مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
المنظمة العربية للترجمة

تقنية التشييد

تشييد المنزل

مايك رايلي وأليسون كوتغريف

ترجمة

محمد عباسي

سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدّمة

تقنية التشييد

تشييد المنزل

اللجنة العلمية لسلسلة التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة :

د. محمد مراياتي

د. منصور الغامدي

د. حسن الشريف

د. حاتم النجدي

المنظمة العربية للترجمة

مايك رايلي أليسون كوتغريف

تقنية التشييد
تشييد المنزل

ترجمة

محمد عباسي

مراجعة

د. حسن الشريف د. هيثم الناهي

توزيع: **مركز دراسات الوحدة العربية**

الفهرسة أثناء النشر ـ إعداد المنظمة العربية للترجمة
رايلي، مايك
تقنية التشييد: تشييد المنزل/ مايك رايلي وأليسون كوتغريف؛ ترجمة محمد عباسي؛ مراجعة حسن الشريف وهيثم الناهي.
494 ص. ـ (تقنيات استراتيجية ومتقدمة ـ البناء والتشييد؛ 2)
يشتمل على فهرس.
ISBN 978-614-434-010-3
1. البناء. 2. مواد البناء. أ. العنوان. ب. كوتغريف، أليسون (مؤلف). ج. عباسي، محمد (مترجم). د. الشريف، حسن (مراجع). هـ. الناهي، هيثم (مراجع). و. السلسلة.
690

«الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبّر بالضرورة
عن اتجاهات تتبناها المنظمة العربية للترجمة»

Riley, Mike and Alison Cotgrave
Construction Technology 1: House Construction
"First published in English by Palgrave Macmillan, a division of Macmillan Publishers Limited under the title *Construction Technology 1: House Construction*, 2nd edition by Mike Riley and Alison Cotgrave. This edition has been translated and published under licence from Palgrave Macmillan. The authors have asserted their right to be identified as the author of this Work".

© Mike Riley and Alison Cotgrave 2002, 2008.

© **جميع حقوق الترجمة العربية والنشر محفوظة حصراً لـ:**

المنظمة العربية للترجمة
بناية «بيت النهضة»، شارع البصرة، ص. ب: 5996 ـ 113
الحمراء ـ بيروت 2090 1103 ـ لبنان
هاتف: 753031 ـ 753024 (9611) / فاكس: 753032 (9611)
e-mail: info@aot.org.lb - Website: http://www.aot.org.lb

توزيع: **مركز دراسات الوحدة العربية**
بناية «بيت النهضة»، شارع البصرة، ص. ب: 6001 ـ 113
الحمراء ـ بيروت 2407 2034 ـ لبنان
تلفون: 750084 ـ 750085 ـ 750086 (9611)
برقياً: «مرعربي» ـ بيروت / فاكس: 750088 (9611)
e-mail: info@caus.org.lb - Website: http://www.caus.org.lb

الطبعة الأولى: بيروت، نيسان (أبريل) 2013

المحتويات

شكر وتقدير 7
تقديم 9
مقدمة 13

الجزء 1
مدخل إلى تشييد المنزل

الفصل الأول: وظائف المباني 19
الفصل الثاني: التهيئة للبناء 51
الفصل الثالث: عملية البناء 91

الجزء 2
البنية السفلية للمبنى

الفصل الرابع: الأساسات 139
الفصل الخامس: الجدران تحت الأرض 187
الفصل السادس: الطوابق الأرضية 209

الجزء 3
الهيكل العُلوي للمبنى

الفصل السابع: الجدران الخارجية 237
الفصل الثامن: الطوابق العليا والدرَج 319
الفصل التاسع: توزيع المساحة الداخلية: الجدران والتقسيمات 339

الفصل العاشر: السقف: الهيكل والأغطية 357
الفصل الحادي عشر: النوافذ والأبواب 411
الفصل الثاني عشر: الإنهاءات الداخلية 441
الثبت التعريفي 459
ثبت المصطلحات 467
الفهرس 489

شكر وتقدير

يَوَدُّ المؤلفان تقديم شكرهما إلى الأشخاص التالين على دعمهم ومساهمتهم في إنجاز الكتاب:

بول هودكِنسون (Paul Hodgkinson): على وقته وجهده في إبداع الرسومات الإيضاحية المحتواة في الكتاب.

روبِن هيوز (Robin Hughes): على نصائحه وتعليقاته على المسوَّدات الأولية.

شركة ردرو هومز ودبليو إي براون المحدودة (Redrow Homes and W. A. Browne Ltd): على سماحهم باستخدام نماذج من أبنيتهم لتوضيح دراسات الحالات، وعلى السماح بالدخول اللامحدود إلى مواقع التشييد لديهم.

معهد تشييد الفولاذ (Steel Construction Institute): على السماح بنسخ بعض الصور من وثائقهم التوجيهية.

شركة أيستوك الدولية (iStock International Inc): على الصور المستخدمة في الأيقونات وفي افتتاحيات الأجزاء.

جولي وستيف وسام (Julie, Steve and Sam): على دعمهم وتفهمهم إبان كتابة هذا الكتاب.

تقديم

سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة
ضمن مبادرة الملك عبد الله للمحتوى العربي

يطيب لي أن أقدم لهذه السلسلة التي انتُقيت في مجالات تقنية ذات أولوية للقارئ العربي في عصر أصبحت فيه المعرفة محركاً أساسياً للنمو الاقتصادي والاجتماعي والتقني. ويأتي نشر هذه السلسلة بالتعاون بين مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية والمنظمة العربية للترجمة تلبية للسياسات والتوصيات التي تعنى باللغة العربية والعلوم ومنها:

أولاً: البيان الختامي لمؤتمر القمة العربي المنعقد في الرياض 1428هـ (2007م) الذي يؤكد ضرورة الاهتمام باللغة العربية، وأن تكون هي لغة البحث العلمي والمعاملات حيث نصّ على ما يلي: "تعزيز حضور اللغة العربية في جميع الميادين بما في ذلك وسائل الاتصال والإعلام والإنترنت، وفي مجالي العلوم والتقنية".

ثانياً: "السياسة الوطنية للعلوم والتقنية" في المملكة العربية السعودية التي انبثق عنها اعتماد خمس عشرة تقنية استراتيجية هي: المياه، والبترول والغاز، والبتروكيميائيات، والتقنيات المتناهية الصغر (النانو)، والتقنية الحيوية، وتقنية المعلومات، والإلكترونيات والاتصالات والضوئيات، والفضاء والطيران، والطاقة، والمواد المتقدمة، والبيئة، والرياضيات والفيزياء، والطبية والصحية، والزراعية، والبناء والتشييد.

ثالثاً: مبادرة الملك عبد الله للمحتوى العربي التي تفعّل أيضاً ما جاء

في البند أولاً عن حضور اللغة العربية على الإنترنت، حيث تهدف إلى إثراء المحتوى العربي عبر عدد من المشاريع التي تنفذها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالتعاون مع جهات عديدة داخل المملكة وخارجها. ومن هذه المشاريع ما يتعلق برقمنة المحتوى العربي القائم على شكل ورقي وإتاحته على شبكة الإنترنت، ومنها ما يتعلق بترجمة الكتب المهمة، وبخاصة العلمية منها، مما يساعد على إثراء المحتوى العلمي بالترجمة من اللغات الأخرى إلى اللغة العربية بهدف تزويد القارئ العربي بعلم نافع يُعمل به.

تشتمل السلسلة التي بين أيدينا على ثلاثة كتب في كل من التقنيات المعتمدة ضمن "السياسة الوطنية للعلوم والتقنية" وقد اختيرت بحيث يكون الأول مرجعاً عالمياً معروفاً في تلك التقنية، ويكون الثاني كتاباً جامعياً، والثالث كتاباً عاماً موجهاً إلى عامة المهتمين، وقد يغطي ذلك كتاب واحد أو أكثر. وقد تم بفضل الله الانتهاء من المجموعة الأولى من السلسلة وعددها ثلاثة وثلاثون كتاباً شملت التقنيات الإحدى عشرة الأولى إضافة إلى كتاب إضافي منفرد للمصطلحات العلمية والتقنية المعتمدة في هذه السلسلة. وها نحن ندشن المجموعة الثانية التي تغطي بقية التقنيات الخمس عشرة.

ولقد جرى انتقاء الكتب وفق معايير، منها أن يكون الكتاب من أمهات الكتب في تلك التقنية، ولمؤلفين يشهد لهم عالمياً، وأنه قد صدر بعد عام 2000م، وألا يكون ضيِّق الاختصاص بحيث يخاطب فئة محدودة، وأن تكون النسخة التي سيترجم عنها مكتوبة باللغة التي ألّف بها الكتاب وليست مترجمة عن لغة أخرى، وأخيراً أن يكون موضوع الكتاب ونهجه عملياً تطبيقياً يصبّ في جهود نقل التقنية والابتكار، ويساهم في عملية التنمية الاقتصادية من خلال زيادة المحتوى المعرفي العربي.

إن مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية سعيدة بصدور المجموعة الثانية من هذه السلسلة، وأود أن أشكر المنظمة العربية للترجمة على الجهود التي بذلتها لتحقيق الجودة العالية في الترجمة والمراجعة والتحرير

والإخراج، وعلى حسن انتقائها المترجمين المتخصصين، وعلى سرعة الإنجاز. كما أشكر اللجنة العلمية للسلسة التي أنيط بها الإشراف على إنجازها في المنظمة وكذلك زملائي في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية الذين يتابعون تنفيذ مبادرة الملك عبد الله للمحتوى العربي.

الرياض 10/ 3/ 1434 هـ
رئيس مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
د. محمد بن إبراهيم السويل

مقدمة(*)

ثمة كتب كثيرة متوافرة في مجال تقنية التشييد، ولكل منها ميزته الخاصة. يحاول كل كتاب جديد أن يقدم شيئاً إضافياً، شيئاً مختلفاً يفرِّقه عن الآخرين. والنتيجة هي كَمٌّ يزداد باستمرار من المعلومات على الطالب أن يتعامل معها، ومع أن تلك الكتب لا تُقدَّر بثمن بوصفها مصادر مرجعية، إلا أنها غالباً صعبة الاستخدام كوسائط تعليمية. يسعى هذا الكتاب إلى تقديم مقاربة واقعية مختلفة لموضوع تقنية التشييد المتعلقة بالمنازل. وبدلاً من أن يكون الكتاب مرجعاً (مع أنه من الممكن أن يستخدم كمرجع)، فإنه يوفر واسطة تَعلُّم لطلاب التشييد والمواضيع المتعلقة بالمُمتلكات، وقد جرى تحديثه ليضم قوانين البناء وتشريعات أخرى[1]، وتتضمن الطبعة الثانية أحدث الابتكارات في التشييد السكني.

كتاب تَعلُّم أصيل

نُظِّم متن الكتاب بحيث يوفر تقدماً منطقياً وتطوراً في المعرفة، من المبادئ الأولى إلى المفاهيم الأكثر تقدماً، لما يتعلق بتقنية تشييد المنزل. يتوجه محتوى الكتاب إلى الطلاب الراغبين في فهم جوهر الموضوع من دون الحاجة لمراجعة العديد من الكتب المتعددة والغالية. وعلى خلاف الكتب المرجعية التي تُستخدم للنفاذ إلى بنود خاصة منتقاة من المعلومات، أُعدَّ هذا الكتاب ليُقرأ بوصفه وسيلة للتعلُّم المستمر. ففي حين يمكن للطالب النفاذ إلى مناطق محددة للمرجعية، فإن أكبر فائدة تكون بقراءة الكتاب من البداية، والتقدم خلال الفصول المختلفة للوصول

(*) هذا الكتاب هو الجزء الأول من سلسلة تقنية التشييد في المملكة المتحدة.

(1) في المملكة المتحدة (المترجم).

إلى فهم شامل للسمات المختلفة من تشييد المنزل.

سِمات التعلُّم المفتاحية

- دُعمت عملية التعلُّم بسمات مفتاحية متعددة، مما جعل هذا الكتاب مختلفاً عن الكتب المنافسة. وقد وضعت هذه السمات في مواقع استراتيجية لتعزز عملية التعلُّم.
- دراسات حالات تتضمن صوراً وتعليقات على مناحٍ مختلفة من تقنية تشييد المنزل، وبالتالي يمكن للطالب معاينة التفاصيل والمكونات في الحالات الواقعية.
- جرى تضمين ملخصات معبِّرة تعكس الموضوع لتحث القارئ على التفكير في جوهر الموضوع، ولتساعد في تدعيم المعرفة المكتسبة.
- تساعد تمارين المراجعة في السماح للقارئ بأن يأخذ في الاعتبار المناحي المختلفة للموضوع في نقاط مفتاحية في الكتاب.
- تسمح دراسات المقارنة للقارئ بأن يقارن ويفاضل بسرعة بين خصائص التفصيلات المختلفة أو بين الحلول التصميمة، وقد نظِّمت بصيغة مُجدولة وسهلة الفهم.
- تُحدِّد نقاطُ المعلومات الأحادية الصيغة في كل فصل مراجع أو مصادر المعلومات المفتاحية لدعم احتياجات القارئ المحتملة لمعلومات إضافية عن موضوع محدد.
- إضافة لذلك، تُستخدم ملاحظات الهوامش للتوسُّع في تفصيلات معينة نوقشت في متن النص من دون التسبب بحَرْف انتباه القارئ عن قضية الموضوع المحوري.

موقع الويب

يمكن إيجاد موقع الويب الدّاعم للكتاب والمصمم لتعزيز عملية التعلُّم على العنوان التالي:

http://www.palgrave.com/science/engineering/riley1

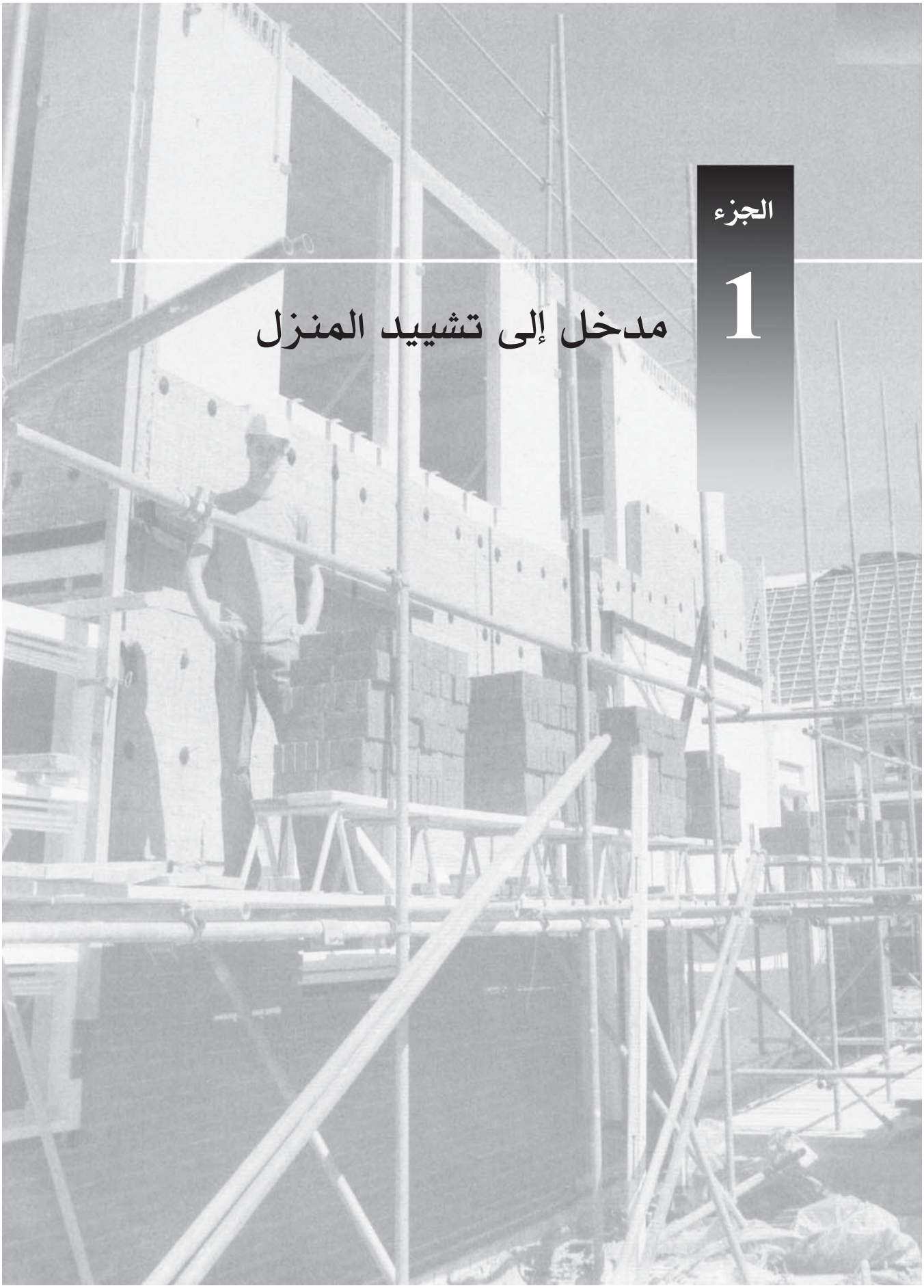
وهو مُفصَّل إلى: نطاق المُحاضِرين، ونطاق الطلاب.

