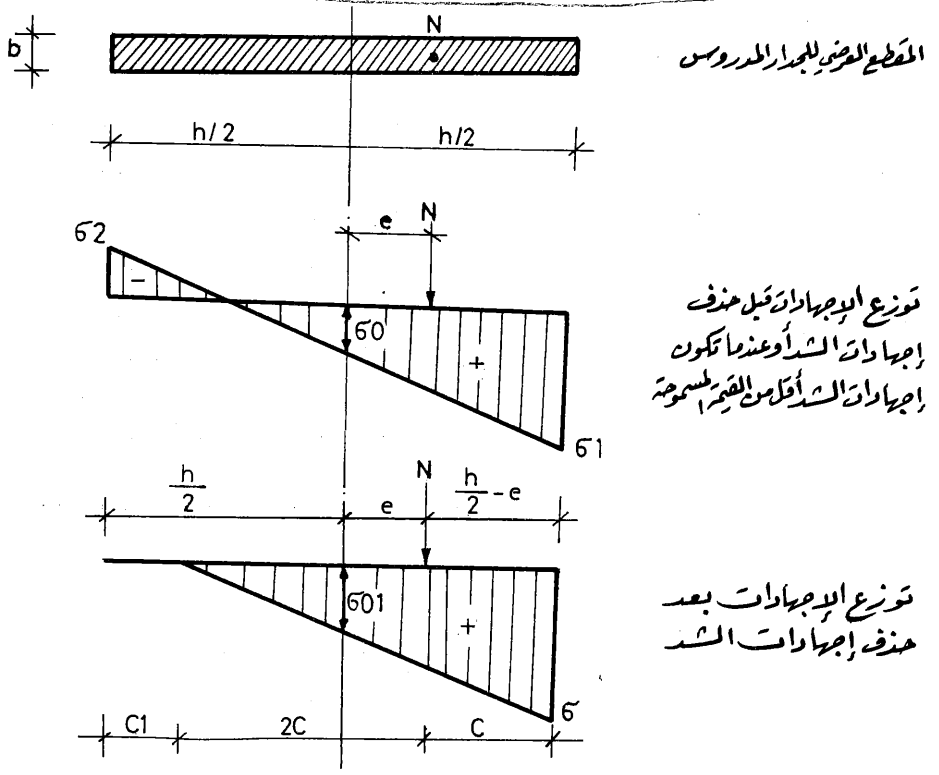
آ — إذا كانت اللامركزية ناتجة عن حمولات في مستوى متعامد مع المستوى الأوسط للجدار فيلزم أن لايزيد إجهاد الشدّ σ_2 على الإجهاد المسموح وفق البند (٥ – ٧ – ١) . فإذا زاد الإجهاد على القيمة المسموح بها فيتم التحقق من المقطع وفق الفقرة التالية (ب) .

ب — إذا زاد إجهاد الشدّ σ_2 للحالة (آ) على القيمة المسموحة أو إذا نتج إجهاد شدّ من لا مركزية ناشئة عن حمولات في مستوى الجدار نفسه فتحذف كامل إجهادات الشدّ الناتجة وتحسب الإجهادات الضاغطة الأعظمية σ في المقطع وفق الشكل (٦ – ١) (لحالة اللامركزية في مستوى عمودي على مستوى الجدار) ووفق الشكل (٦ – ٢) (لحالة اللامركزية في مستوى الجدار) وذلك من مبدأ توازن القوة الخارجية



الشكل (٦ - ١) .

توزع الإجهادات عندما تكون اللامركزية في مستوى عمودي على مستوى الجدار.



الشكل (٦ - ٢)

توزع الإجهادات عندما تكون اللامركزية في مستوى الجدار

مع محصلة الإجهادات الضاغطة الداخلية حسب العلاقة :

$$\sigma = \frac{2N}{3cb} \quad \ldots\ldots (6-4)$$

حيث :

$$c = \frac{h}{2} - e \quad \ldots\ldots (6-5)$$

جـ — يجب أن لا تزيد قيمة إجهاد الضغط σ_0 (أو σ_{01} حسب الحال) في الليف المركزي المار من منتصف المقطع العرضي عن القيمة الأساسية للإجهادات المسموحة المذكورة في البند (٥ – ٢) بعد تعديلها للتحنيب وفقاً للبند (٥ – ٣) كما يجب أن لا تزيد قيمة الإجهاد الأعظمي σ في الليف الطرفي من المقطع عن η مرة قيمة الإجهاد المسموح مع أخذ تأثير التحنيب بالحسبان .

حيث تحسب η من البند (٥ – ٤) .

د — يجب ألا يزيد البعد c_1 على $\frac{h}{4}$ حيث :

$$c_1 = h - 3c \quad \ldots\ldots (6-6)$$

يكون تحديد هذه القيمة الأعظمية للبعد c_1 ضرورياً لضمان أمان كافٍ لاستقرار الجدار .

٦-٤- حساب مقاطع الجدران الحجرية المبنية لمقاومة الزلازل :

٦-٤-١- مجال استخدام هذه الطريقة في الحساب :

تطبق هذه الطريقة على المباني ذات المساقط الأفقية المنتظمة ، على أن تنفذ الجدران الحاملة بشكل متعامد أو بوجود جدران داعمة متعامدة على الجدران الحاملة وبارتفاع لا يزيد على 3 طوابق لجدران غير مدعمة بروابط شاقولية من الخرسانة المسلحة ولايزيد على 7 طوابق لجدران مدعمة بروابط شاقولية من الخرسانة المسلحة . يجب أن تنفذ البلاطات في هذه المباني مصبوبة في المكان وبحيث تكون صلاباتها في مستويها كبيرة جداً .