- يحتوي نطاق المُحاضِرين على سلسلة من "الاستوديوهات" يستخدمها المُحاضِر مع الطلاب لدعم عملية التعلُّم. صُمِّمت الاستوديوهات لتُراكم فوق المعلومات المحتواة في الكتاب لتوافر سلسلة ممتعة ومُحفِّزة لحالات تعلُّم تستند إلى دراسة الحالة. لقد نُظمت الاستوديوهات حول مادة دراسة حالة، وهي تُشجِّع الطلاب على الولوج إلى المعلومات واستخلاصها من مصادر متنوعة مثل المعايير البريطانية، وملخصات مؤسسة بحوث البناء (BRE) في المملكة المتحدة، وغيرها من المواد المنشورة. نُظِّم كلٌ من الاستوديوهات لخلق سيناريو يُطلب ضِمنه من الطلاب دراسة طيفٍ من خيارات حل مشكلات تصميم وتشييد تستندُ إلى المعرفة التي طُوِّرت باستخدام الكتاب، كما يُطلَّب منهم أيضاً إجراء بحثٍ واسعٍ موَّجه.

  يمكن استخدام الاستوديوهات، إذا وجِّهت بشكل ملائم، بوصفها وسائط تعلُّم، ومهام تدريبية، وعروض تقديرية. يتضمَّن نطاق المحاضرين، بالإضافة إلى مهام الاستوديو، وصفاً تفصيلياً يتعلَّق بمواد الحالة المدروسة، وصوراً إضافية ومواد مرئية تناسب الاستخدام في محاضرات ودروس رسمية لتتماشى مع بنية وصيغة الكتاب.

- يحتوي نطاق الطلاب على أجوبة موجزة لتمارين المراجعة، وعلى صور إضافية من الحالات المدروسة في الكتاب، مع تعليقات مرافقة.

مايك رايلي
أليسون كوتغريف



الجزء

1

مدخل إلى تشييد المنزل

الفصل الأول
وظائف المباني

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:
فَهْم الوظائف الفيزيائية الرئيسية للمباني.
- توصيف العوامل الواجب أخذها في الاعتبار عند تكوين بيئة حياتية مقبولة.
- مناقشة الروابط بين هذه العوامل وبين تصميم المساكن الحديثة.
- التعرّف على مصادر وطبيعة الأحمال المطبَّقة على عناصر المبنى والطُّرق التي تؤثر بها في تلك العناصر.
- إدراك مدى تأثير اختيار المواد وانتقاء خصائص التصميم في أداء المبنى.

يحوي هذا الفصل على المقاطع التالية:
1.1 الوظائف الفيزيائية والبيئية للمباني.
2.1 القوى المطبَّقة على المباني والناتجة منها.
3.1 الأداء البنيوي للعناصر.

نقطة معلومات:

- الوثيقة A المعتمدة من قوانين البناء؛ البنية.
- BS 684: جدول أوزان مواد البناء.
- BS 5250: قانون الممارسة للتحكم بالتكاثف في المباني.
- BS ISO 6243: معطيات مناخية لتصميم المبنى. نظام ترميز مُقترح (خاص بالتصميم البنيوي للمباني).

- BS 6399 الجزء 1: الأحمال في المباني، قانون الممارسة للأحمال الساكنة والمفروضة.
- BS EN ISO 7730: البيئات الحرارية المعتدلة. تحديد المؤشرات PMV وPPD ومواصفات الظروف الحرارية المريحة[1].

1.1 الوظائف الفيزيائية والبيئية للمباني

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قد تعرَّفت على طبيعة المباني بوصفها حَيِّزاً بيئياً مغلقاً.
- وستُدرك طبيعة الحاجة لدى مستخدم المبنى لتلطيف البيئة، وستفهَم كيف تَطوَّرت صيغة البناء لتسمح بتحقيق ذلك.
- وستعرف العلاقة بين الحاجات البيئية وبين صيغة نسيج المبنى[2] (Building Fabric).
- وستكون قادراً على تمييز الخصائص المفتاحية لصيغة البناء المؤثرة في البيئة الداخلية.
- وستفهم طبيعة القوى الماديَّة المطبَّقة على المباني والناتجة منها، وستتآلف مع المصطلحات المتعلقة بهذا الجانب من أداء المبنى.
- وسيصبح لديك إلمام بتداعيات الحاجة لتلبية هذه المتطلبات عند تصميم المبنى.
- وباستعراض سيناريوهات متنوعة، سيمكنك التعرف على الخصائص المفتاحية لبُنية المبنى ونسيجه البنيوي، وستكون قادراً على ربطها مع أدائه المادي والبيئي.

تتضمن هذه الفقرة المقاطع التالية:

(1) المؤشر PMV يعبّر عن مستوى الراحة الحرارية المتوقع الذي يشعر به القاطنون داخل المبنى، والمؤشر PPD يعبّر عن النسبة المئوية للقاطنين غير الراضين عن مستوى الراحة الحرارية المُعطى (المترجم).

(2) النسيج البنيوي للمواد التي تدخل في تركيبة المبنى (المترجم).

- المبنى بوصفه غلافاً بيئياً.
- متطلبات أداء النسيج البنيوي للمبنى.

المبنى بوصفه غلافاً بيئياً

نظرة عامة

مع تطوّر متطلبات القاطنين، أصبحت طرق التحكّم في البيئات الداخلية للمباني متطوِّرة جداً. إن الدرجة التي يمكننا أن نُعدِّل فيها حالات البيئة الداخلية باستخدام حيِّز المبنى المغلق وخدمات المبنى كبيرة. على أي حال، من السهل أن نُسلِّم ببعض خصائص المباني التي تؤثر في البيئة الداخلية، وأن نتغاضى عن أساس تطوّر هذه الخصائص. تُصمَّم المساكن عموماً لتكون مُمتعة جمالياً. تعود أصول كثير من التفاصيل المرتبطة بطراز المبنى وجماليته إلى الحاجة لتلبية الحاجات الوظيفية. ومع تطوّر المباني، أصبح دور خدمات المبنى في التحكّم في الحرارة وفي الإضاءة وفي التهوية أكثر أهمية. من السهل أن ننسى أن هذه الخدمات تعتمد وجود غلافِ مبنىً مناسب لبلوغ المستوى المطلوب من الأداء. يعود أصل المسكن الذي نعرفه الآن إلى أبسط شكل للمبنى أنشأه الناس لحمايتهم من الظروف البيئية القاسية. إن العوامل التي قادت الناس لتغليف حيِّز المباني في الأزمنة التاريخية ما زالت قائمة إلى يومنا هذا. ووظيفة المساكن، مع أنها أصبحت الآن أكثر تطوراً، ما زالت جوهرياً ذاتها كما كانت وقتئذ. إن إحدى الوظائف الرئيسية للنسيج البنيوي للمبنى هي خلق غلاف بيئي.

المباني والتحكم في البيئة الداخلية

سعى الناس على مَرِّ العصور لتعديل البيئة التي يعيشون فيها وللتحكم فيها. في أزمنة ما قبل التاريخ، استُخدِمت الكهوف والأشكال الأخرى من المآوي الموجودة في الطبيعة بوصفها مساكن بدائية لتأمين الحماية من البيئة الخارجية. ومع تطور الحضارة، أصبحت طبيعة المأوى الذي يستخدمه الناس أكثر تشذيباً وتعقيداً، متطورةً من الكهوف والأشكال الطبيعية للمآوي إلى أحياز صنعية بسيطة، كتلك التي استخدمتها القبائل الرحّالة في العالم

على مرِّ التاريخ. اعتمدت الطرق، التي تطورت من خلالها البنى التي أنشأها الناس، طبيعةَ المناخ في المواقع المحددة، وعلى شكل مواد البناء المتوافرة محلياً. نتج من هذا تطوّر أشكال مناطقية من المباني (تبعاً للمنطقة) تعتمد استخدامَ مواد محلية مُتاحة. ونتيجة لذلك تطورت في المناطق المختلفة أنماط أبنية مُميَّزة، كلٌ يُكيِّف صيغة البناء لتُلبي المتطلبات الوظيفية باستخدام المواد والتقنيات المُتاحة. تطورت حديثاً إمكانية نقل مواد البناء عبر مسافات كبيرة نسبياً. ففي بريطانيا على سبيل المثال كانت هذه الإمكانية محدودة قبل الثورة الصناعية بسبب قِلَّة شبكات النقل الفاعلة، وقد سمح انتشار القنوات وخطوط السكك الحديدية بنقل المواد لمسافات كبيرة نسبياً. وبالتالي تراجَع البنيان المناطقي، بعد أن أصبح ممكناً استخدام مواد من مناطق واسعة في الأبنية الحديثة لتلبي المتطلبات الوظيفية بأفضل طريقة فاعلة وقليلة التكاليف.

تتغير درجات حرارة الهواء خلال ساعات اليوم تبعاً لحالات المناخ
تُعرَّف **تغيرات درجات الحرارة** خلال يوم واحد على أنها **الحيِّز اليومي**

ثمة أمثلة على البنيان المناطقي موجودة في المملكة المتحدة وفي جميع أنحاء العالم. ففي أماكن مثل المناطق الصحراوية الشرق أوسطية، حيث تتغير **درجات الحرارة خلال اليوم** كثيراً، ولكون الطقس ساخناً جداً خلال النهار وبارداً ليلاً، تَشيعُ الأبنية ذات البنيان المُصمت. تُعرف هذه الأبنية بأنها بنية ذات عطالة حرارية كبيرة. تنعكس حرارة النهار الشديدة بشكل جزئي باستخدام إنهاءات سطوح بيضاء، بينما يمتصّ النسيج البنيوي للمبنى الجزء الذي لم ينعكس بدلاً من نقله إلى الفضاء المسكون، ويجري إطلاق هذه الحرارة المختزنة في الأوقات من اليوم عندما تكون الحرارة الخارجية منخفضة جداً، وذلك نتيجة للاستجابة الحرارية البطيئة للمبنى الذي يعمل بوصفة سخّان تخزين[3]. يجري خفض مفاعيل التسخين الشمسي

(3) هو جهاز كهربائي يستخدم في تدفئة الغرف، حيث يسخن مياهاً أو آجراً باستخدام الكهرباء خارج أوقات الذروة (في الليل غالباً)، ليشعَّها بعد ذلك أثناء النهار عند الحاجة (المترجم).

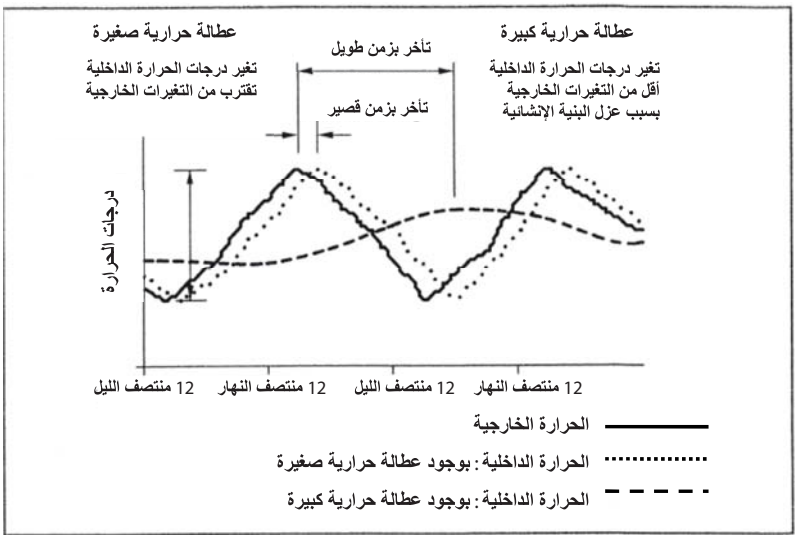
المباشر باستخدام عدد محدود من فتحات نوافذ صغيرة.

في المناطق التي يكون فيها الطقس حاراً ورطباً دوماً، كما هي الحال في جنوب شرق آسيا، نحتاج إلى اتباع طرائق مختلفة جداً في تصميم المباني، ففي مثل هذه الحالات تكون هبّات النسيم البسيطة هي الوسيلة الوحيدة التي يمكنها إزالة وطأة الحرارة والرطوبة للجو الداخلي، وبما أن ظاهرة التبريد وإزالة الرطوبة هذه تجري ضمن فترة قصيرة، فعلى المبنى أن يتصرف بسرعة للاستفادة العظمى من أية فرصة محتملة، وبالتالي فإن وجود بنية ذات عطالة حرارية صغيرة ضروري لنقل التغيرات الخارجية إلى الداخل بأدنى تأخير. إن طبيعة المباني في تلك المناطق تعكس هذه المتطلبات، بوجود بنية إنشائية خفيفة، وكثير من الفتحات الكبيرة تسمح لنسمات التبريد بالمرور عبر المبنى (الشكل 1.1).

ثمة فارق كبير بين خصائص المباني ذات العطالة الحرارية الكبيرة والمباني ذات العطالة الحرارية الصغيرة، فغالباً ما يكون النسيج البنيوي للمبنى ذي العطالة الحرارية الصغيرة خفيفاً في الوزن، وذا سعة امتصاص وتخزين حرارة صغيرتين. بالتالي تستجيب هذه المباني بسرعة لتغيرات درجات الحرارة الخارجية، وعلى نقيض ذلك فإن المباني ذات العطالة الحرارية الكبيرة غالباً ما تكون ذات كتلة ضخمة، بجدران كثيفة تمتص الحرارة مباشرة. تعزل هذه البنية الداخلَ عن التغيرات الخارجية نتيجة لمُدد الاستجابة البطيئة. وبالتالي فإن شكل البنية المنتقاة يجب أن ينسجم مع المناخ، ومع متطلبات المستخدم، ومع خدمات المبنى المتوافرة لتلطيف الجو الداخلي بطريقة فاعلة.

إن استخدام بُنى واقية ليس السبيل الوحيد لتلطيف الجو. فمنذ أن اكتُشفت النار لأول مرة واستخدمها الناس البدائيون لتوفير الضوء والحرارة، غدا استخدام الطاقة للمساعدة في تلطيف الجو أمراً أساسياً. ومع أن استخدام المباني يمكنه أن يلطِّف الجو الداخلي ويقلل من مفعول قساوة المناخ الخارجي، إلاّ أنّ التحكم الفاعل وتلطيف الجو الداخلي يحتاج إلى مساهمة الطاقة. إن استخدام المباني لإسكان الناس والتجهيزات والأنواع

المختلفة من المعالجات، مع متطلباتها المختلفة من الجو الداخلي، أدّى إلى تطوير مبانٍ وخدمات مُرافِقةٍ قادرة على التحكم في الحالات الداخلية ضمن موسطات مرغوبة وبدقة كبيرة.



الشكل 1.1 الاستجابة الحرارية للبيئة الإنشائية للمبنى

تطورت أيضاً طبيعة إدراك الناس للراحة ضمن المباني. ولم يعد تجنب المطر والوقاية من البرد الشديد أو الحرارة كافيَين لتلبية الاحتياجات البشرية. يعتمد توفير جو داخلي مقبول عدداً من العوامل، والتي تتضمن:

- **العزل الحراري والتحكم في درجات الحرارة**: لا بد للنسيج البنيوي للمساكن الحديثة من أن يضمن بقاء مستويات نقل الحرارة بين الجو الداخلي والخارجي ضمن حدود مقبولة. يهدف هذا في بعض الحالات إلى تقليل خسارة الحرارة خلال فترات البرد؛ ويهدف في حالات أخرى إلى تقليل كسْب الحرارة. وفي كلتا الحالتين، يجب أن يكون للنسيج البنيوي مستويات عزل جيدة ليُنجِز المتطلبات الوظيفية.
- **العزل الصوتي**: نرغب في معظم الحالات في حماية البيئة الداخلية ضمن المسكن من ضجيج المحيط الخارجي. بالإضافة إلى أن الحاجة للمحافظة على مستويات من الخصوصية يستدعي أن يكون الغلاف

الخارجي للمبنى قادراً على تخميد الضجيج إلى سوية معقولة.

- **توفير الضوء**: لا بد من توفير مستويات كافية من الضوء الطبيعي أو الصنعي داخل المسكن، لتمكين المستخدمين من القيام بنشاطاتهم اليومية من دون عائق. إضافة إلى أن الحفاظ على مستويات الإضاءة يؤثر في الإحساس بالجو الداخلي المريح. لا يمكن اعتبار المساحات التي لا تُزوَّد بإضاءة طبيعية مناسبةً للسكن البشري.

- **التحكّم في الرطوبة وفي التهوية**: في أي مبنى، ثمة مجال مقبول من الرطوبة النسبية يشعر ضمنه معظم الناس بالراحة. إذا كانت مستويات الرطوبة في الجو أعلى أو أدنى من هذا المجال سيشعر القاطنون بعدم الراحة؛ وبالتالي لا بد من ضبط مستويات الرطوبة. يُحقَّق هذا الأمر في المساكن عادةً بتوفير مستويات تهوية مناسبة. تُنتِج النشاطات اليومية التي تجري في المساكن كميات كبيرة من بخار الماء من الطبخ والغسل وما إلى ذلك. تعتبر تهوية داخل المسكن للسماح بخروج البخار إلى الخارج طريقة فاعلة للتحكم في الرطوبة. إن وجود مساحات ذات نوافذ مفتوحة يُسهِّل التهوية وحركة الهواء ضمن المسكن، ويوفر مصدر هواء متغير للداخل.

- **ترحيل الملوِّثات**:

إن إحدى الوظائف التي ينجزها توفير مستويات تهوية مناسبة هي الإزالة الفاعلة أو الترحيل الفاعل للملوثات. إن توفير مستويات مناسبة من حركة الهواء، وأهم من ذلك تجدد الهواء سيؤدي إلى إزالة الدخان والروائح والملوثات الأخرى الموجودة في الهواء.

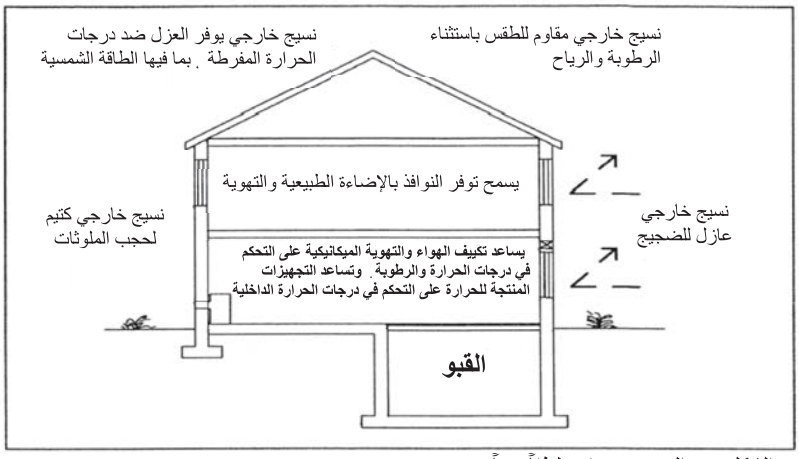
إن مدى الدور الذي يمكن أن يؤديه كلٌّ من هذه العوامل في خلق جو مقبول يختلف من حالة إلى أخرى. ومع سعي صناعة البناء لتطوير أسلوب أكثر تحمُّلاً لنشاطاتها، ثمة توجه لاعتماد آليات طبيعية أكثر للتحكم في البيئة. جرى تصميم كثير من المباني الحديثة لزيادة الضوء الطبيعي والتهوية إلى أقصى حد، بهدف خفض كلفة الطاقة. وبطريقة مماثلة، تمكن الاستفادة القصوى من الإشعاع الشمسي في المساكن بتغيير قياس النوافذ في الطوابق

المختلفة اعتماداً على الاتجاه. تزيد النوافذ الكبيرة في الطوابق المتجهة نحو الجنوب الكسبَ الحراري، بينما تخفض النوافذ الصغيرة في الطوابق المتجهة نحو الشمال الضياع الحراري. تشرق الشمس في نصف الكرة الشمالي من الجنوب، وبالتالي فمعظم الإشعاع الشمسي موجود على الأماكن التي تواجه الجنوب. يؤثر هذا في تصميم المباني بحيث توضع نوافذ كبيرة لتزيد من الكسب الحراري، بينما توضع نوافذ صغيرة في الجدران المواجهة للشمال لخفض الضياع الحراري. ستؤدي العوامل التي من هذا القبيل دوراً متزايداً في تصميم المباني مع توجهنا نحو نهج بيئة مبنية أكثر استدامة.

يوضح الشكل رقم 2.1 هذه المتطلبات والطرق التي تحققها في أنماط البناء الحديثة.

كان تشييد المباني باستخدام موادٍ كانت متوافرة محلياً، شائعاً في بريطانيا في مرحلة ما قبل الثورة الصناعية. بعد ذلك، أدَّت إمكانية نقل المواد عبر القنوات والسكك الحديدية إلى زيادة انتشار استخدام بعض المواد. ويمثِّل اعتماد الأردواز[4] **(Slate)** في تغطية الأسطح مثالاً جيداً على ذلك. ينحصر تواجد الأردواز في المملكة المتحدة في مناطق معينة مثل شمال ويلز ومنطقة البحيرات، ومع ذلك انتشر استخدامه بطريقة واسعة بوصفه مادةً للتسقيف.

(4) نوع من الصخور سهل التقطيع إلى ألواح، استخدم قديماً في سقوف المنازل (المترجم).



الشكل 2.1 المبنى بوصفه ملطفاً بيئياً

ما زال استخدام المواد والتقنيات المحلية مألوفاً في بعض البلدان كما تعكسه الأنماط المتنوعة من **المباني المناطقية**. وكما لاحظنا سابقاً، يتأثر شكل هذه المباني بطبيعة المناخ المحلي والحاجة إلى تلطيف الجو الداخلي. يبين الشكل 3.1 مثالاً لمبنى مناطقي إقليمي.

يُستخدَم مصطلح "**المباني المناطقية**" للدلالة على المباني التي شُيِّدت باستخدام مواد محلية وتفاصيل خاصة بالإقليم الذي بنيت فيه.

تمرين

ماهي فروق الأداء التي نتوقعها من المباني ذات العطالة الحرارية الصغيرة مقارنة مع المباني ذات العطالة الحرارية الكبيرة؟
قم بإجراء بحث في الإنترنت مستخدماً المصطلحات "المباني المناطقية" (Vernacular Building)؛ و"تشييد المنزل الحديث" (Modern House Construction). وتعرّف على الاختلافات الرئيسية في الصور التي وجدتها. كيف ترتبط هذه الاختلافات بمتطلبات الأداء التي تعرفنا عليها سابقاً؟

الشكل 3.1 أنماط مناطقية من العمران

متطلبات الأداء للبنية الهيكلية للمبنى

نظرة عامة

إنّ الحاجة لتوفير جوٍّ داخلي مقبول ليست إلا إحدى متطلبات الأداء للمباني الحديثة. يعتمد مستوى أداء المباني عدةَ عوامل، ويختلف تأكيد أحد متطلبات الأداء بعينه من حالة إلى أخرى. لقد وضَعَتْ القوانين والإرشادات، مثل القواعد التنظيمية للبناء، المعايير الدنيا، ولا بد من الإيفاء بهذه المعايير بصرف النظر عن إدراك أداء النسيج البنيوي للمبنى. إن الدور المتنامي للمبنى بوصفه ثروة عقارية قد أثَّر أيضاً في الطرق التي جرى بموجبها تصميم المباني لجعل القيمة على المدى البعيد أعظمية، ولجعل تكاليف صيانة البنية والنسيج البنيوي للمبنى أصغرية. يرتبط تشييد المنزل ارتباطاً وثيقاً بقابلية التسويق في بعض البلدان.

تتضمن متطلبات الأداء للمباني ما يلي:

- الاستقرار البنيوي.
- الديمومة.
- العزل الحراري.

- منع الرطوبة والحماية من الطقس.
- العزل الصوتي.
- المرونة.
- الجمالية.
- قابلية البناء.

كل متطلَّب من متطلبات الأداء هذه مهم، مع أن بعض سمات الأداء، في حالات معينة، قد تأخذ أهمية أكثر من غيرها. وتعتبر الديمومة مثالاً جيداً على ذلك. إذ يرتبط مستوى دوام المتانة المطلوبة مع مدة حياة المبنى المطلوبة. في بعض الحالات، قد تكون حياة المبنى الوظيفية المرتقبة قصيرة، وفي مثل تلك الحالات يأخذ مستوى دوام المتانة المطلوبة أهمية أقل من الحالة التي تكون فيها حياة المبنى المرتقبة أطول. على الرغم من هذا فإن الأهمية النسبية للمتطلبات المختلفة متساوية عموماً، ويجب التعامل مع كل من المتطلبات إلى حد ما. وبالتالي فمن الأهمية بمكان أن ندرسها جميعها.

الاستقرار البنيوي

ليتمكن المبنى من تلبية الوظائف المطلوبة منه بصورة مرضية لا بد أن يكون قادراً على تحمل الأحمال المفروضة عليه دون أن يتشوه أو ينهار. وهذا يُحتِّم إما المقاومة الفاعلة للأحمال أو نقلها عبر البنية إلى الأرض. في المساكن ذات البنية التقليدية، تختلف آليات التعامل مع هذه الأحمال عن الآليات المتبعة في المباني ذات الأطر الخشبية أو المباني مسبقة الصنع. سيتم التعامل مع مبادئ هذه الآليات في مراحل متقدمة من الكتاب، ولن تُشرح بالتفصيل هنا. لكن من المهم أن نلاحظ أنه مهما كانت صيغة بنية المبنى، تجب معالجة الأحمال بطريقة فاعلة. يُنجز هذا الأمر عادة إما بنقل الأحمال إلى بعض عناصر الدعم الوسيطة، أو إلى الطبقات الداعمة[5] (Strata). لا بد لعناصر البنية أو لمكوناته أن تمتلك قوة كافية للتعامل مع القوى التي تنشأ

(5) مجموعة طبقات رقيقة متوضعة بعضها فوق بعض ضمن البنية (المترجم).

داخلها بفعل الأحمال المختلفة الموجودة في المبنى.

دوام المتانة (الديمومة)

يقتضي أداء بنية المبنى والنسيج البنيوي له، على المدى البعيد، أن تكون الأجزاء المكونة للمبنى قادرةً على تحمُّل تقلبات وعدائية البيئة الموضوعة ضمنها من دون أن تتشوه. تُعتبر قدرة أجزاء المبنى في المحافظة على سلامتها، وعلى قدرتها الوظيفية للفترة الزمنية المطلوبة، أساسية ليؤدي البناء وظيفته في المدى البعيد. يتأثر هذا العامل خاصة بحدوث الحرائق في المباني، ويؤثر موضوع دوام المتانة في تصميم النسيج البنيوي للمبنى وفي اختيار مواد البناء وعناصره. لا بد من الاهتمام بمواصفات المواد والمكونات، وكذلك في التصميم التفصيلي للمبنى أيضاً لتجنب الإخفاق السابق لأوانه. يُعتبر دوام المتانة عموماً مؤشراً متغيراً لأداء المبنى، من حيث أنه يرتبط بالعمر التصميمي المُعدِّ للبناء بدلاً من كونه معياراً مطلقاً للأداء.

العزل الحراري

تقتضي ضرورات المحافظة على الأجواء الداخلية ضمن موسطات ثابتة وضرورات حفظ الطاقة، أن يوفر النسيج البنيوي الخارجي لمبنى ما مستوىً مقبولاً من مقاومة مرور الحرارة. يعتمد مستوى العزل الحراري المرغوب في نموذج معين على طبيعة استخدام المبنى، وعلى موقعه، وعلى أشياء أخرى. ازدادت أهمية قضية استهلاك الطاقة مع ازدياد كلفة الطاقة ومع انتشار الوعي بقضايا البيئة. وضَعت قوانين تنظيم البناء المتطلبات الدنيا للأداء الحراري ضمن حيّز المبنى، ومن المؤكد ازدياد هذه المتطلبات في المستقبل، وسيتطور تبعاً لذلك تصميم النسيج البنيوي للمبنى.

منع الرطوبة والحماية من الطقس

يجب على غلاف المبنى أن يقاوم مرور الرطوبة إلى داخل المبنى سواء كان منشأُها مياهاً أرضية صعدت بفعل الخاصة الشَعرية، أو من المطر، أو أيّاً من مصادر الرطوبة الممكنة الأخرى. يؤدي دخول الرطوبة إلى داخل المبنى إلى مفاعيل غير مرغوبة مختلفة، مثل تآكل العناصر الخشبية، وتلف صقل السطوح وزخرفتها، كما يُشكِّل خطراً على صحة

القاطنين، بالإضافة إلى تأثيره في بعض العمليات التي تجري ضمن المبنى. وبالتالي لا بدَّ من تضمين تصميم بنية المبنى ونسيجه البنيوي تفاصيل تتعلق بمقاومة مرور الرطوبة إلى داخل المبنى من كافة المصادر غير المرغوبة. يعتبر منع دخول الريح والماء ضرورياً ليكون لنسيج المبنى أداءً مُرضياً. إضافة إلى ذلك، فقد بدأ الحديث وبشكل متزايد عن القضية المرافقة والمتمثلة في منع دخول الملوثات. يعتبر التأثير **الضار** للنشاط الإشعاعي لغاز الرادون في قاطني المبنى أحد الأمثلة على ذلك. ففي المناطق التي يُحتمل حدوث ذلك فيها، لا بدّ من إضافة تفاصيل تصميمية محددة لتقليل الخطر المحتمل المترافق مع تسرُّب هذا الغاز.

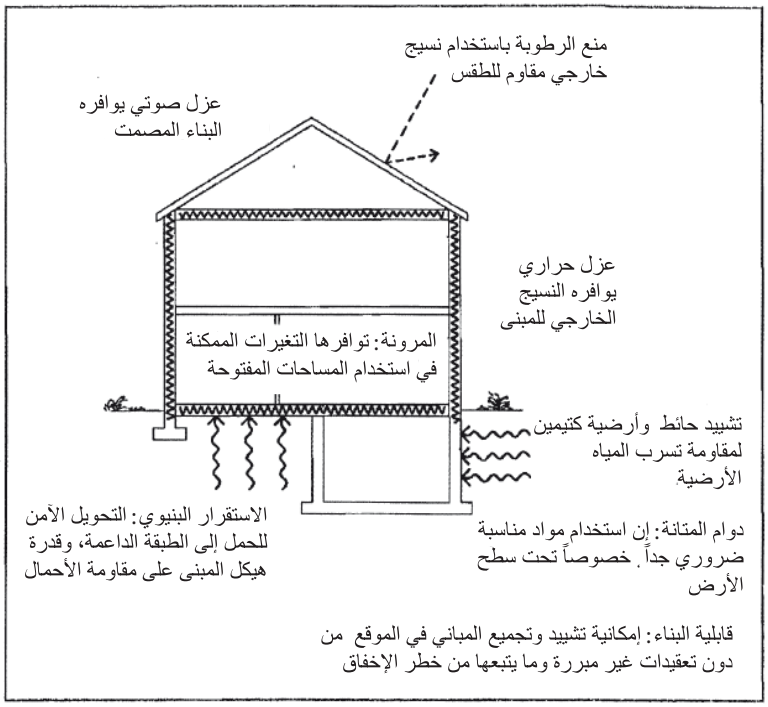
(Deleterious) ضارّ: مصطلح يستخدم بمعنى "ضار" للعقل أو للجسم. في سياق الحديث عن المباني، يستخدم هذا المصطلح للإشارة إلى المواد الخطرة على الصحة.

العزل الصوتي

عند تشييد المباني، تنبغي دراسة قضية مرور الصوت من الخارج إلى الداخل أو في ما بين الفضاءات الداخلية. إن المستوى المقبول لنقل الصوت في مبنى يختلف كثيراً تبعاً لطبيعة استخدام المبنى ولموضعه. وفي حالة المساكن يصبح هذا من الأهمية بمكان، حيث تكون المنازل متجاورة أو محتواة ضمن حيِّز المبنى ذاته. وهذه، في الواقع، حالة الغالبية العظمى للمساكن في المملكة المتحدة. فالمساكن المنفصلة أو المستقلة هي الأقل شيوعاً من المساكن شبه المنفصلة والمنازل المتصلة ذات المصطبة، أو من الشُقق. يمكن لانتقال الضجيج بين الوحدات السكنية المتصلة أن يُصبح مشكلة كبيرة، وتضع كافة المباني الحديثة هذه القضية في حسابها. ثمة قضية أخرى تتعلق بانتقال الصوت بين خارج المبنى وداخله. ويمكن أن يصبح ذلك ذا أهمية بالغة في المواقع التي يتشكل فيها ضجيج ذو شأن، كما هي الحال في المساكن القريبة من المطارات على سبيل المثال.

المرونة

إن قدرة المبنى على التأقلم مع حاجات المستخدم المتغيرة وعلى الاستجابة لها - خاصة في المباني الصناعية والتجارية - أصبحت أمراً ضرورياً. وبالتالي فإن مستوى المرونة المستقبلية المطلوبة يجب أن يؤخذ بالحُسبان خلال التصميم الأولي للمبنى. يظهر ذلك في التوجُّه لإنشاء مبانٍ ذات مساحات مفتوحة كبيرة يمكن تقسيمها باستخدام حواجز يمكن إزالتها وإعادة إقامتها. في الواقع، ومع أن الصيغة البنيوية للمساكن قد تناسب متطلبات المرونة في مرحلة التصميم، إلا أنها نادراً ما تُستثمَر من قِبَل القاطنين.