٦-٤-٢- حساب مقاومة الجدران الحاملة الحجرية في حالة الحدّ الأقصى :

أ — مقاومة القص عند الفواصل الأفقية بين مداميك الحجر في الجدران الحجرية المبنية (الشكل ٦ - ٣) :

تتولد مقاومة القص عند كل فاصل أفقي بين مدماكين من الحجر من قوة الاحتكاك والتلاصق وتحسب من العلاقة التالية :

$$F_1 = \frac{\Omega f N_{max}}{\alpha 2} + \frac{A \tau_{ou}}{\alpha 1} \quad \ldots\ldots (6-7)$$

Ω = 0.35 = معامل تخفيض مقاومة مادة الحجر

f = 0.70 = معامل الإحتكاك بين المقاطع الحجرية

N_{max} = الأحمال الشاقولية الناجمة عن الثقالة في حالة الحدّ الأقصى .

A = 0.5 t.L = المقطع المكافئ للجدار الحجري الحامل

t = سماكة الجدار

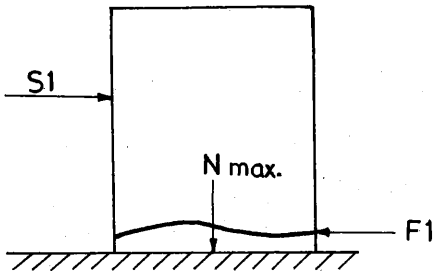
L = طول المقطع الأفقي للجدار

f'_c = المقاومة المميّزة على الضغط للمونة

τ_{ou} = $0.4\sqrt{f'_c}$

$\alpha 1$ = 1.5 للمقاطع المستطيلة

$\alpha 2$ = 1.3



الشكل (٦ - ٣) .

أما إذا تعرض المقطع إلى شدّ في جزء منه أو كانت المونة مغمورة بشكل دائم في الماء فتصبح العلاقة (7 - 6) مساوية :

$$F1 = \frac{\Omega f N_{max}}{\alpha 2} \quad \ldots\ldots \quad (6-8)$$

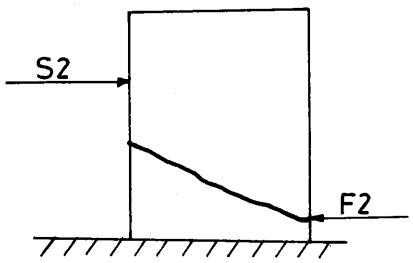
وفي حالة كون الجدار مدعماً بروابط شاقولية من الخرسانة المسلحة ، فتحسب مقاومة الجدار الحجري وفق العلاقة التالية :

$$F1 = \frac{\Omega f N_{max}}{\alpha 2} + \frac{A \tau_{ou}}{\alpha 1} + 0.81 A_s \cdot f_y \quad \ldots\ldots \quad (6-9)$$

حيث : A_s = مساحة مقطع التسليح الطولي في أعمدة التقوية

f_y = حدّ السيلان للتسليح الطولي في أعمدة التقوية

ب — مقاومة القص الناجم عن إجهادات الشدّ الرئيسية في المقاطع الحرجة في الجدران الحجرية المبنية (الشكل ٦ - ٤) .



الشكل (٦ - ٤) .

تحدد مقاومة القص في الجدران الحجرية المبنية كالآتي وبعد الأخذ بالحسبان زيادة هذه القوة بوجود قوة ناظمية ضاغطة على المقطع N_{max}

-الجدران الحجرية غير المدعمة بأعمدة من الخرسانة المسلحة :

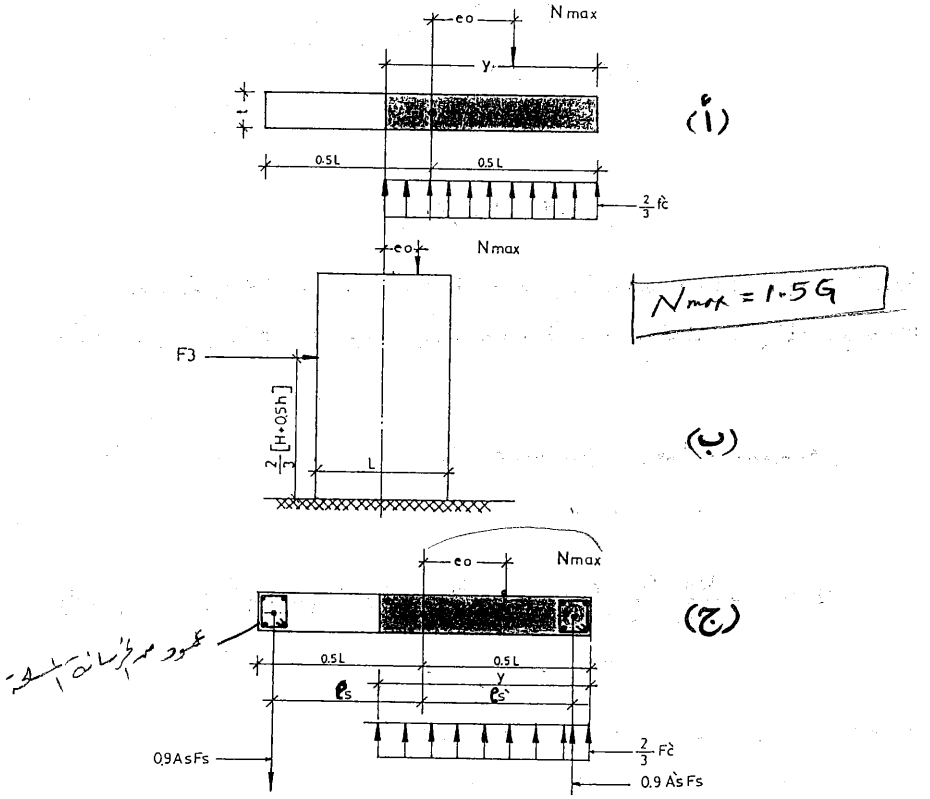
$$F_2 = \frac{\tau_{ou} \cdot A}{1.5} \left[1 + 0.007 \frac{N_{max}}{A}\right] \leq 2 \times \left\{\frac{\tau_{ou} \cdot A}{1.5}\right\} \ldots (6-10)$$

- الجدران الحجرية المدعمة بأعمدة من الخرسانة المسلحة تسليحها A_S :

$$F_2 = \frac{\tau_{ou} \cdot A}{1.5} \left[1 + 0.007 \frac{N_{max}}{A}\right] + 0.81 A_s \cdot f_y \ldots . (6-11)$$

جـ ــ مقاومة القص للاجهادات الناجمة عن الضغط اللامركزي الشكل (٦–٥).