الشكل 4.1 متطلبات أداء هيكل المبنى ونسيجه الإنشائي

الجمالية

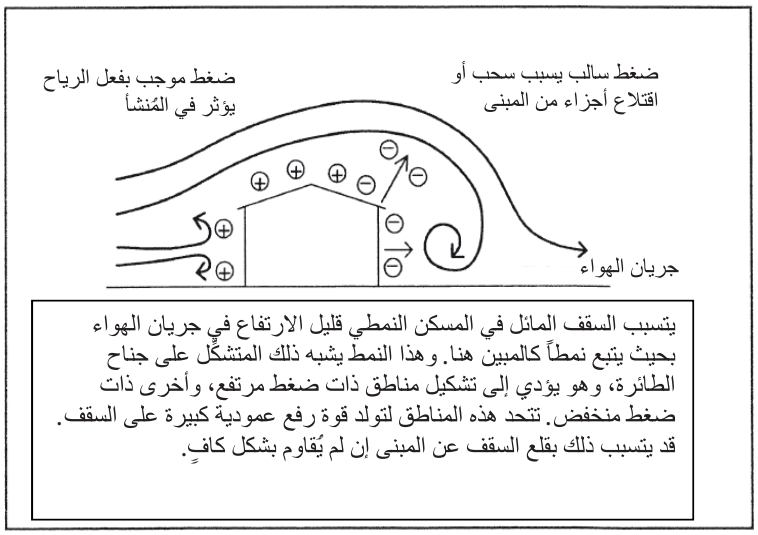
تعتبر جمالية المبنى مسألة ذاتية؛ ومع ذلك، نلاحظ في بعض

الحالات أن أهمية جمالية المبنى هي بحدودها الدنيا، بينما تكون في حالات أخرى مهمة جداً. على سبيل المثال، يعتبر مظهر وحدة في مجمع صناعي أقل أهمية بكثير من مبنى البلدية في وسط المدينة. سيكون لمدى سعينا إلى تحقيق الجمالية أثر أكيد على كلفة المبنى. في المملكة المتحدة وفي أماكن أخرى ثمة نزعة نحو أن يتبع بناء المنزل تصميماً تقليدياً، إذ إن هذا أسرع ترويجاً.

قابلية البناء

حقق المتعهدون والبنّاؤون في السنوات الأخيرة تقدماً ملحوظاً في خفض عدد العيوب في المباني. فقد جرى تعريف رابط بين مدى تعقيد التفاصيل واحتمال الإخفاق. وبالتالي تُبذل الآن جهود كبيرة لضمان أن تكون المباني وتفاصيل مكوناتها قابلة للبناء مادياً في ظروف الموقع الحقيقية.

لا تعتبر هذه الخلاصة لائحة نهائية بمتطلبات الأداء لجميع مكونات المبنى في جميع الحالات؛ إلا أنها دلالة للعوامل المؤثرة في تصميم المباني وفي أدائها، وفي أجزاء مكوناتها (الشكل 4.1).



الشكل 5.1 تأثيرات أحمال الرياح في مبنى

تمرين

عَدِّد خمسة من متطلبات الأداء التي ترغب أن يوافرها المسكن، ورتبّها حسب الأهمية، وذلك من وجهة نظر المُقيم.

2.1 القوى المطبقة على المباني أو منها

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قد اطلعت على القوى المختلفة الفاعلة على بنية المبنى.
- وتكون قد تعرفت على أصول هذه القوى وطبيعة تأثيرها في العناصر البنيوية للمبنى.
- وسيكون لديك إدراك حدسي للأهمية النسبية للقوى المختلفة.
- وتكون قادراً على التمييز بين القوى المطبقة على المبنى، والقوى التي يُطبقها [على ما حوله].
- وستفهم المصطلحات المتعلقة بالقوى الفاعلة في المباني، وبدراسة سيناريوهات مختلفة، ستكون قادراً على تمييز أنواع القوى المختلفة وإدراك مضامينها.

أشكال التحميل

نظرة عامة

تنشأ القوى الفاعلة في العناصر البنيوية للمباني من مصادر متنوعة، وتعمل بطرق مختلفة متعددة. ومع ذلك، فثمة مبادئ رئيسية للأداء البنيوي يمكن تطبيقها في دراسة تطبيق وتأثير القوى المختلفة الفاعلة في المباني. تعتمد الطريقة التي تتصرف فيها بنية المبنى ونسيجه البنيوي على قدرتهما على التعامل مع طيف من الأحمال المُتضمَّنة (المُتأصِّلة) والمُطبَّقة أو الأحمال الساكنة "الميِّتة" والمتغيرة "الحيَّة". إذا كان المبنى قادراً على تحمُّل الأحمال المفروضة عليه سيبقى ساكناً، ويعتبر في مثل هذه الحالة

مستقراً. تعتبر أيَّةُ قوة تؤثر في المبنى تحميلاً، سواء كانت نتيجة عوامل خارجية، مثل تأثير الرياح في المبنى، أو نتيجة لطريقة استخدام المبنى، مثل توضُّع الأثاث أو التجهيزات أو الناس. علينا أن ندرك أنَّ المبنى بحد ذاته هو مصدر تحميل نتيجة تأثير ثِقَله الذاتي في البنية.

في مقاومة هذه القوى، ثمة خاصتان بنيويتان أساسيتان يجب أن يوافرهما النسيج البنيوي للمبنى. الأولى، أن تمتلك الأجزاء المكونة للمبنى متانة مناسبة لحمل الأحمال المطبَّقة. والثانية، أن تكون القوى المطبَّقة متوازنة لتجنُّب حركة المبنى، وبالتالي يبقى المبنى في حالة توازن. ولنفهم كيف نُحقق هذه العوامل لا بد أن نتفحَّص طبيعة الأحمال الفاعلة في المبنى.

طبيعة الأحمال

تصنف القوى أو الأحمال المطبقة على المباني ضمن فئتين: الأحمال الميِّتة (الساكنة) والأحمال الحيَّة (المتغيرة). تتضمن الأحمال الساكنة عادةً الثقل الذاتي للبنية متضمناً الطوابق، والجدران، والأسقف، والإنهاءات، والخدمات... إلخ. وتتضمن الأحمال المتغيِّرة الأحمالَ المطبَّقة على المبنى قيد الاستخدام، مثل ثقل الأشخاص، والأثاث، والآلات، وأحمال الرياح. يُعتبر تأثير هذه الأحمال في المبنى تأثيراً موجباً. ولكن في حالة أحمال الرياح (الشكل 5.1) يمكن أن تتشكل مناطق شفط (وهي قوىً سالبة)؛ يعتبر اقتلاع الأسقف عن المباني في حالات الرياح الشديدة أفضل مثال يُوضِّح هذه الظاهرة، وبالتالي يجب تصميم المباني للتعامل مع قوى تؤثر بطرق متعددة.

يُعبِّر المصطلح "قوَّة المبنى" عن قدرة المواد المستخدمة في تشييد المباني على مواجهة هذه الأحمال. عند دراسة ما إذا كان للمبنى قوة كافية، يجب الأخذ في الاعتبار الأنواع المختلفة للأحمال. كما أن اتجاهها مهم أيضاً: فقد تكون مائلة (بزاوية معينة)، أو محورية (على طول محور العنصر).

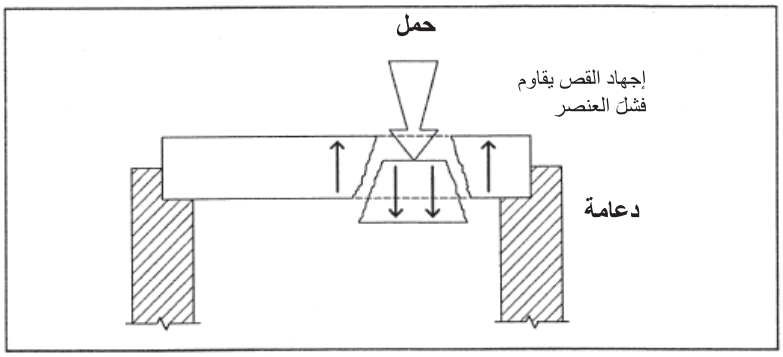
الإجهاد

عند تعرضها للإجهاد تنزع كافة العناصر البنيوية إلى التشوه. يُقاوَم هذا التشوه بالإجهاد، أو بالقوى الداخلية ضمن العنصر. تقع الإجهادات التي

تتشكل في العناصر ضمن أربع فئات رئيسية: إجهاد قص، إجهاد شدّ، إجهاد ضغط، إجهاد فتل.

إجهاد القص

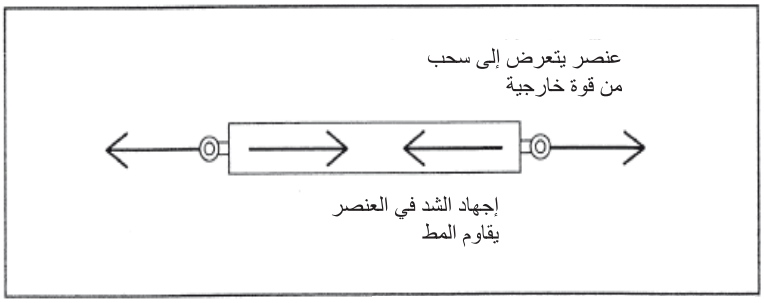
إجهاد القص (الشكل 6.1) هو القوة الداخلية المتشكلة ضمن عنصر إنشائي لتقاوم انزلاق أحد أجزاء العنصر، بسبب تطبيق تحميل خارجي، بعيداً عن بقية الأجزاء؟



الشكل 6.1 إجهاد القص

إجهاد الشدّ

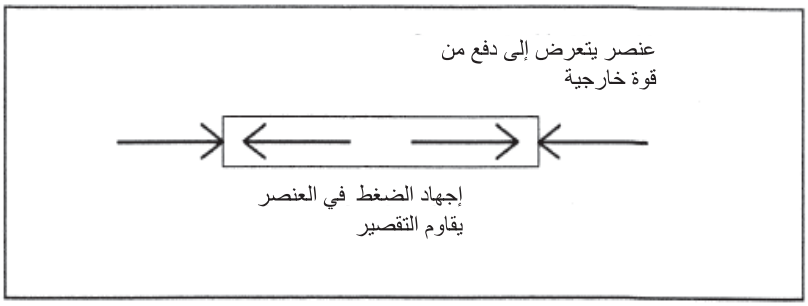
إجهاد الشدّ (الشكل 7.1) هو القوة الداخلية المُستحثة ضمن عنصر يقاوم تحميلاً خارجياً يسعى إلى مطّه. عند تطبيق قوة من هذا القبيل، يقال إن العنصر في حالة شدّ.



الشكل 7.1 إجهاد الشد

إجهاد الضغط

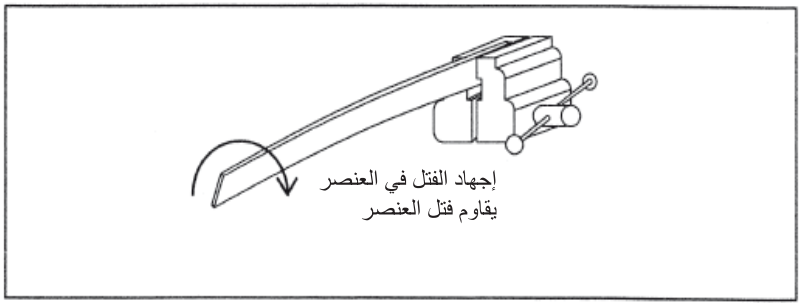
إجهاد الضغط (الشكل 8,1) هو القوة الداخلية التي تنشأ ضمن عنصر بنيوي عندما تسبب القوة المطبقة خارجياً انضغاط العنصر أو انحشاره. يقال عن هذا العنصر إنّه مضغوط .



الشكل 8.1 إجهاد الضغط

إجهاد الفتل

إجهاد الفتل (الشكل 9,1) هو القوة الداخلية التي تنشأ ضمن عنصر بنيوي يقاوم تحميلاً خارجياً يسعى إلى فَتلِه.



الشكل 9.1 إجهاد الفتل

الانفعال

يسبب إجهاد الشدّ أو إجهاد الضغط على عنصر زيادةً أو نقصاناً في طول العنصر. يعتمد مقدار التغير في الطول طولَ العنصر، والتحميل المطبق، وقساوة المادة. تُعبِّر العلاقة بين التغير في طول العنصر وطوله

الأصلي عن **الانفعال الطولي** للعنصر ويرمز له بالرمز e:

$$e = l/L$$

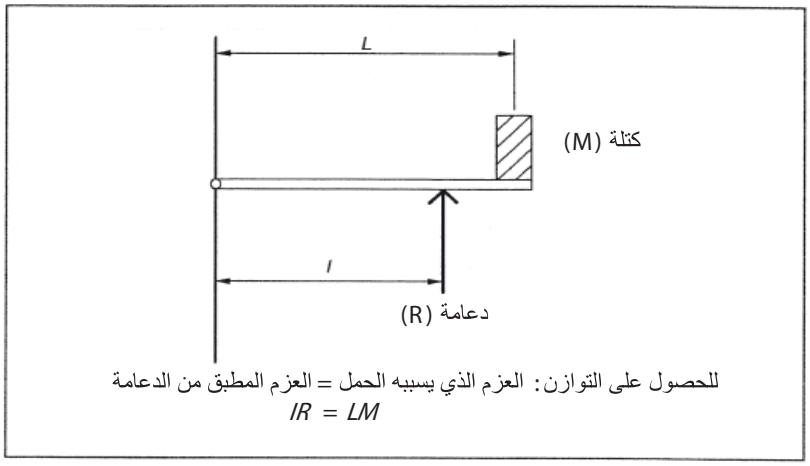
باعتبار l هو التغير في طول العنصر، وL هو طول العنصر الأصلي.

يلاحظ هذا التشوه أيضاً في المواد التي تتعرض لإجهاد قص، إلا أن التشوهات الحاصلة في مثل تلك الحالات تؤدي إلى أن يأخذ العنصر شكل متوازي أضلاع.

إن العلاقة بين الإجهاد والانفعال الطولي (ضمن حدود التحميل) هي علاقة تناسبية مباشرة وتعتبر مقياساً لقساوة المادة. تُعرَف النسبة إجهاد/ انفعال طولي **بمعامل المرونة.**

العزوم

يمكن أن يسبب تطبيق قوة في بعض الأحيان دوران العنصر. إن المصطلح الذي يطلق على هذه الحالة هو **العزم**. يعتمد مقدار هذا العزم مقدارَ القوة المطبقة، وعلى المسافة العمودية بين نقطة الدوران ونقطة تطبيق التحميل. ونتيجة لمفاعيل العتلة فإن أحمالاً صغيرة نسبياً مطبقة على مسافة بعيدة من نقطة التأثير يمكن أن تسبب قوى دورانية. يجب أن تكون العزوم المطبقة على الهياكل في حالة توازن لتبقى البنية مستقرة؛ أي أن تكون العزوم الموجبة (بجهة دوران عقارب الساعة) مساويةً للعزوم السالبة (بعكس جهة دوران عقارب الساعة). يحسب العزم من جداء القوة المطبقة بالمسافة العمودية بين نقطة تطبيقها ونقطة التأثير (ذراع العتلة) وتقاس بوحدات نيوتن مليمتر (الشكل 10.1).



للحصول على التوازن: العزم الذي يسببه الحمل = العزم المطبق من الدعامة

$IR = LM$

الشكل 10.1 عزم مطبق على عنصر

تمرين

بأقل عدد ممكن من الكلمات، ميِّز بين الأشكال التالية من الإجهادات:

1- الشد

2- الفتل

3- القص

بيّن أمثلة توضح أين نصادف كل من هذه الإجهادات في المباني.

خلاصة معبرة

- **الإجهاد** هو المصطلح الذي يُعبِّر عن القوة الداخلية التي تنشأ ضمن عنصر يتعرض لقوة خارجية أو لتحميل، ويمكن للإجهاد أن يكون: إجهاد قص، أو ضغط، أو شدّ، أو فتل.
- **الانفعال الطولي** هو مقياس لتشوه العنصر طولياً بفعل التحميل.
- **العزم** هو النتيجة التي تسببها قوة طبقت عمودياً على عنصر وعلى مسافة من نقطة دوران.

3.1 الأداء البنيوي للعناصر

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قد اطلعت على مفاعيل الأحمال المطبقة على العناصر البنيوية للمبنى.
- وستفهم المصطلحات الفنية المرتبطة بالأداء البنيوي للمباني وللعناصر ضمنها.
- وستدرك مضامين الأداء البنيوي على انتقاء المواد.

يتضمن هذا المقطع المجالات التالية:

ـ طبيعة القوى المؤثرة في المباني.

ـ طبيعة عناصر المبنى.

طبيعة القوى المؤثرة في المباني

نظرة عامة

يعتمد تأثير الأحمال والقوى المطبقة على المباني الطريقةَ التي تُطبَّق بها تلك القوى.

تعتمد المحافظة على الاستقرار البنيوي للمبنى وعلى سلامته – على قدرته في مقاومة الأحمال المتأصلة فيه والأحمال المطبَّقة عليه من دون أن يعاني حركة أو تشوهاً مُفرطَين. ومع ذلك فمن الممكن أن نسمح، ضمن تصميم المبنى، بمقدار محدود من الحركة أو التشوّه، كما هو شائع في مناطق المناجم على سبيل المثال. تنتج مقاومة الحركة والتشوّه من التصميم الأولي الفاعل للبنية بوصفها وحدةً متكاملة، ومن قدرة المواد المستخدمة في المكونات الإفرادية على الأداء الملائم.

إن حدوث حركات محدودة من أنواع معينة في كافة البُنى أمرٌ محتومٌ، ولا بدّ من استيعابها تفادياً لحدوث عيوب بنيوية خطيرة. يمكن لمفاعيل التغيرات في مواد البناء، والتي تسببها الحرارة والرطوبة، أن تكون

جوهرية، منتجة تغيرات دورية في أبعاد المكونات. وهذا يتطلب تضمين تفاصيل تكيف حركية معينة، خاصة عندما نتعامل مع عناصر ذات مقاسات ضخمة، مثل الأرضيات الصلبة ذات المساحات الكبيرة. إضافة إلى ذلك، وفي الفترة القصيرة ما بعد إقامة المبنى، يحدث غالباً تصلُّد طفيف للأرض التي أقيم عليها؛ إلا أن ذلك طفيف بطبيعته عموماً. هذه الأنواع من الحركة والتشوه مقبولة، لكن ثمة أنواع أخرى يجب تجنُّبها. تعتمد طبيعة ومدى تأثير هذه القوى والتشوهات في طبيعة وجهة القوى المطبَّقة. تنشأ كافة أنماط حركات المبنى من اجتماع ثلاث فئات من القوى المطبقة.

القوى العمودية

تعمل القوى المطبقة عمودياً، مثل التحميل الميِّت (الساكن) لبُنية المبنى وبعض الأحمال الحيَّة، على دفع المبنى إلى التحرك نحو الأسفل، أي ليحفر في الأرض نزولاً. يعتمد مقدار أي من هذه الحركات على قدرة المبنى في نشر أحماله على مساحة كافية ليُوفِّر الاستقرار على أرض ذات سعة تحمُّل مُعطاة. تختلف سعات التحمُّل للأنواع المختلفة من التربة إلى حد بعيد؛ إن وظيفة أساسات المبنى هي التأكد من أن لا يتجاوز التحميل الناتج من البنية مقدرة التحمُّل أو ضغط التحمُّل الآمن للأرض. في معظم الحالات تكون **قدرة تحمُّل** الأرض، التي يعبر عنها بـ **KN/m^2**، أقل بكثير من الضغوط التي تفرضها بنية المبنى على الأرض في ما لو وضع مباشرة فوقها. يُخفَّض الضغط باستخدام أساسات لزيادة المساحة البينية بين المبنى والأرض، وبالتالي تخفيض الضغط المطبق على الأرض (الشكل 11.1).

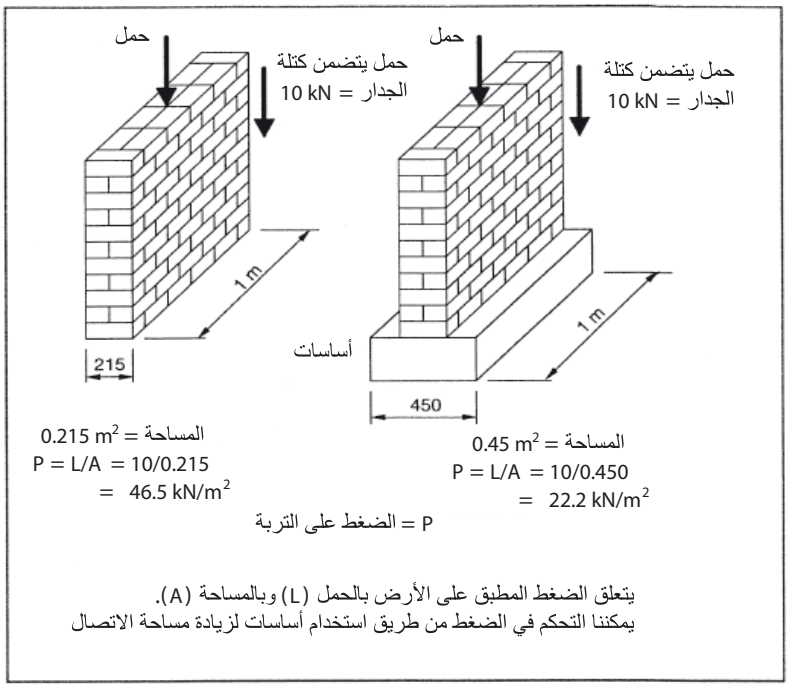
أيّاً كان شكل وطبيعة الأرض في موقع مُعطى، فإن لديها القدرة على تحمّل أحمال إلى حد معين. وقد تكون هذه القدرة منخفضة جداً أو مرتفعة جداً.

يسمى الحمل، مقاساً بوحدة (كيلو نيوتن) KN، الذي يمكن تحمُّله بمساحة 1m2 من الأرض، سعةَ التحمُّل أو ضغط التحمل الآمن (SBP).

لا تقتصر الحاجة لمقاومة الأحمال العمودية على العناصر الدنيا من بنية المبنى، على الرغم من أن هذه الأحمال تكون أكبر قيمة في المقاطع

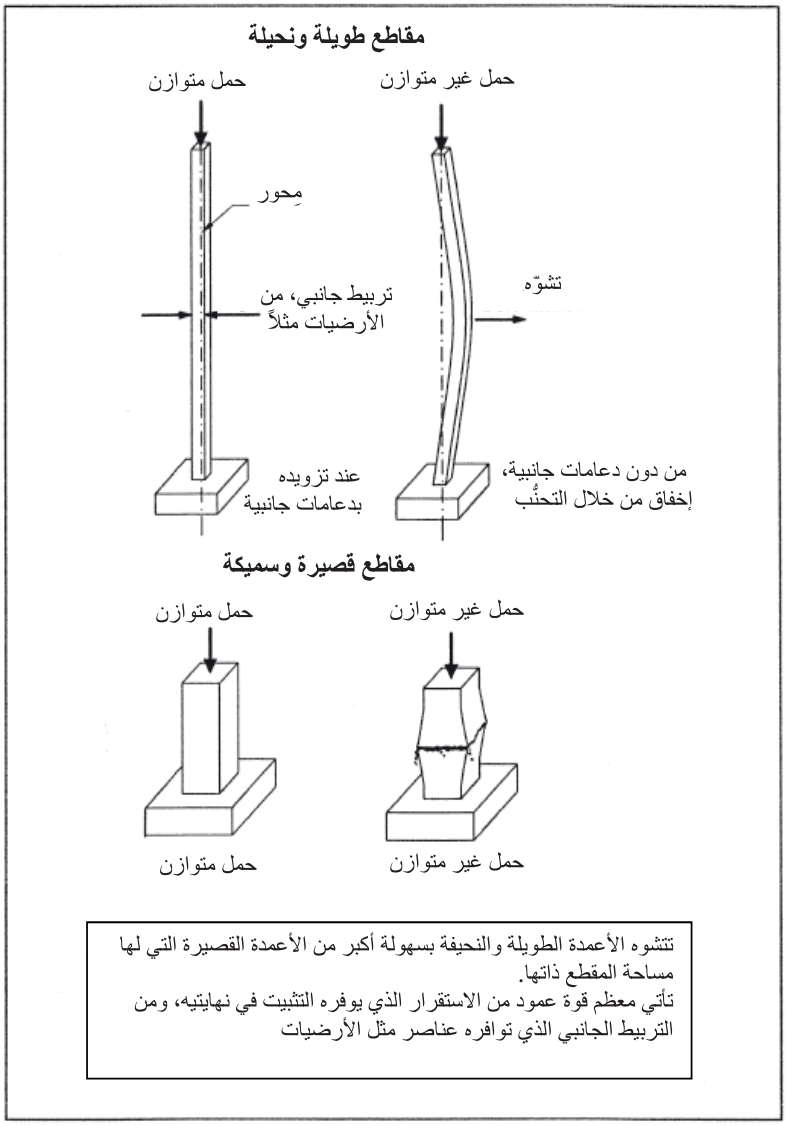
الدنيا بسبب تأثير الأحمال المتراكمة من البنية لا بدّ أن تمتلك جميع العناصر البنيوية حجماً وقوة كافيين لحمل الأحمال المطبقة عليها من دون أن تفشل أو تتشوه. تحمل الأعمدة والجدران غالباً أحمالَ الأرضيات والأسقف وما إلى ذلك، وعليها أن تقاوم التحنُّب والتهشُّم التي يمكن أن تسببهما القوى المطبقة. تعتمد الطريقة التي تتصرف بها الجدران والأعمدة تحت تأثير الأحمال العمودية في "**نسبة النحافة**" للعناصر (الشكل 12.1). بكلمات بسيطة، تتحدَّب القطع الطويلة والنحيلة بسهولة، بينما تقاوم القطع القصيرة والسميكة (الثخينة) ذلك. يمكن تخفيض خطر التحنُّب بشكل ملحوظ بإضافة دعامات لمنع الحركة الجانبية؛ يسمى ذلك "التربيط الجانبي".

يتعلق مصطلح "**نسبة النحافة**" بالأبعاد النسبية بين ارتفاع وسماكة العناصر البنيوية.



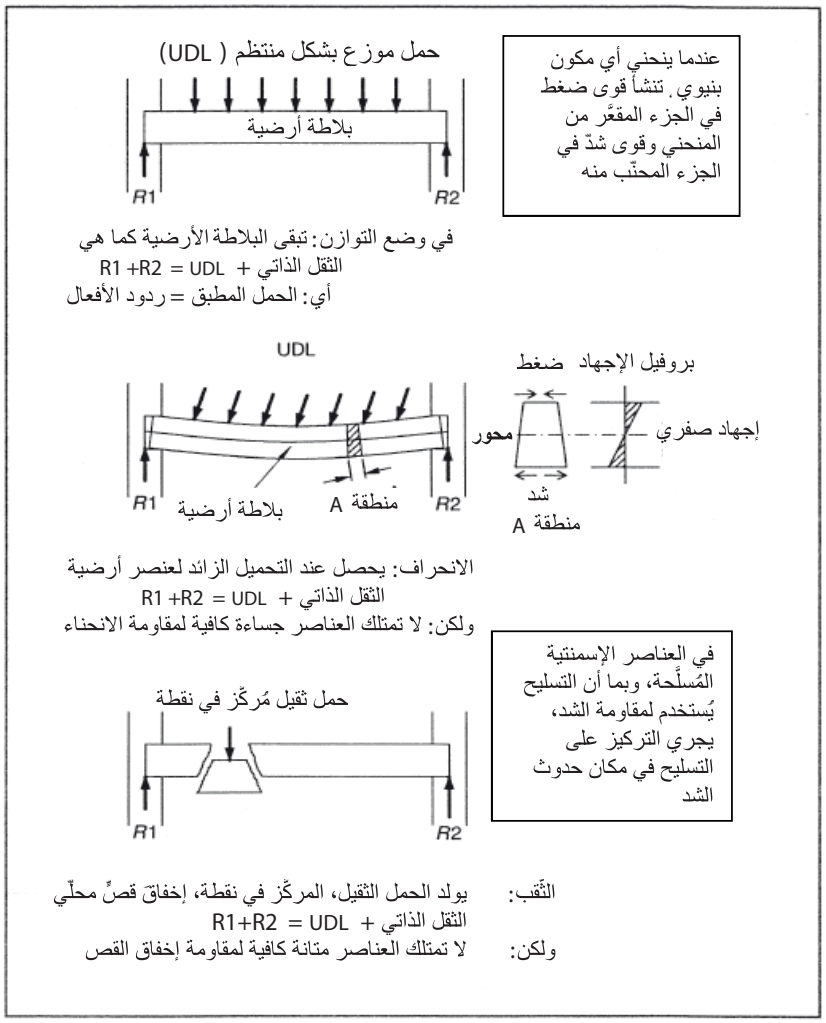
الشكل 11.1 تخفيض الضغط المطبق على الأرض باستخدام أساسات

يمكن للمقاطع القصيرة والعريضة أن تتلف إذا حُمِّلت أكثر من طاقتها بكثير. في مثل هذه الحالات يكون الإخفاق على شكل تهشُّم للمقطع، علماً أنّ ذلك نادر الحدوث.



الشكل 12.1 تأثير التحميل العمودي على الأعمدة والجدران

يجب على المكونات الأفقية، مثل الأرضيات والعوارض أن تكون قادرةً على الأداء بفاعلية في مقاومتها للأحمال العمودية المطبقة (الشكل 13.1). ويتحقق ذلك باستخدام مواد ذات قوة كافية، مصممة بطريقة مناسبة وبدعم كافٍ للمحافظة على الاستقرار.



الشكل 13.1 قوى عمودية على عناصر مبنى أفقية

يمكن أن يؤدي تطبيق الأحمال الثقيلة على هكذا مكونات عناصر إلى تشكُّل إنحاء، ناتج من نشوء عزوم، أو إلى ثقب عنصر ناتج من القص المفرط في نقطة محددة. عند التعرض للانحراف، تُضغط العوارض والأرضيات في المناطق العليا وتُشد في المناطق السفلى. وهذا يحدُّ من جدوى استعمال بعض المواد في التصميم، مثل الخرسانة، على سبيل المثال، حيث يكون أداؤها جيداً في حالة الضغط وسيئاً في حالة الشد. وبالتالي فإن استخدام القطع المركبة (**والمقاطع المركبة**) أمرٌ شائع، مثال ذلك استخدام الخرسانة المسلحة بالفولاذ في مناطق الشد.

تعرف بعض العناصر البنيوية بأنها مقاطع مُركَّبة، فهي مصنوعة من مادتين أو أكثر لتعمل على تحسين أداء المركَّب إلى أقصى درجة وذلك بجمع أفضل خصائص المواد المنفصلة.

وكما هو مبين في الشكل 5.1 الذي يُظهر تأثير أحمال الرياح، فقد تكون القوى العمودية المطبقة على المباني في الاتجاه الصاعد. تُقاوَم هذه القوى عادة بالاستثمار الأمثل لكتلة المبنى. يمكن أن تتولد الأحمال الصاعدة أيضا من الأرض، كما في المناطق ذات الانكماش الطيني، أو في تلك المعرَّضة للصقيع على سبيل المثال. تسمى القوى الصاعدة المطبقة من الأرض في مثل هذه الحالات "قوى رفع".

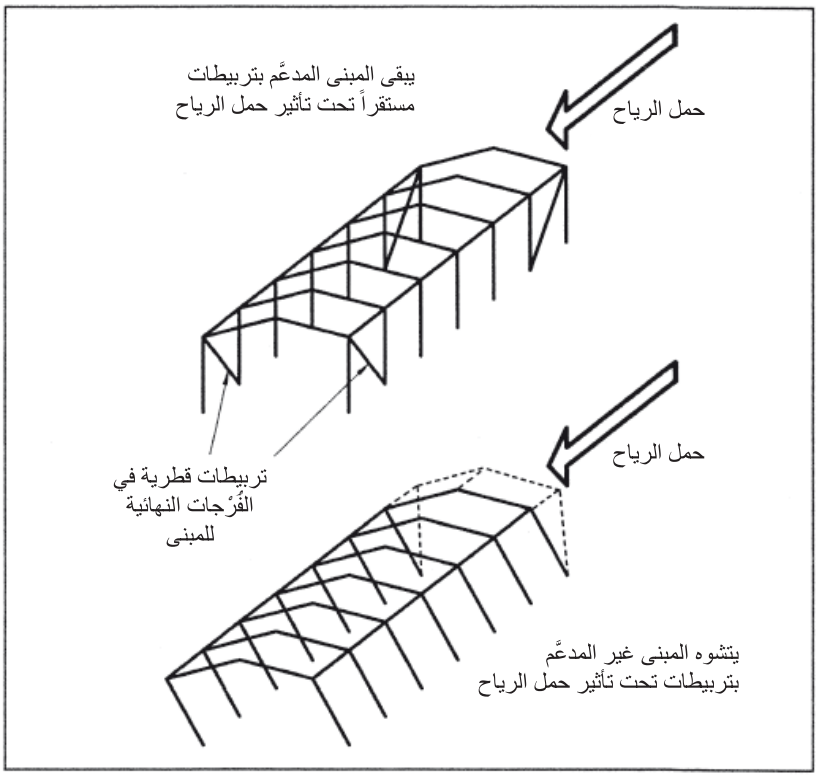
القوى الأفقية

تأتي القوى الأفقية المؤثرة في المباني من عدة مصادر، ومن الصعب التعميم بشأن أصولها ومفاعيلها. وعادة ما تنتج هذه القوى من ضغط التربة التحتانية كما في جدران الطابق السفلي، أو من الرياح أو التحميل المادي على المبنى. تتجلَّى مفاعيل هذه القوى بإحدى طريقتين:

- قلب أو تدوير المبنى أو عناصره.
- الحركة الأفقية للبنية أو انزلاقها.

هذه الأنماط من الحركة غير مرغوبة بالمطلق، ولا بد من تجنبها من خلال التصميم الدقيق للمبنى. تُعتبر طبيعة الأساسات، ومستوى التربيط

الجانبي أو التدعيم المضمَّنة في تصميم المبنى أساسيةً لتجنُّب حالات فشل من هذا القبيل. إضافة لذلك، وخاصة في الهياكل الإطارية فإن استخدام أربطة تقوية لتجنب التشوّه المتنامي أو الفشل – أمرٌ أساسي؛ يوصف هذا الفعل بأنه مقاومة "لظاهرة الدومينو" (الشكل 14.1).