جـ–١– الجدران الحجرية غير المدعمة : ويمكن تمييز حساب هذه الجدران تبعاً إلى لا مركزية القوى الناظمة إلى الحالتين التاليتين :



الشكل (٦ – ٥)

الحالة الأولى : (اللامركزية الصغيرة) :

يحسب عمق المنطقة المضغوطة y من العلاقة التالية :

$$y = \frac{N_{max}}{0.35\frac{2}{3} . f'_c . t} \geq 0.5\,L \qquad \ldots\ldots (6-12)$$

أما اللامركزية e_0 فتساوي :

$$e_0 = 0.5\,L - 0.5\,y \qquad \ldots\ldots (6-13)$$

وتحسب مقاومة القص للإجهادات الناجمة عن الضغط اللامركزي من العلاقة التالية :

$$F_3 = \frac{N_{max} \cdot e_0}{0.67\,[H + 0.5h]} \qquad \ldots\ldots (6-14)$$

حيث : H الإرتفاع الكلي للجدار

h إرتفاع الطابق الواحد في البناء .

الحالة الثانية (اللامركزية الكبيرة) :

يحسب عمق المنطقة المضغوطة y من العلاقة التالية :

$$y = \frac{N_{max}}{0.45\,\frac{2}{3} \cdot f'_c \cdot t} < 0.5\,L \qquad \ldots\ldots (6-15)$$

أما اللامركزية e_0 والقوة F_3 فتحسب وفق العلاقتين : (6 - 13) و (6 - 14) أعلاه حسب التسلسل .

جـ-٢- الجدران الحجرية المدعمة بروابط شاقولية من البيتون المسلح بفرض مساحة التسليح المشدود A_s ومساحة التسليح المضغوط A'_s (الشكل ٦ - ٥ -ج) .

الحالة الأولى (اللامركزية الصغيرة) : حيث تكون $f'_s = f_y$ و $f_s \cong 0$

يحسب عمق المنطقة المضغوطة y من العلاقة التالية :

$$y = \frac{\frac{N_{max}}{0.35} - 0.9\,A'_s \cdot f_y}{\frac{2}{3} \cdot f'_c \cdot t} \geq 0.5\,L \qquad \ldots\ldots (6-16)$$

أما قيمة اللامركزية e_0 فتحسب من العلاقة :

$$e_0 = \frac{\frac{2}{3} f'_c . t.y [0.5 L - 0.5 y] + 0.9 A'_s . f_y . e'_s}{\frac{2}{3} f'_c . t . y + 0.9 A'_s . f_y} \quad \ldots\ldots (6-17)$$

أما مقاومة القص للإجهادات الناجمة عن الضغط اللامركزي فتحسب من العلاقة (6 - 14) بتعويض قيمة e_0 المحسوبة في العلاقة (6 - 17) .

الحالة الثانية (اللامركزية الكبيرة) :

حيث يكون $f'_s = f_s = f_y$

يحسب عمق المنطقة المضغوطة من العلاقة التالية :

$$y = \frac{\frac{N_{max}}{0.45} + 0.9 f_y (A_s - A'_s)}{\frac{2}{3} . f'_c . t} < 0.5 L \quad \ldots\ldots (6-18)$$

أما قيمة اللامركزية e_0 فتحسب من العلاقة :

$$e_0 = \frac{\frac{2}{3} f'_c . t . y [0.5 L - 0.5 y] + 0.9 (A'_s f_y . e'_s + A_s f_y . e_s)}{\frac{2}{3} f'_c . t . y + 0.9 A'_s . f_y - 0.9 A_s . f_y} \quad .. (6-19)$$

أما مقاومة القص F_3 للاجهادات الناجمة عن الضغط اللامركزي فتحسب من العلاقة (6 - 14) بتعويض قيمة e_0 المحسوبة في العلاقة (6 - 19) .

٦-٤-٣- مراحل الحساب للجدران الحجرية المبنية على الزلازل :

أ — تحدد الجدران الحجرية المبنية الحاملة في الاتجاهين الرئيسيين للبناء.

ب — تحدد قيم القوى الناظمية الناجمة عن الثقالة (الأحمال الميتة فقط) ويضاف لها $\frac{1}{4}$ الأحمال الحية المطبقة على المستودعات والمخازن .

وحساب القوى الناظمة المصعدة Nmax وأحمال الزلازل المصعدة Smax وفق التراكيب الأساسية المعتمدة في الكود العربي السوري وهي :

١ - $U = 1.5\,G$ ..... (6 - 20) أي [$N_{max} = 1.5\,G$]

٢ - $U = 0.8\,[\,1.5\,G + 1.8\,P + 1.8\,(1.1\,S)\,]$ ..... (6 - 21)

حيث S = الأحمال الناجمة عن الزلازل وتحدد وفق الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

ولحالة عدم وجود مستودعات أو مخازن تكون :

الأحمال الميتة المصعدة $N_{max} = 1.2\,G$

وأحمال الزلازل المصعدة $S_{max} = 1.59\,S$

وعند حساب عزوم الإنعطاف والقوى الداخلية في العناصر الناجمة عن الزلزال فيمكن تخفيضها بضربها بالمعامل J حيث :

$$J = \frac{0.5}{T^{2/3}} \leq 1 \qquad \ldots\ldots (6-22)$$

T = الدور الذاتي الأساسي للمباني الحجرية ويحسب من العلاقة :

$$T_{(sec)} = \frac{0.07\,H}{\sqrt{D}} \qquad \ldots\ldots (6-23)$$

H = الارتفاع الكلي للبناء بالمتر

D = طول ضلع البناء في اتجاه انتشار حركة الزلزال بالمتر.