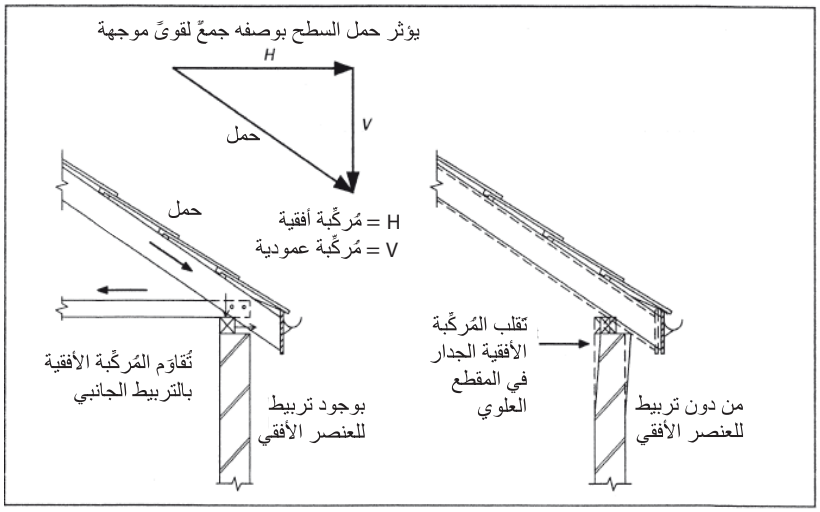


الشكل 14.1 مقاومة مفاعيل القوى الأفقية على المباني

القوى المائلة

في بعض أجزاء النسيج البنيوي للمباني يَشيعُ تطبيق قوى ذات حامل يميل بزاوية على الأفق (الشكل 15.1). وهي الحالة عندما تُثبِّت الأسقف المائلة على الجدران. تُنتج مفاعيلُ هذه القوى مجموعةً من الأحمال المطبقة العمودية والأفقية في نقطة التثبيت. تُقاوَم هذه المفاعيل بتضمين دعامات و/

أو تفصيلات[6] تربيط جانبي. تُهمل أحياناً التأثيرات الأفقية لهذه الأحمال، مما يؤدي إلى نتائج كارثية.



الشكل 15.1 مفاعيل القوى المائلة على المباني

تمرين

اشرح قيمة الأساسات في تشتيت القوى الناجمة عن الجدار.
اذكر أمثلة لقوىً أفقية وعمودية ومائلة في مبانٍ مألوفة لديك.

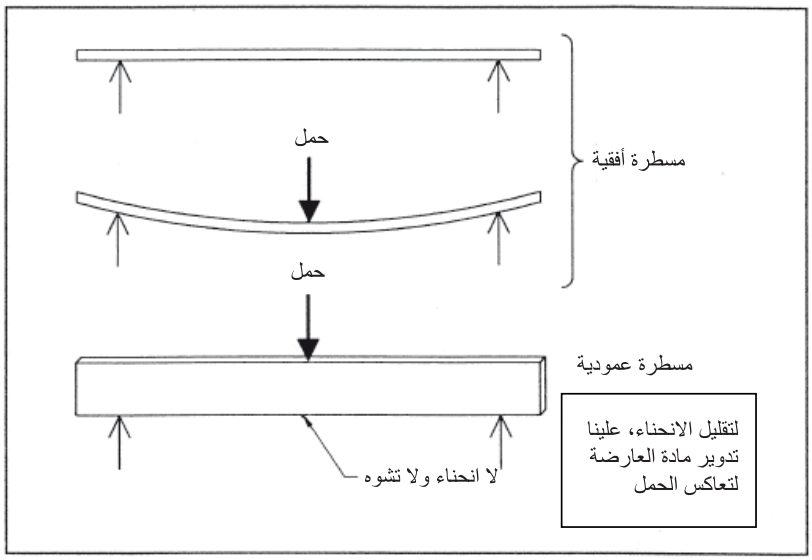
تأثير الشكل - مكونات المبنى

جرى تضمين هذا المقطع ليشرح بإيجاز المادة المدروسة آنفاً، والمتعلقة بالقوى التي تتعرض لها عناصر المبنى. إن معظم القوى التي يتعرض لها المنزل هي قوى ضغط وشد. يترجم ذلك مباشرة إلى استخدام مواد معينة تناسب هذه القوى. نحن نعلم أن الخرسانة مثلاً ممتازة في مقاومة الضغط، وأن الفولاذ، نظراً لمرونته، يستخدم في تسليح الخرسانة

(6) التفصيلة: جزء ثانوي من مبنى كالإفريز أو تيجان الأعمدة (المترجم).

لمعاكسة قوى الشد. من المفيد في هذه المرحلة أن تُفكِّر لماذا لا تكون العناصر المستخدمة في الإسكان من مواد معينة فقط، ولكن ذات شكل معين أيضاً.

يمكننا استعمال مثال المسطرة لشرح أهمية وضع المادة في مواجهة مباشرة مع القوى التي تتعرض لها. إذا وضعت المسطرة أفقياً وجرى تحميلها في المنتصف فستنحني بسهولة نسبية (الشكل 16.1).



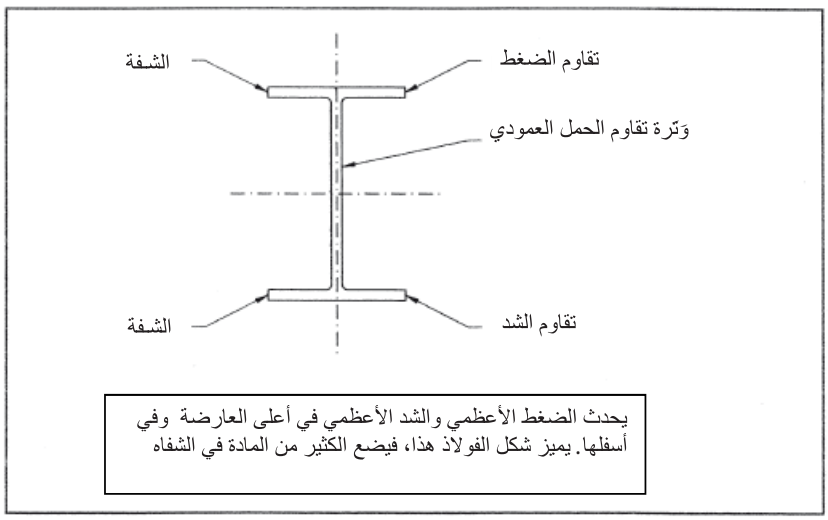
الشكل 16.1 وضع المادة في مواجهة الأحمال التي ستحملها

يمكننا أيضاً ملاحظة أنه إذا دوَّرنا المسطرة بزاوية 90 درجة وحملناها ثانية، فإن مقاومة الإنحاء ستتحسن كثيراً، على الرغم من أن مادة المسطرة لم تتغير. يعود سبب تحسن المقاومة إلى أن جسم المادة وضع مباشرة بمواجهة الأحمال التي سيحملها.

أدَّت هذه الظاهرة إلى تطوير أنماط معينة من المواد مثل العوارض الفولاذية. عندما يُذكر الفولاذ، فإن أول ما يتبادر إلى أذهاننا هو المقطع – I. إذا تفحصنا القوى التي تتعرض لها عارضة تَجسِر فجوةً، تبين لنا أن

تأثيرها يتجلى على هيئة إنحاء نحو الأسفل. ناقشنا سابقاً في هذا الفصل كيف يؤدي هذا الإنحاء إلى ضغط أعظمي في أعلى العارضة وشد أعظمي في أسفلها (الشكل 13.1).

إذا نظرنا الآن إلى الشكل I الذي استُنبط للعوارض الفولاذية، نرى، كما في الشكل 17.1، كيف جرى ترتيب مادة العارضة لتوضع حيث نحتاجها فعلياً. وَتَرة العارضة عمودية (كما في مثال المسطرة)، وبالتالي تعاكس جهة الإنحاء موفرة فاعلية في مقاومة الأحمال. وعند إنحاء العارضة تتركز قوى الضغط والشد في أعلاها وفي أسفلها، كما بيّنا سابقاً. هنا أيضاً لدينا شَفتا العارضة، وقد وضعت المادة تماماً في المكان المقاوم للقوى. وهذا يجعل المقطع- I فاعلاً جداً لاستخدامه كعارضة.

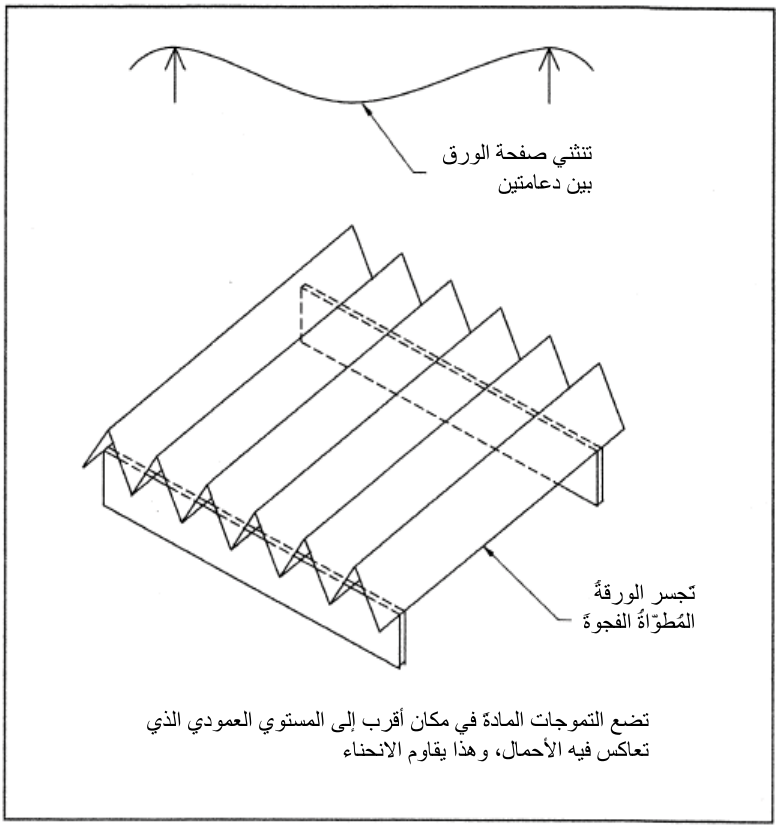


الشكل 17.1 العارضة الفولاذية ذات المقطع - I

تسعى المواد المُموَّجة الشكل أن تضع المادة قريبة من المستوى العمودي لتعاكس الإنحاء. يمكن توضيح هذا الفعل بمحاولة صنع جسر من الورق المسطح بين أصابعك: ستجد أن الجسر سيرتخي بسهولة وأن الورقة ستنطوي.

ولكن إذا أدخلنا على الورقة سلسلة من الثنيات، كما هو مبين في

الشكل 18.1، فإن إعادة ترتيب المادة وحركتها باتجاه الوضع العمودي سيساعد الورقة في جَسر الفجوة بنجاح.



الشكل 18.1 يساعد التموج الموادّ في مقاومة الانحناء

نجد هذا العنصر المُميَّز في صفائح الأسقف المموجة وفي مواد تصفيح الجدران التي تستخدم بكثرة في الصناعات الخفيفة وفي المنشآت الصناعية.

تمرين

لقد أوضحنا سبب رواج الشكل المقطعي لعوارض الفولاذ. تأمَّل الآن أشكال عناصر المبنى الأخرى، وتدارس كيف تؤثر الأحمال التي ستتعرض لها هذه العناصر في شكلها.

الفصل الثاني
التهيئة للبناء

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- فَهْم المعايير المرتبطة بانتقاء الموقع
- توصيف تأثير تحرّي الموقع في قابلية تنفيذ المشروع
- مناقشة الروابط بين تحري الموقع وتصميم الأساسات
- توصيف تطبيق الضوابط القانونية لعملية البناء بشكل مختصر
- إدراك مدى الحاجة لخدمات المرافق وللبنية التحتية المطلوبة في تجمُّع سكني
- توصيف الإجراءات التحضيرية التي تسبق تشييد المبنى بشكل مختصر.

يحتوي هذا الفصل على المقاطع التالية:

1.2 انتقاء مواقع البناء
2.2 تحري الموقع
3.2 نظرة عامة عن الضوابط القانونية لعملية البناء
4.2 نظرة عامة عن خدمات المرافق والبنية التحتية
5.2 تهيئة الموقع للاستخدام

نقطة معلومات:

- الوثيقة C المعتمدة من قوانين البناء؛ تهيئة المبنى ومقاومة الرطوبة
- BS 5930: قانون دليل الممارسة في تحري الموقع
- BS 5964: الشروع بالبناء والقياسات
- BS 8103: التصميم البنيوي للمباني منخفضة الارتفاع
- BS 10175: تحري المواقع التي من المحتمل أن تكون ملوَّثة، دليل الممارسة (سابقاً DD175)
- ملخصات هيئة بحوث البناء BRE المتعلقة بتحرّي الموقع: 318، 348، 381، 383، 411، 412، و427.

1.2 انتقاء مواقع البناء

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على مناقشة القضايا العامة الواجب تحرّيها قبل انتقاء موقع معيَّن للتجمُّع السكني.
- وستُدرك العوامل المادية والبيئية والاقتصادية المؤثرة في انتقاء الموقع.
- وستكون قادراً على دراسة تشييد المساكن ضمن السياق الأعم لعملية البناء في ما يتعلق بالضوابط القانونية.
- وستطلع على التداعيات العامة لتوافر وقُرب خدمات المرافق والبنية التحتية المرافقة لها.

نظرة عامة

ثمة أسباب متعددة لانتقاء موقع معين لتجمع سكني جديد. تشمل هذه الأسباب:

- الطلب المحلي للإسكان (والذي يمكن أن يكون طلباً واقعياً، أو مُتصوّرا تبعاً لاعتبارات النمو العام للمنطقة).
- مدى قُرب البنية التحتية القائمة (بصيغة طرقات وخدمات مثل المجاري).
- كلفة الأرض.

- نوعية الأرض ومدى تأثيرها في تهيئة الموقع للاستخدام، وبالتالي على تكاليف الأساسات الناتج عن ذلك.
- احتمال الربح.

إن قرارَ انتقاء موقع معيَّن هو اقتصاديٌ بالعموم، ويجري المتعهِّد حساباً لتقييم الجدوى الاقتصادية المحتملة للمشروع. قد تكون هذه هي معادلة المتعهِّد كما هو موضح لاحقاً. تذكَّر أنه إذا كانت معظم مكونات معادلة المتعهِّد معروفة، تُمكِن إعادة ترتيب المعادلة لإيجاد القيمة العظمى للمكون المفقود:

معادلة المتعهِّد

الدخل - المصاريف = الربح

الدخل - الربح = المصاريف

الدخل - الربح - مصاريف كافة المكونات عدا الأرض = كلفة الأرض

يبين السطر الأخير أنه انطلاقاً من معادلة المتعهِّد الأساسية يمكننا حساب الفائض، وذلك بالبحث عن الباقي الممكن دفعه للأرض في هذا المثال مع المحافظة على بلوغ مستوى الربحية المطلوب.

يعتبر الطلب المحلّي للإسكان عاملاً مهماً مؤثراً في عنصر الربحية في معادلة المتعهِّد. فهذا الطلب قد يوحي بقطعة الأرض المطلوبة من المشترين في الموقع. وهذا بدوره يُملي عدد الوحدات الممكن بناؤها في موقع محدد، وتُحدد السوق المحلية سعرها. إن أحد أضخم المصاريف في أي تجمع سكني جديد هو مصاريف البنية التحتية الواجب توفيرها – على سبيل المثال، الطرقات، والمجاري، والأرصفة، والكهرباء، وإمدادات الغاز والمياه والتي من الممكن أن تستفيد منها نسبياً مجموعات من المُلكيّات العقارية. ستتأثر المصروفات في هذا البند بمدى توافر هذه الخدمات في الموقع، وستتأثر أيضاً بطبيعة المعالم الأساسية المُكلِفة، مثل الطرقات ضمن التجمع السكني. يُنظر عادة إلى كلفة البنية التحتية باهتمام، إذ إنها تتعلق بالعموم بأجزاء من العمل يجب إنهاؤها أو تنفيذها جزئياً قبل بدء البناء في الموقع المحدد.

وبالتالي سيمضي بعض الوقت قبل أن تُستردَّ هذه التكاليف الغالية جداً.