أما قوى القص الخارجية للتحقق من مقاومة المقاطع للقص والشدّ الرئيسي فلا تخفض .

[ارتفاع إطار الوحدة في البناء]

جـ — تحدد قيمة القوى الأفقية الناجمة عن الزلازل دون تصعيد (S) في كل اتجاه وفق الطريقة المعتمدة في الكود وتصعد بالمعامل 1.59 أي : [$S_{max} = 1.59 . S$] وتُعدّ مركزة على بعد [$H + 0.5h$] $\frac{2}{3}$

د — تحدد المقاومة في حالة الحدّ الأقصى لكل جدار مليء أو ذي فتحات معبراً عنها كمقاومة قص عند القاعدة F ، وتؤخذ بالحسبان القيمة الأقل للحالات التالية :

- حالة قص الفواصل الأفقية بين الأحجار F1 .
- حالة التشقق بشكل مائل للمقطع الحرج الناجم عن إجهادات الشدّ الرئيسية " F2 " .
- حالة إنهيار المقطع الحرج على الضغط بفعل قوة الضغط اللامركزي المعرض لها الجدار المليء ويضاف إلى ذلك قوى القص المتولدة في جوائز الربط في الجدران ذات الفتحات $\frac{F3}{J}$.

حيث : $F = \min [F1, F2, \frac{F3}{J}]$ ..... (6 - 24)

هـ — تجمع المقاومات الدنيا للجدران الحاملة المحسوبة في / د / أعلاه في كل اتجاه رئيسي وتحدد المقاومة الكلية التي يتحملها البناء في كل اتجاه ولتكن :

$$F_t = \Sigma F \quad ..... (6 - 25)$$

و — تقارن هذه المقاومة F_t بعد ضربها بمعامل تخفيض للمقاومة يأخذ بالحسبان تأثير الفتل على الجدران مساوياً 0.9 في الحالات العادية (أي المنشآت المتناظرة أو القريبة من المتناظرة) .

ز — يجب أن تتحقق المعادلة التالية لكل بناء في كل اتجاه مدروس حتى يُعدّ هذا البناء مقاوماً لفعل الزلازل :

$$1.59\ S \leq 0.9\ F_t \quad ..... (6 - 26)$$

الفصل السابع

٧ - تصميم عناصر الجدران الحاملة الخرسانية

٧-١- عموميات :

يُعالج هذا الفصل طرائق حساب مقاطع عناصر الجدران الخرسانية (المصبوبة) العادية أو الخرسانية المغموسة في وسط ذي حرارة نظامية . لا يشمل الحساب العناصر الخاصة مثل الجسور والمنشآت المائية والأقواس والمداخن والمباني المشادة على ترب حساسة جداً للرطوبة .

يتم تقييم الأفعال وفقاً للبند (٤ - ١) ويتبع في تحليل المنشأة الطريقتان المبينتان في البند (٤ - ٢) ووفقاً للاسس المعطاة في الفصل الرابع حيث يتم حساب مقاطع عناصر الجدران الحاملة الخرسانية العادية والخرسانية المغموسة لتحقق معاً المتطلبات الإنشائية من حيث المقاومة والديمومة وشروط الاستثمار وتؤمن العزل المائي . ويتبع في الحساب حالة حدّ تجاوز الاجهادات المسموح بها من تأثير الاحمال الشاقولية والأفقية الناتجة عن ضغط التربة والمياه والرياح ، حيث تعتمد الفرضيات التي توافق حالة توازن الأفعال الناتجة عن القوى والأحمال والأفعال الأخرى الاستثمارية (دون تصعيد) مع المقاومات الداخلية ، بحيث لا تتجاوز الاجهادات الفعلية المتولدة قيم الاجهادات المسموح بها للمواد وذلك باعتماد فرضيات السلوك المرن لهذه المواد وادخال عوامل الأمان ضمناً في الاجهادات المسموح بها .

أما عند ادخال تأثير الهزات الأرضية في الحساب في حالة المنشآت المتناظرة (أو شبه المتناظرة بحيث يكون تأثير الفتل مهملاً بالحساب) فيصبح التحقق من مقاومة القطاعات والعناصر المقاومة لهذه الأفعال وفق حالات حدود المقاومة التي سترد في البند (٧ - ٤).

٧ - ٢- حساب مقاطع الجدران الحاملة الخرسانية الخاضعة لضغط مركزي :

تعتمد في الحساب الأسس المبينة في البند (٦ - ٢) .

٧ - ٣- حساب مقاطع الجدران الحاملة الخرسانية الخاضعة لضغط لا مركزي :

تعتمد في الحساب الاسس المبينة في البند (٦ - ٢) حتى العلاقة (3 - 6) فإذا نتج من تطبيق العلاقة (2 - 6) أو (3 - 6) حصول إجهادات شادّة فيتم التحقق من المقطع كما يلي :

أ ـ يلزم أن لايزيد إجهاد الشدّ σ_2 عن الإجهاد المسموح وفق البند (٥ - ٧ - ٢) حسب نوع الجدار من الخرسانة العادية أو المغموسة فإذا زادت القيمة عن المسموح بها فيتم التحقق من المقطع وفق الفقرة (ب) .

ب ـ إذا زاد إجهاد الشدّ σ_2 للحالة (أ) عن القيمة المسموحة فتحذف كامل إجهادات الشدّ الناتجة وتحسب الاجهادات الضاغطة الأعظمية σ في المقطع وفق الشكل (٦ - ١) (لحالة اللامركزية في مستوى عمودي على مستوى الجدار) وذلك من مبدأ توازن القوة الخارجية مع محصلة الاجهادات الضاغطة الداخلية وفق العلاقة (4 - 6) .

جـ ـ يجب أن لاتزيد قيمة إجهاد الضغط σ_0 (أو σ_{01} حسب الحال) في الليف المركزي المار من منتصف المقطع العرضي عن القيمة الاساسية للاجهادات المسموحة المذكورة في البند (٥ - ٢ - ٣) بعد تعديلها للتحنيب وفقاً للبند (٥ - ٣) .