إنّ لنوعية الأرض موضوع البحث ارتباطٌ قوي بطبيعة الأساسات المطلوب توفيرها. فكلما كانت الأرض أضعف من حيث سعة التحمُّل، كانت تكلفة الأساسات أعلى. إن لدى الكثير من بنّائي المنازل في المملكة المتحدة، أمثال ريدرو (Redrow) وبارات (Barrat) وويمبي (Wimpey)، طيف من أنماط المنازل التي يشيّدونها في مواقع مختلفة. ومع أن هذه الأنماط من المنازل هي ذاتها في مختلف المواقع، إلا أن الأساسات المخبأة تحت الأرض تتغير لتناسب حالات ذلك الموقع. في الأرض الجيدة، يجري استخدام أنواع مختلفة من الأساسات الشريطية الرخيصة نسبياً، بينما يكون الحل في الأراضي الضعيفة باستخدام ركائز مُكلفة. ثمة موضوع آخر ذو أهمية متزايدة، هو استصلاح الأراضي الملوَّثة. تلعب الصحة هنا دورا رئيسياً، ولا بدّ من تنظيف الموقع بشكل ملائم؛ لكن ذلك يعني مزيداً من كلفة المشروع، والتي تؤثر بدورها في هوامش الربح. فثمة تأثير مباشر في الربح لأي زيادة في المصاريف في معادلة المتعهِّد.

2.2 تحري الموقع

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستقدِّر أهمية توقيت تحري الموقع في عملية التشييد الإجمالية.
- وستقدِّر الأهمية التي تفرضها نتائج التحري من حيث انتقاء المواد، وتصميم الأساسات، وشكل المبنى.
- إضافة إلى ذلك، ستطَّلع على مدى وتنوع المعطيات التي تنتج عن الدراسة المكتبية بشكل عام وعن عملية التحري الميدانية للموقع.

نظرة عامة

تجري عملية تحري الموقع في مرحلة متقدمة من تطوير مشروع جديد، حتى قبل شراء الأرض. ستكشف هذه العملية كمية كبيرة من

المعلومات التي كثيراً ما يكون لها تأثير مهم في الطريقة التي يجمَّع فيها المبنى. إن أحد التأثيرات الأعظم هو بالتأكيد في أساسات المبنى: عموماً، كلما كانت الأرض أضعف، كانت تكلفة الأساس أعلى.

عند دراسة جدوى المشروع، فإن تفاصيل التشييد التي تظهر نتيجة لتحري الموقع هي عادة ذات أهمية كبيرة. يبدأ تحري الموقع خلال المراحل المبكرة من تطور المشروع. ابتكر المعهد الملكي للمعماريين البريطاني (The Royal Institute of British Architects) (RIBA) منذ سنوات عديدة "خطة عمل" خاصة بهم، تُجزِّئ عملية البناء إلى سلسلة

من المراحل. أولى هذه المراحل هي التصور العام الأولي والجدوى، وتمثِّل فكرة الزبائن الأولية لما يريدونه، وفي ما يتعلق بالمبنى وبتقدير الكلفة، للتأكُّد من أنه يمكنهم دفع تكاليف البناء.

وتتواصل الخطة عبر المراحل وصولاً إلى مرحلة إنهاء المشروع ونتائج التقييم. يجري تحري الموقع، قبل شراء الأرض، خلال مرحلتي التصور الأولي والجدوى.

يمكن تلخيص أهداف التحري بما يلي:

- تقييم تركيب وخصائص الأرض
- التأكد من أن الأساسات المختارة متوافقة مع الحمل الذي ستحمله، ومع متانة الأرض
- التأكد من تضمين الأمان والفاعلية والاقتصاد في تصميم المبنى

طبيعة مسح الأراضي

ثمة أشكال مختلفة يمكن أن تأخذها عملية تحري الموقع، وهي تتنوَّع بين دراساتٍ مكتبية وتفحص لسجلات متوافرة، واستطلاع مشياً على الأقدام فوق الموقع، وإجراء فحوصات مفصَّلة ودقيقة لعينات أُخذَت من الموقع.

يمكن أن تزودنا الدراسة المكتبية بمعلومات مرجعية مفيدة عن الموقع، كالتي يمكن الحصول عليها من الخرائط ومن السجلات التاريخية للموقع. يوجز الملخَّص 318، الصادر عن مؤسسة بحوث البناء (BRE) في

المملكة المتحدة، الإجراءات اللازمة لتنفيذ هذه الدراسة، ويُشير إلى عدد من المجالات لأخذها بالاعتبار:

- الطبوغرافيا (الوصف التفصيلي للتضاريس)، والنبات، وتصريف المياه
- حالات الأرض
- بنية المبنى المقترحة

يوجز الجدول 1.2 بعض الأسئلة المحتمل طرحها عن هذه المجالات

من المهم أن نقدِّر قيمة زيارة الموقع الفعلية، إذ يمكن للتحري الطبوغرافي البسيط أن يكون ذا قيمة أكبر من قيمة الدراسات المكثَّفة التي تُجرى في المكتب. فالطبوغرافيا هي ما تراه فعلياً على المستوى المرئي: كيفية امتداد الأرض، طبيعة النباتات ونمو المزروعات، مَلمس التربة (هل هي مشبعة بالماء مثلاً؟)، المباني والمعالم الطبيعية.

ربما يُفضَّل إجراء تحرٍّ شامل، نحصل منه على كميات كبيرة من المعطيات. إذ كلما عرف أكثر عن الموقع، قلَّت أهمية القضايا غير المؤكدة في التصميم والأداء. إن لمساحة وشكل الموقع، إضافة إلى حجم وشكل المبنى المزمع إقامته في ذلك الموقع، أكبر الأثر في المنهجية المعتمدة في مرحلة تحري الموقع. إن الهدف من هذا العمل هو تجميع مجموعة خصائص ومزايا ومواصفات معبرة عن الموقع.

الجدول 1.2 أسئلة نموذجية تتعلق بتحري الموقع

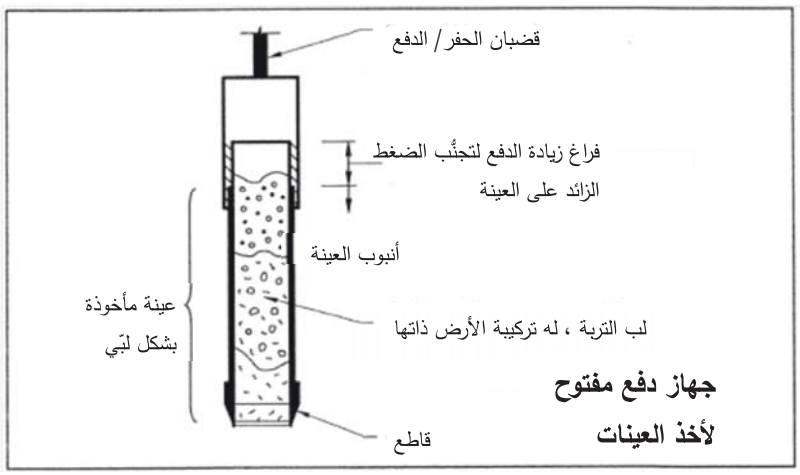
الطبوغرافيا، والنباتات، تصريف المياه	هل الأرض مائلة، وإن كانت مائلة فبأي درجة؟ هل ثمة مياه طبيعية في الموقع (بركة، جدول، أو ما شابه)؟ هل ثمة أشجار أو شجيرات؟
حالة الأرض	ماهي الطبقات الموجودة في الأرض؟ هل هذه الطبقات تعاني من مشاكل (طبقات من الفحم الخُثّي [فحم المستنقعات]، أو الطين القابل للانكماش، أو ما شابه)؟ هل المعلومات المتعلقة بمتانة الأرض متوافرة؟ هل ثمة عدم استقرار في الأرض أو ثمة

	نشاطات تحت الأرض من الممكن أن تسبب عدم استقرار (مثل مناجم الفحم)؟
بنية المبنى المقترحة	ماهي المساحة التي سيشغلها المبنى؟ وما هي أحمال الأساسات المتوقعة؟ هل يمكن للتربة أن تسبب حركة تفاضلية ؟

طريقة استخلاص المعلومات

تتنوع كثيراً الطرق التي نحصل بموجبها على المعلومات المتعلقة بالتربة. تعتمد التقنية التقليدية على أخذ عينات من الأرض لأجل التحليل الميداني والمخبري باستخدام جهاز أخذ العينات وأنبوب دفع مفتوح لأخذ العينات.

يمكن للعينات المستخلصة بهذه الطريقة أن تكون إما **مضطربة**، وذلك عندما تُخرِّب عملية الحفر لاستخلاص العينة الحالة الطبيعية للأرض بسبب نَصْلة التثقيب المستخدمة في المثقب، أو **غير مضطربة**، وذلك عندما تُظهر العينة المأخوذة حالة الأرض كما هي عليها. تُدفع الأنابيب الأسطوانية الفارغة المزوَّدة بحد قاطع سفلي ضمن الأرض لأخذ عينة لبيّة، كما يبينه الشكل 1.2.



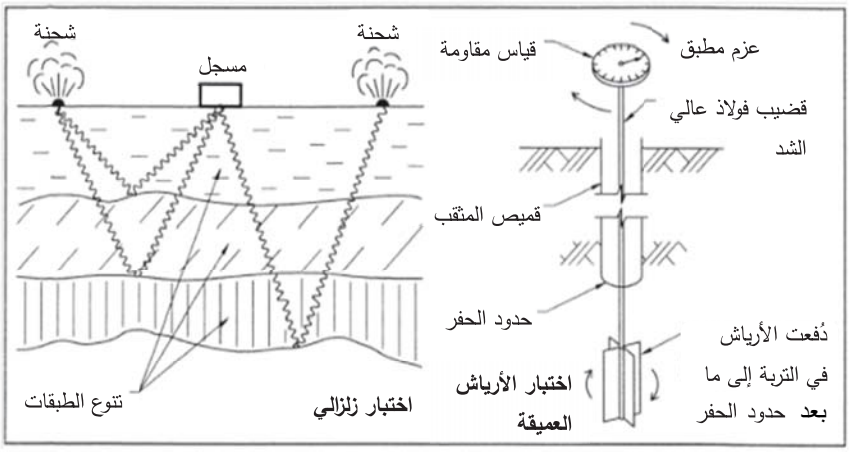
الشكل 1.2 أنبوب دفع مفتوح لأخذ العينات

عندما تؤخذ العينات، يُستخدم سجل (مخطط) مثقب الحفر لإجمال الموجودات في الأعماق المختلفة من الأرض.

في كلا التقنيتين المذكورتين أعلاه، تجري عملية إزالة لعينات المواد، ولكن من الممكن الحصول على بعض خصائص الأرض، مثل المتانة، من دون إزالة عينات أبداً الشكل (2.2).

إن مقاومة التدوير، تحت ضغط عزم التدوير الناجم عن دفع أرياش آلة الحفر ضمن الأرض، تعكس مقاومة الانضغاط في التربة. تُستخدَم **النبضات الزلزالية** المولَّدة باستخدام شحنات متفجرة، لتوليد موجات صدم لترتد في ما بعد عن الطبقات المختلفة في الأرض، وتزودنا بصورة مرئية عن توضّع طبقات التربة.

النبضات الزلزالية، موجات ضغط تُولَّد بطرق مختلفة بما فيها الشحنات المتفجِّرة. تنعكس الموجات من مناطق في الأرض ذات كثافات مختلفة، مما يسمح بتكوين صورة مرئية للعناصر وللتركيبة الطبقية التي ستستخدم.



الشكل 2.2 طريقة الأرياش العميقة والطريقة الزلزالية لتقييم الأرض

المعطيات المُوَلدة من تحري الموقع

يزودنا تحري الموقع بمعلومات تتعلق بـ:

- طبيعة التربة
- سماكة الطبقات من نماذج التربة المختلفة في موضع الاختبار
- متانة التربة
- وجود ملوثات في التربة
- درجة الرطوبة الموجودة
- مستوى المياه الجوفية القائم
- موقع الخدمات القائمة

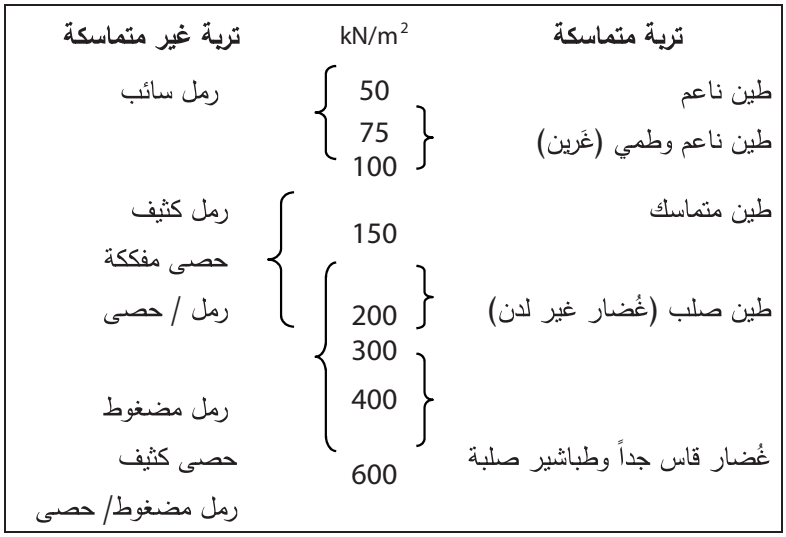
تتعلق طبيعة التربة بالصيغة الأساسية التي تأخذها بُنية التربة، هل هي متماسكة (مثلاً، طين قابل للتشكيل بين الأصابع مثل البَلاستسين (الطين اللدائني) ذو جسيمات ذات أبعاد صغيرة جداً، أم غير متماسكة (مثلاً، رمل ذو أبعاد جسيمات كبيرة نسبياً، غير قابل للتشكيل تحت ضغط الأصابع عندما يكون جافاً)؟ في الواقع، قلّما نجد في الموقع فصلاً واضحاً بين أنواع التربة كما في الوصف أعلاه.

إلى جانب ما سبق يهتم المصممون أيضاً بمحاولة تكوين صورة مرئية **لبُنية طبقات** الأرض. وعند دراستها يمكننا رؤية إلى أي مدى يمكن أن تخترق الأحمال طبقات التربة المختلفة، وعلى وجه الخصوص أي الطبقات يمكن أن تتأثر.

بنية الطبقات هي المصطلح المستخدم لوصف الطبقات المختلفة التي تُشِّكل الأرض في الموقع. تتألف الأرض عموماً من عدد من طبقات التربة المتنوعة، المختلفة في سماكتها.

تعتبر متانة الأرض إحدى أهم خصائص الأرض التي تسعى تحريات الموقع أن تحددها، ويُعبَّر عنها عادة بقدرة الأرض على مقاومة الأحمال،

أو بسعة التحمُّل. تُقاس المتانة بوحدات kN/m^2 وتتغير مابين $50\ kN/m^2$ و$600\ kN/m^2$، كما في الشكل 3.2.



الشكل 3.2 جدول سعة التحمل.

تعتبر سعة التحمل إحدى أكثر المعلومات فائدة بما يتعلق بتصميم الأساسات. ثمة ثلاثة عوامل متلازمة وذات علاقة متبادلة، هي: الحمل الذي يسببه المبنى، وقوة تحمُّل التربة، ومساحة النقل التي توافرها الأساسات الملامسة للتربة. يرغب المصممون باستعراض الحمل الذي يسببه المبنى (نموذجياً، لا يزيد عن 50 kN/m للجدران الخارجية في منزل مؤلف من طابقين) وسعة تحمُّل التربة، ومن ثم إنشاء مساحة أساسات يمكنها نقل حمل المبنى إلى الأرض من دون تجاوز سعة تحمُّل الأرض، مع توفير عامل أمان.

يوضح الشكل 4.2 مبدأ هذا الاعتبار للعوامل الثلاثة.

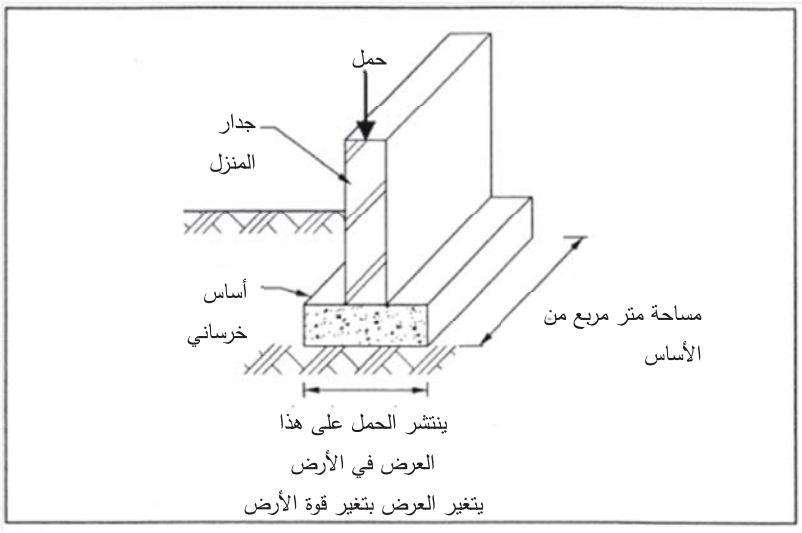
من المفيد الآن الرجوع إلى الوثيقة A المعتمدة من قواعد تنظيم البناء، المقطع E (أساسات ذات قواعد شريطية)، الجدول 12. يُظهر هذا الجدول بوضوح العلاقة بين حمل المبنى، وقوة الأرض، وعرض خرسانة

الأساسات ذات القاعدة الشريطية. يُلاحظ أنه إذا بقي الحمل ثابتاً وتغيَّرت مقاومة الأرض، تغيَّر أيضاً عرض خرسانة الأساسات – فكلما كانت الأرض أضعف، ازداد عرض الخرسانة المطلوبة لنشر الحمل. وبالمثل، إذا كانت مقاومة الأرض ثابتة، وتغيَّر حمل المبنى، تغيَّر عرض الأساسات الخرسانية أيضاً على نحو ملائم.