كما يجب أن لا تزيد قيمة الاجهاد الأعظمي σ في الليف الطرفي من المقطع عن η مرة قيمة الاجهاد المسموح مع أخذ تأثير التحنيب بالحسبان حيث تحسب η من البند (٥ - ٤) .

د ـــ يجب ألا يزيد البعد c_1 عن $\frac{h}{3}$ حيث c_1 تحسب من العلاقة (6-6).

وتحديد هذه القيمة الأعظمية للبعد c_1 ضروري لضمان أمان كافٍ لاستقرار الجدار .

٧ - ٤- حساب مقاطع الجدارن الحاملة الخرسانية لمقاومة الزلازل :

٧-٤-١- مجال استخدام هذه الطريقة في الحساب :

إن مجال استخدام هذه الطريقة في الحساب ينطبق مع ما ورد في البند (٦ - ٤ - ١) .

٧-٤-٢- حساب مقاومة الجدران الحاملة الخرسانية في حالة الحدّ الاقصى :

أ ـــ مقاومة القص عند الفواصل الافقية الحرجة للجدران الخرسانية العادية أو المغموسة (وخاصة عند اتصال الاساس مع الجدار) .

تحسب هذه المقاومة في حال وجود فاصل صبّ أفقي كما ورد في البند (٦ - ٤ - ٢) الفقرة / أ / مع الأخذ بالحسبان الاختلافات التالية :

$$A = L \cdot t'$$

$\tau_{ou} = 0.62\sqrt{f'_c}$ للخرسانة العادية و $0.52\sqrt{f'_c}$ للمغموسة

حيث :

f'_c = المقاومة المميزة للخرسانة المستعملة في العادية أو المغموسة .

ب ـــ مقاومة القص الناجمة عن اجهادات الشدّ الرئيسية في المقاطع الحرجة في الجدران الخرسانية (العادية أو المغموسة) .

تحسب هذه المقاومة كما ورد في البند (٦ - ٤ -٢) الفقرة /ب/ مع الأخذ بالحسبان الاختلافات التالية :

$$t . L = A$$

$\tau_{ou} = 0.62\sqrt{f'_c}$ للخرسانة العادية و $0.52\sqrt{f'_c}$ للمغموسة

f_c = المقاومة المميزة للخرسانة المستعملة في العادية أو المغموسة .

جـ — مقاومة القص للاجهادات الناجمة عن الضغط اللامركزي :

تحسب هذه المقاومة كما ورد في البند (٦ - ٤ - ٢) الفقرة /ج/ مع الأخذ بالحسبان الاختلافات التالية :

$$t . L = A$$

$\tau_{ou} = 0.62\sqrt{f'_c}$ للخرسانة العادية و $0.52\sqrt{f'_c}$ للخرسانة المغموسة

f_c = المقاومة المميزة للخرسانة المستعملة في العادية أو المغموسة .

٧-٤-٣- مراحل الحساب للجدران الخرسانية العادية أو المغموسة على الزلازل :

تحسب تماماً كما ورد في البند (٦ - ٤ - ٣) .

الفصل الثامـن

٨ ـ إشتراطات تنفيذ الجدران الحاملة

٨-١- الاشتراطات العامـة :

أ ـ يجب تحديد نوعية ومقاومة مادة إنشاء الجدار الحامل وكتابتها بشكل واضح وصريح على المخططات الانشائية للمشروع كما يجب على المنفذ التأكد من صحة استخدام مادة الإنشاء المطلوبة .

ب ـ يجب كتابة عبارة على المخططات الإنشائية تمنع إجراء تكسير الجدران الحاملة .

جـ ـ يجب تحديد نوع المونة التي يلزم استخدامها (في حال الجدران المبنية) وكتابة ذلك أيضاً على المخططات الإنشائية وعلى المنفذ التأكد من صحة استخدام المونة المطلوبة .

د ـ إن سماكات الجدران الحاملة التي تحدد على المخططات هي السماكات الإنشائية (أي دون حساب سماكات الطينة وماشابهها) .

هـ ـ يجب أن يُحافظ الجدار الحامل على السماكة نفسها في كل طابق وبما يتناسب مع المخططات الإنشائية شريطة أن لا تقل السماكة المنفذة عن المطلوب في المخططات الإنشائية .

و ـ يتم تنفيذ بناء الجدران الحاملة بواسطة عمّال مهرة مختصين وفق الأصول التقنية المعتمدة .

ز ـ يجب أن تنفذ الجدران بشكل شاقولي تماماً .

ح ـ ترش الجدران بعد بنائها (أو صبّها) بالماء لمدة أسبوع على الأقل وتزاد هذه الفترة إلى 15 يوماً في أيام الصيف التي تزيد فيها درجة الحرارة عن 35 درجة مئوية . ويُشترط أن لايقل عدد المرّات التي

ترش فيها الجدران بالماء عن مرتين يومياً في الأحوال العادية وعن 4-3 مرات في الأيام الحارة (أكثر من 35 درجة مئوية) .

٨-٢- إشتراطات تنفيذ جدران الحجر الغشيم :

أ — يتم بناء جدار الحجر الغشيم بربط الأحجار بالمونة مع محاولة استخدام الأحجار ذات الأبعاد المتقاربة بالمدماك الواحد وكل ارتفاع متر إلى متر ونصف يجب تأمين سطح مدماك أفقي .

ب — في حال بناء جدار الحجر الغشيم بدون مونة (بشرط أن لا يتعدى ارتفاع المبنى طابق واحد ولا يقل سمك الجدار عن 50 سم ولا يزيد التباعد بين محوري جدارين متجاورين على 4m) . فيجب العمل على إملاء الفراغات بين الأحجار الكبيرة باستخدام أحجار صغيرة . كما يُنصح باستخدام الأحجار ذات الأبعاد المتقاربة بالمدماك الواحد مع محاولة تأمين سطح مدماك أفقي كل مسافة متر إلى متر ونصف .

٨-٣- اشتراطات تنفيذ الجدران الحاملة المبنية من الأحجار المشغولة أو الصناعية :

أ — يجب أن تكون الاحجار المستخدمة في المدماك الواحد ذات ارتفاعات متساوية كما يجب أن تكون أسطح المداميك أفقية ومستوية ومنتظمة .

ب — يجب أن تكون الأحجار الصناعية المستخدمة من النوع المصمت (المليء) أو ما في حكمه .

جـ — يجب أن تحقق الأحجار المستخدمة المقاومة المطلوبة في التصميم .

د — يجب أن تكون المونة منتظمة ومستمرة وذات سماكة ثابتة إلى حدّ معقول كما يجب أن لا تقل سماكة المونة عن 10 مم ولا تزيد عن 15 مم وذلك في جميع الفواصل الأفقية والشاقولية .

هـ ـــ إذا كان الوجه الخارجي سيترك بدون طينة فيجب تكحيل المونة في هذا الوجه بالشكل المطلوب في المخططات المعمارية والمواصفات .

ز ـــ يجب أن يتم بناء الجدران الحاملة والداعمة بالوقت نفسه ، كما يجب إحداث ترابط بين الجدران عند التقاطعات .

٨ -٤ - إشتراطات تنفيذ الجدران الحاملة الخرسانية :

٨-٤-١- إشتراطات المواد :

أ ـــ تتألف الخرسانة العادية من مزيج الاسمنت والماء والحصويات (رمل ناعم وخشن + بحص ناعم وخشن) ، ويمكن الرجوع لمواصفات هذه المواد في مكان آخر من هذا الكود . إضافة لذلك يجب أن يطابق التدرج الحبّي للحصويات مجتمعة أحد منحنيات التدرج الحبّي المقبولة في المراجع المختصة. ومنها على سبيل المثال المنحنيات الواردة في الفصل الثاني من هذا الكود .

ب ـــ تتألف الخرسانة المغموسة من خرسانة عادية إضافة لأحجار الغمس . يُشترط أن لايزيد بُعد أكبر حجر غمس مستخدم عن ثلث أصغر بُعد للعنصر الذي سيصبّ من الخرسانة المغموسة .

٨-٤-٢- إشتراطات الصبّ :

أ ـــ يتم خلط مكونات الخرسانة العادية ونقلها وصبّها ودمكها ومعالجتها بالماء بعد الصبّ بالطريقة نفسها ووفقاً للإشتراطات نفسها المذكورة للخرسانة في الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

ب ـــ يتم الحصول على الخرسانة المغموسة من غمس أحجار الغمس ضمن الخرسانة العادية (أثناء صبّها) ، وتكون نسبة أحجار الغمس للخرسانة العادية لا تزيد عن نسبة 1 : 2 (أي أن حجم أحجار الغمس

في الخرسانة المغموسة لا يزيد على الثلث) .

جـ — يمكن فك قالب الجدران الحاملة من الخرسانة (العادية أو المغموسة) بعد يومين من الصبّ صيفاً وبعد ثلاثة أيام شتاءً .

د — يجب أن لا يزيد طول الجدار الحامل من الخرسانة العادية أو المغموسة على 15 متر من أجل تخفيف تشققات الإنكماش في خرسانة الجدار .

٨ – ٥ – ضبط الجودة للمواد والتنفيذ للجدران الحاملة :

يتم ضبط الجودة لمواد الجدران الحاملة وكذلك ضبط الجودة لتنفيذ الجدران الحاملة نفسها باتباع الإشتراطات والمواصفات السارية المفعول أو وفقاً للمراجع المختصة . يمكن ذكر الإشتراطات والمواصفات التالية على سبيل المثال لا الحصر :

- الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة .
- دفتر الشروط الفنية العامة العائد لوزارة الدفاع .
- دفتر الشروط الفنية العامة العائد لوزارة الإنشاء والتعمير .

٨ – ٦ – التسامحات في تنفيذ أبعاد الجدران الحاملة :

آ – إن التفاوت المسموح به في أي بُعد d للجدران الحاملة مقاساً بين أسطح متقابلة أو بين أضلاع أو بين تقاطعات أضلاع يُحدد بما يلي :

$\frac{1}{2}\ \sqrt[3]{d}$ (مقدراً بالسنتيمتر) .

ب — إن التفاوت المسموح به في الإستقامة العمودية لعنصر ارتفاعه h_w يحدد بالعلاقة :

$$\alpha\ \sqrt[3]{h_w}$$

(مقدراً بالسنتمتر) حيث تؤخذ α من الجدول التالي :

مواصفات الجدار	قيمة α
جدار حامل ذو وجه رأسي	0.4
جدار داعم أو قاطع	0.6

جـ — يميز التفاوت المسموح به في الإستقامة الطولية على ضلع مستقيم (أو على كل راسم مستقيم لمستوى السطح) بأقصى سهم للترخيم المقبول لكل جزء طولي من هذا الضلع (أو من هذا الراسم) وهي محددة عند $\frac{L}{250}$ حيث L = الإستقامة الطولية المقاسة .

الفصل التاسع

٩ ـ تصميم عناصر المباني ذات الجمل الإنشائية المختلطة

٩ - ١- تعاريف :

يُعالج هذا الفصل طرائق حساب مقاطع عناصر المباني ذات الجمل الإنشائية المختلطة التي يمكن أن تكون وفق إحدى الحالات التالية :

٩-١-١- توجد جدران حاملة مبنية من الأحجار الطبيعية أو الصناعية أو جدران حاملة خرسانية عادية أو خرسانية مغموسة إضافة إلى أعمدة أو جدران من الخرسانة المسلحة في كل طابق .

٩-١-٢- تكون الجدران الحاملة في بعض الطوابق العليا وترتكز على جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة في الطابق أو الطوابق السفلية .

٩-١-٣- تكون الجدران الحاملة في الطوابق السفلية ويكون الطابق الأخير فقط جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة .

٩ -٢ - عموميات :

٩-٢-١- فيما يخص الجدران الحاملة غير المسلحة : فيتم تقييم الأفعال فيها وفق البند رقم (٤ - ١) ، ويتبع في تحليلها الطريقتان المبينتان في البند (٤ - ٢) ، وتعتمد الاسس المعطاة في الفصل الرابع في حساب مقاطع هذه الجدران وتحقيق المتطلبات الإنشائية - ويتبع في الحساب حالة حدّ تجاوز الاجهادات المسموحة من تأثير الأحمال الشاقولية ، وتعتمد الفرضيات التي توافق حالة توازن الأفعال الناتجة عن القوى والأحمال دون تصعيد مع المقاومات الداخلية ، بحيث لا تتجاوز الاجهادات الفعلية المتولدة قيم الاجهادات المسموح بها والموضحة في الفصل الخامس وذلك اعتماداً على فرضيات

السلوك المرن وباعتبار أن عوامل الأمان متضمنة في قيم الإجهادات المسموحة .

أما عند إدخال أثر الهزات الأرضية في الحساب في حالة المنشآت المتناظرة ، أو شبه المتناظرة والتي يكون فيها أثر الفتل مهملاً ، فيتم التحقق من مقاومة القطاعات أو العناصر المقاومة لهذه الأفعال وفق حالة حدّ المقاومة التي وردت في الفقرة (٦ - ٤) .

٩-٢-٢- إن تقييم الأفعال والتحليل الإنشائي للعناصر الخرسانية المسلحة في حالات التحميل الشاقولية المختلفة أو في أثر الهزات الأرضية فيتبع الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

٩-٣- استخدام جدران حاملة من الخرسانة المسلحة لبيت الدرج :

٩-٣-١- في المباني ذات الجمل المختلطة والموضحة في البند (٩ - ١) ، تنفذ جدران بيت الدرج من الخرسانة المسلحة بسماكة لا تقل عن 20 cm ، ويمكن اعتبار مساهمته في تحمل أثر الهزات الأرضية أو دفع الرياح وذلك وفق نسبة صلابته إلى باقي العناصر المقاومة للقوى الأفقية .

٩-٣-٢- باستخدام الخرسانة المسلحة في جدران بيت الدرج وعندما تكون الجدران الحاملة من الحجر المشغول ، عندها يُسمح باستخدام هذه الجدران الحاملة في الأبنية بحيث لا يتجاوز الارتفاع الأعظمي على 24m أو عن سبعة طوابق (بما فيها الأقبية أو الطابق الإضافي) ، ويجب أن لا تتعدى نسبة الارتفاع الحرّ للجدار في الطابق الواحد على سمك الجدار (h / d) عن 20 ، ولا تتعدى نسبة طول الفتحات عن % 50 من طول الجدار ، كما يجب أن لا يقل سمك الجدران الداخلية أو الخارجية والتي ترتكز البلاطات المصبوبة في المكان على كامل عرضها عن 20 cm ، أما الجدران الخارجية والتي لا تستند البلاطة المسلحة على كامل عرضها ، فهي جدران مزدوجة لا يقل سمكها عن

35cm ولا يقل عرض استناد البلاطة المسلحة عليها عن 20 cm .

إن هذه السماكات الدنيا هي للطوابق الثلاثة العلوية ، يمكن زيادة عدد الطوابق ذات سماكة الجدران 20 cm إلى أربعة طوابق شريطة تأمين تنفيذ روابط أفقية (شيناجات) مستمرة على كامل الجدران الحاملة بارتفاع كلي لا يقل عن 40 cm وذلك في سقف الطابق الأدنى .

٩ -٤ - السماكات الدنيا للجدران الحاملة في الجمل الإنشائية المختلطة :

٩-٤-١- تحدد سماكات الجدران الموجودة أسفل الطوابق الثلاثة أو الأربعة العليا بـ 40 cm ، ويمكن زيادة عدد الطوابق (عدد البلاطات) إلى سبعة بما فيها الأقبية والاضافيات فيما إذا نفذ الطابق الأدنى بسماكة 60 cm ، مع الإبقاء على التدرج المذكور أعلاه بالنسبة للطوابق العليا ، على أنه يمكن استبدال الجدران الحمالة الحجرية ذات السماكة 40 cm أو 60 cm بجدران من الخرسانة المسلحة لا تقل سماكتها عن 20 cm .

٩-٤-٢- في كافة الحالات ، يجب التحقق من هذه السماكات بحساب الإجهادات الفعلية في الجدران أو اللمعات والتأكد من أنها أصغر من الإجهادات المسموح بها والواردة في الفصل الخامس .

كما يجب أن تُراعى كافة إشتراطات التنفيذ الخاصة بالجدران الحجرية الحاملة الموضحة في البند (٨ - ٣) ، والإشتراطات التصميمية الأخرى الواردة سابقاً في هذا الكود .

٩-٤-٣- تحسب سماكات وتساليح جدران بيت الدرج في حال وجودها أو أية جدران أخرى من الخرسانة المسلحة التي تستمر من الأساسات وحتى السقف الأخير والتي الغرض منها مقاومة أثر الهزات الأرضية ودفع الرياح إعتماداً على الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة ،

وتحسب مساهمات كل عنصر في تحمل الدفع الأفقي وفق نسبة صلابته من مجموع الصلابات للعناصر المقاومة في كل إتجاه ، ويؤخذ بالحسبان تأثير الفتل في حالة عدم تناظر توضع جدران بيت الدرج نسبة إلى العناصر المقاومة للحمولات الأفقية في المسقط وذلك في الإتجاه المدروس .

٩-٥- إشتراطات يجب مراعاتها لعناصر الجملة المختلطة :

يُراعى في المباني الحاوية على جدران حمالة غير مسلحة إضافة إلى أعمدة أو جدران خرسانية مسلحة في كل طابق ما يلي :

٩-٥-١- إن تقييم الأفعال والتحليل الإنشائي في تصميم الجدران الحمالة غير المسلحة أو الجدران والأعمدة من الخرسانة المسلحة يتم وفق ما ورد سابقاً في الفصل السادس والفصل السابع والكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

٩-٥-٢- يجب عدم تغيير نوع الجدران الحاملة بمختلف أنواعها أو الأعمدة من طابق إلى آخر ، مع المحافظة على استمراريتها من الأساسات وحتى السقف الأخير .

٩-٦- المباني المكونة من جدران حمالة مرتكزة على جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة :

٩-٦-١- إن تقييم الأفعال والتحليل الإنشائي في تصميم الجدران الحمالة لهذا النوع من المنشآت المختلطة يتم وفق ما ورد في الفصل السادس ، إذا كانت الجدران الحاملة من الأحجار الطبيعية أو الصناعية ، ووفق الفصل السابع إذا كانت من الخرسانة العادية أو المغموسة .

٩-٦-٢- يتم حساب الهيكل الخرساني المسلح الحامل للطوابق العليا ذات الجدران الحاملة بحيث يتحمل كافة الأوزان والحمولات المطبقة عليه ،

على أنه يجوز وبالنسبة للجوائز فقط تخفيض ثلث الحمولات الكلية الواقعة فوقها وذلك بسبب العمل القوسي للجدران الحاملة إذا تحقق ما يلي :

أ ـ أطوال الفتحات (للجوائز) متقاربة ولا تختلف عن بعضها البعض بأكثر من 20 ٪ .

ب ـ تأمين مقاومة كافية لرد الفعل الأفقي للقوس (الرفس) بالوسائل المناسبة .

جـ ـ لا تقع فتحات النوافذ أو الأبواب في الجدران الحاملة فوق الأعمدة مباشرة .

٩-٦-٣- لا يُسمح في هذا النوع من المنشآت بناء جدران داخلية حاملة غير مسلحة في الطوابق السفلى (القبو أو الدكاكين ....) عدا جدران الجوار المحيطية وذلك تلافياً لاحتمال إزالتها أثناء استثمار المبنى .

٩-٦-٤- يجب أن لا يقل عرض الأعمدة من الخرسانة المسلحة والحاملة في واجهات الطابق الأرضي (المخازن) عن 30 cm .

٩-٦-٥- لايسمح بتركيب الأعمدة الخرسانية المسلحة الحاملة في البناء المختلط على الجدران الحاملة . بل يجب أن تستمر حتى الأساس مباشرة .

٩-٦-٦- يمكن وحسب الحاجة أن تستمر بعض الأعمدة حتى السقف الأخير لتساهم مع الجدران الحاملة في تحمّل الحمولات الشاقولية .

٩-٧- المباني من جدران حاملة في الطوابق السفلية والطابق الأخير جملة هيكلية من الخرسانة المسلحة :

٩-٧-١- تكون الجملة الهيكلية من الخرسانة المسلحة لطابق واحد فقط هو الطابق الأخير حصراً .

٩-٧-٢- يجب في هذه الحالة استعمال روابط أفقية مناسبة لتوزيع أحمال الأعمدة الخرسانية على الجدران الحاملة بشكل يحقق الإشتراطات الإنشائية .

٩-٨- الأساسات والجدران الإستنادية لمباني الجمل الإنشائية المختلطة :

٩-٨-١- تنفذ أساسات الجدران الحاملة الداخلية والخارجية من الخرسانة المغموسة بالأبعاد اللازمة ووفق نوع التربة وتحملها وبحيث تؤمن نقل الحمولات الكلية إلى التربة الصالحة للتأسيس ، لايقل بروز الأساس عن 20 cm من وجه الجدار الحامل ولا تقل سماكته عن 40 cm كما يمكن أن تكون أساسات هذه الجدران من الخرسانة المسلحة وتصمم وفق الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة .

٩-٨-٢- تصمم أساسات الأعمدة والجدران الخرسانية المسلحة من الخرسانة المسلحة إعتماداً على الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة وحسب نوع تربة التأسيس وتحملها .

٩-٨-٣- تربط كافة الأساسات المنعزلة والتي تستند على ترب يقل تحملها عن 2 kgf/cm^2 بروابط (شيناجات) خرسانية مسلحة في جميع المحاور ولا يقل مقطعها العرضي عن 1200 cm^2 وتسليحها عن 0.4% لكل من التسليحين العلوي والسفلي وعلى أن تحسب في كافة الحالات لتحمل أوزان الجدران أو القواطع الموجودة فوقها .

٩-٨-٤- تصمم الجدران الإستنادية في الأبنية ذات الجمل المختلطة والموضحة في الفقرة (٩ - ١ - ٢) في الأقبية من الخرسانة المسلحة لتحمل الدفع الخارجي للتربة وبسماكة لا تقل عن 25 cm إذا كان عمقها لا يزيد على 3,5 m ويصمم لها قاعدة مستمرة من الخرسانة المسلحة أيضاً . تربط هذه الجدران المسلحة مع الأعمدة المجاورة لها ومع الأساسات في أسفلها ومع البلاطة المسلحة في أعلاها .

٩-٨-٥- في حال وجود الجدران الإستنادية أسفل الجدران الحاملة غير المسلحة في الأبنية ذات الجمل المختلطة والموضحة في الفقرة (٩ - ١ - ١) والمواجهة لدفع التربة ، يمكن أن تصمم من الخرسانة المغموسة وبعرض لا يقل عن 50 cm ، أو بناء حجر طبيعي (حجر لبن) لا يقل عن 60cm . وفي كل الحالات يجب حسابها وتحقيق توازنها الستاتيكي ، وفي حال وقوع أحد جدران الملجأ في القبو تحت جدار حمال يزيد عرضه عن 25 cm ، فيجب زيادة سماكة جدار الملجأ من الخرسانة المسلحة بحيث لا يقل عرضه عن عرض الجدار الحامل الموجود فوقه أو يسند على ظفر قصير بارز من أعلى الجدار المسلح ويصمم حسب الكود العربي السوري للخرسانة المسلحة وفي هذه الحالة تؤخذ سماكة الجدار المسلح حسب المتطلبات التصميمية .