إحدى الخصائص الأخرى لطبيعة التربة هي تركيبتها الكيميائية. قد تُظهر التركيبة الكيميائية كثيرا من الشوائب، لكن **الكبريتات** هي إحدى أهم الشوائب الممكن وجودها. إذ إنها تهاجم الألومينات ثلاثية الكالسيوم، أحد مكونات الإسمنت البورتلاندي، وعند وجود الكبريتات يضطر المصممون إلى استخدام إسمنت يقاوم الكبريتات وفق المعيار البريطاني BS4027 عوضاً عن الإسمنت البورتلاندي العادي وفق المعيار BS12.

إذا حدث هجوم للكبريتات، فسيحصل تلف في أي مادة تحتوي الإسمنت، ينتج عنه ضعفٌ في المقاومة. وليس الإسمنت وحده ما يعاني من الكبريتات، بل وأيضاً الملاط الموجود بين الطوب، ووصلات الملاط التقليدية في أنابيب التصريف، وما إلى ذلك.

يعتبر وجود المياه في الموقع من أهم خصائص الأرض ذات التأثير الكبير على السهولة التي تجري بها عمليات البناء، وعلى وجه الخصوص وجود مياه جوفية. يمثل مستوى المياه الجوفية الحد الأعلى من الأرض الذي تكون التربة تحته مُشبَعةً بالماء، وفي بعض الأحيان يكون هذا الحد قريبا من سطح الأرض. يقتضي وجود المياه ضرورة الضبط المؤقَّت للمياه الجوفية، واعتماد برامج سحب مياه مؤقتة. يؤثر وجود المياه أيضاً في سهولة إجراء عمليات الحفر، وعلى كلفة هذه العمليات.



الشكل 4.2 نشر الحمل عبر أساس بسيط

تتضمن عملية إنشاء مجمع سكني جديد عموماً مرحلتين رئيسيتين: **مرحلة ما قبل** العقد، **ومرحلة ما بعد العقد.** تمثل المرحلة الأولى كافة الفاعليات التي تجري قبل توقيع العقد القانوني للتشييد (مثل العقد JCT)[1] وتمثل المرحلة الثانية الفعاليات التي تجري بعد توقيع العرض. يُعدُّ الفاصل بين المرحلتين، من وجهة نظر تقنية التشييد، هاماً جداً، إذ إنه يمثل نقطة التحول من التصميم والإدارة إلى فعالية التشييد المادية للمشروع. إن اكتشاف مياه جوفية خلال تحري الموقع، والذي يجري في مرحلة مبكرة من المشروع، يُعدُّ اكتشافَ ما قبل العقد. وعندما يبدأ التشييد في الموقع، يُعاد قياس مستوى المياه الجوفية لمعرفة ما إذا يتقلَّب، بشكل أساسي حتى يُدفع للمتعهد سعراً مُنصفاً يتناسب مع مدى الحفر في الماء.

تتوفر أحياناً خدمات تحت الأرض في الموقع، مثل شبكة قنوات

(1) هيئة العقود المتحدة (Joint Contracts Tribunal)، وتُصدر صيغ عقود معيارية للتشييد وملاحظات إرشادية ووثائق معيارية لاستخدامها في صناعة البناء. أسست عام 1931 في بريطانيا (المترجم).

الماء، والصرف الصحي، و كبال القدرة الكهربائية. وغالباً ما نحتاج إلى تغيير مساراتها لتناسب التجمع السكني الجديد، كما أن لمعرفة موقعها فائدة واضحة قبل البدء بالحفر في الأرض.

الأرض الملوثة

كثير من المواقع التي يجري تطويرها للإسكان كانت مستخدمة سابقاً؛ يطلق على هذه المواقع اسم مواقع براونفيلد (الحقول السمراء)، وفي بعض الحالات يحتمل أن تكون ملوثة. تتنوع الصيغ التي تأخذها الملوثات كثيراً، وهي تتضمن:

- المواد الكيميائية - على وجه الخصوص مواد المعالجة الكيميائية
- المعادن الثقيلة، كالزئبق والرصاص
- المواد الليفية المرتبطة بمشاكل الجهاز التنفسي، مثل الأسبستوس
- المتفجرات
- النفايات النووية
- النشاطات الإشعاعية الطبيعية، مثل الإشعاعات التي يسببها غاز الرادون.
- الغازات الناتجة من مقالب القمامة، مثل غاز الميتان
- السوائل، مثل البترول

ويمكن أن تتوسع هذه القائمة بسهولة

لَحظَت الوثيقة C المعتمدة في قوانين البناء حقيقة أن في معظم المواقع مشاكل **تلوث**. وقد أشار البند C2 بشكل محدد إلى المواد الخطرة والعدوانية. وأوضح البند C2 الحاجة إلى تجنُّب الخطر المؤثر في الصحة الذي تسببه المواد الموجودة على الأرض التي سيغطيها المبنى أو ضمنها. كما يبين الجزء C من التشريعات حساسية التجمعات السكنية لما يتعلق باستخدام الموقع. فعلى سبيل المثال، لن يكون موقف السيارات أو المنطقة

المرصوفة حساساً جدا مقارنة مع التجمع السكني. ففي حال وجود أحد الملوثات، وبنسبة تركيز متساوية في هذين النوعين من المواقع المذكورين أنفاً، فإن درجة الأعمال الإصلاحية ستكون مختلفة جداً. تسمى عملية استصلاح الأرض الملوثة "**علاج**" الأرض.

وحيث من المحتمل أن يكون تحري التلوث أهمُّ من تحريات الموقع العادية لما يتعلق بقضايا الصحة، فإن المقاربة المتبعة في تقييم الموقع يمكن أن تكون مختلفة جداً. ثمة مرجع في معهد المعايير البريطانية تُمكن مراجعته في هذه القضية، هو المعيار البريطاني BS 10175. وقد وضعت المسودة الأولية لهذا المعيار (DD175) منذ منتصف الثمانينات، ولم تصل إلى مرحلة الاعتماد الكامل إلا في عام 2001، وهذا يعكس الصعوبة في تجميع مقاربة حاسمة لبحث مشاكل التلوث.

تمرين

سمِّ خمس نتائج نموذجية تتوقعها من عملية تحري الموقع، ورتبها حسب الأهمية، مبرراً هذا الترتيب.

حدد موقعين محتملين لبناء عقار مؤلف من 30 منزلاً بالقرب من بيتك: أحدهما في موقع جديد أو حقل أخضر، والثاني فوق حقل أسمر مستخدم سابقاً. أنشئ لائحة بالاختلافات المفتاحية بين الموقعين، معبراً عنها بصعوبات التشييد. كيف يمكن تقييمها من طريق تحري الموقع.

3.2 نظرة عامة على الضوابط القانونية للبناء

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على فهم التطور المتنامي في ضوابط البناء من خلال تشريعات الصحة العامة والقضايا المرتبطة بها.
- سيمكنك تحديد الإجراء الأساسي للحصول على موافقة رسمية لعملية البناء، وستفهم كيف امتدت الضوابط إلى عملية البناء.

نظرة عامة

يُعدُّ تطبيق الضوابط على عملية البناء مفهوماً جديداً في المملكة

المتحدة. فقبل صدور أول مجموعة من قوانين تنظيم البناء الوطنية في عام 1965، كانت الضوابط على عملية البناء محدودة. جاء أول إدراك حقيقي بالحاجة إلى الضوابط بعد حريق لندن الكبير عام 1666. كان معدل انتشار الحريق عاملاً رئيسياً في الكارثة وهذا بدوره كان نتيجة للكثافة العالية للمباني، وللمساحات المفتوحة القليلة، إضافة إلى طبيعة مواد البناء القابلة للاشتعال في ذلك الوقت.

بعد الحريق، أُصدرت مجموعة من الضوابط جرى تطبيقها في لندن.

يُعدُّ صدور قوانين الصحة العامة (Public Health Acts) (PHA) أبرز معالم تطور ضوابط البناء في عموم بريطانيا، وأهم هذه القوانين كان القانون PHA 1875. ركَّز هذا القانون على ثلاثة محاور: الاستقرار البنيوي، والرطوبة، والمحافظة على الصحة العامة. تَبع هذا القانون إصدار مجموعة من القوانين الداخلية في عام 1877 بوصفها إرشادات للسلطات المحلية، التي فُوِّضت مسؤولية وضع وتنفيذ معايير التشييد بحدها الأدنى. انصبَّ اهتمام القوانين الداخلية على الصحة والسلامة، وقد جاءت هذه المجموعة من الضوابط الإرشادية بعد عامين من صدور قوانين الصحة العامة.

ومع التطور المحدود الذي شهده القرن التاسع عشر، كانت التشريعات المتعلقة بالتشييد محدودة أيضاً وعلى وجه الخصوص في مجال الصحة العامة، مثال ذلك قانون الصحة العامة 1936. بحلول منتصف القرن العشرين، بدأ العديد من السلطات المحلية إصدار قوانين داخلية خاصة بمحليّاتها، مما صعَّب الأمر على مهنة التشييد، إذ تختلف القوانين من منطقة لأخرى. وبسبب الحاجة إلى التوافق بين مختلف المناطق، صدرت في عام 1952 قوانين داخلية وطنية. تبع ذلك صدور مجموعة من القوانين الهامة تتضمن قانون الصحة العامة عام 1961، وأول مجموعة وطنية من قوانين تنظيم عملية البناء عام 1965.

تهدف قوانين البناء إلى وضع الحد الأدنى من المعايير المقبولة في عملية التشييد. وعلى الرغم من التقدم الملحوظ في معايير التشييد الوطنية كنتيجة لهذه القوانين، فقد برزت صعوبات كبيرة في تنفيذها. نتيجة لذلك

وضعت الحكومة في عام 1972 قانون الإدارة المحلية الذي وضع مسؤولية تنفيذ قوانين البناء على السلطات المحلية، وهذا بدوره يُجبر السلطات على توظيف أشخاص لهذه الغاية.

ومنذ ذلك الحين، جرى ضبط عملية التنفيذ بعناية، ومازال هذا مستمراً إلى الآن. بعد صدور أول مجموعة من قوانين البناء، صدرت تحسينات متتالية على شكل تعديلات للقوانين ما لبثت أن أُدمجت فيها بصدور القوانين في الأعوام 1972، و1976، و1985، و1991.

في عام 1985 تغير تصميم نموذج القوانين إلى مقاس الورق A4 ومازال يعمل به إلى الآن. وكما في السابق، تَقسم القوانينُ المبنى إلى عدد من المقاطع المنطقية: البنية، حريق، تهوية، درج... إلخ. ومنذ عام 1985، جرى تعزيز كل من هذه المقاطع باستخدام وثيقة معتمدة. تشرح هذه الوثائق كيفية تطبيق القوانين بالتفصيل، وتحتوي على المقايس البريطانية التي تنطبق. يوضح المقطع 3 من قوانين البناء الإجراءات الواجب اتباعها للحصول على الموافقة الرسمية للبناء، كما تحتوي مقاطع مثل "ملاحظات، وخطط، وضبط أعمال البناء، وتبسيط المتطلبات".

تنقسم قوانين البناء (في إنجلترا وويلز) إلى سلسلة من الوثائق المعتمدة التي تعكس متطلبات الأداء للمباني كما جرى وصفه سابقاً. وهذه الوثائق هي:

- **الجزء A**: البنية – يضع متطلبات التأكد من قدرة المبنى على تحمل الأحمال المتوقعة بصورة آمنة.
- **الجزء B**: أمن الحريق – ويهدف إلى ضبط المواد المستخدمة وفقاً لدرجة خطورتها، والتأكد من إمكانية إخلاء المباني دون خسارة في الأرواح (طرق النجاة) في حال حدوث حريق.
- **الجزء C**: تحضير الموقع ومقاومة التلوث والرطوبة – ضبط التصميم والتشييد لمواجهة تسرب المياه إلى المباني وظاهرة التكاثف فيه.
- **الجزء D**: المواد السامة.

- **الجزء E**: مقاومة مرور الصوت – يبحث في مرور الصوت عبر الجدران والأرضيات بين المساكن.
- **الجزء F**: التهوية – يضع متطلبات التهوية للغرف المأهولة والمساحات غير المدفَّأة.
- **الجزء G**: النظافة – يضع متطلبات الأدوات الصحية والمجاري.
- **الجزء H**: المجاري وتصريف الفضلات – ويهدف بشكل رئيسي إلى تحقيق معايير الصحة والبيئة.
- **الجزء J**: نظم وأجهزة التدفئة – يتعلق أهم عنصر في هذا المقطع بالتصريف الآمن لغازات المداخن.
- **الجزء K**: الحماية من السقوط والتصادم والصدم – ويبحث في متطلبات تصميم الأدراج والالتواءات الصاعدة وعوائق السيارات.
- **الجزء L**: الحفاظ على الوقود والطاقة – ويهدف إلى التأكد أن المبنى معزول بطريقة مناسبة وأنه بُني لتقليل التغيرات البيئية.
- **الجزء M**: دخول المبنى واستخدامه – يهدف إلى التأكد من وجود منافذ مناسبة للمباني وتسهيلات لذوي الاحتياجات الخاصة.
- **الجزء N**: التزجيج – يهدف إلى ضبط الاستخدام والتركيب الآمن للزجاج في النوافذ والأبواب وما شابه.
- **الجزء P**: الأمن الكهربائي – يبحث في التركيب الآمن للنظم الكهربائية.

من غير المناسب أن نفصِّل هذه المواضيع في كتاب تقديمي مثل هذا، ولكن سنتطرق إلى المبادئ الموجودة في القوانين ضمن المقاطع المختلفة من الكتاب بحسب الموضوع.

عندما يرغب المرء بالحصول على موافقة رسمية للبناء، فثمة مجالان يجب أخذهما بعين الاعتبار: الالتزام بقوانين البناء من حيث التصميم والمواد، ومناسبة المبنى للموقع ولقطعة الأرض التي سيقام عليها. يعالج

المجالَ الثاني قوانينُ تخطيط المدن والريف التي تَحكم استخدام اليابسة في المملكة المتحدة. تُصنَّف الأراضي بحسب الاستخدام (على سبيل المثال، للسكن، أو للزراعة)، وتُقيِّد هذه الأجزاء من التشريعات عمليةَ البناء لتتبع صيغاً خصصت لتناسب موقع معين.

يجب الحصول على موافقة على التخطيط إذا أردت:

- توسيع الشقة خارجياً
- إنشاء مكان إقامة مستقل في جزء من منزل قائم
- اقتطاع جزء من المنزل لأغراض تجارية
- إشادة ما يمنع رؤية مستخدمي الطريق (مثل جدار أو حاجز)
- البناء بطريقة لم تكن متضمّنة في تصريح التخطيط الأصلي للمنزل
- زيادة عرض ممر أو منفذ للطريق.

يمكن إجراء تعديلات طفيفة للمنازل دون الحاجة إلى تصريح، وهذا يندرج تحت بند **حقوق** التحسينات المسموحة؛ على سبيل المثال، عندما لا يتجاوز حجم التوسيع المقترح 15٪ من حجم المنزل الأصلي (محسوباً بالأبعاد الخارجية) أو 70 م^3، بغض النظر عن أيهما أكبر. ويمكن للمسألة أن تكون معقَّدة في عدد من الحالات مثل وجود المنزل في منطقة محمية، أو إذا جرى توسيع المنزل حديثاً.

نحتاج إلى تصريح تخطيط أيضاً لإقامة حواجز أو جدران أو بوابات، أو لتشكيل دروب أو باحات مرصوفة.

ثمة قضايا أخرى تتعلق بالأعمال المنوي تنفيذها تحتاج إلى موافقات خاصة:

- موافقة المباني المُدرجة[2]

(2) المباني المدرجة (في المملكة المتحدة): مبانٍ مدرجة في لائحة رسمية للمباني ذات الأهمية التاريخية أو المعمارية (المترجم).

- موافقة مناطق المَحميّات
- الأمكنة التي تنطبق عليها قوانين المحافظة على الأشجار
- يمكن لأي عمل يؤثر في المباني المجاورة، بما يسبب تأثر البنية، أن يخضع لقانون الجدار المشترك لعام 1996. يسمح هذا القانون بإجراء أعمال محدودة بالقرب من الملكيات المتاخمة بشرط توفير الحماية للمباني الممكن تأثُّرها، وهذا ينطبق بوجه الخصوص على أعمال التحديث والتعديل.

يهتم قانون الصحة والسلامة المهنية لعام 1974 بسلامة الأشخاص المرتبطين بعملية البناء، وهو ينطبق على أعمال تحري الموقع كما ينطبق على مراحل التشييد في المشروع. ومنذ إصدار قوانين البناء عام 1985 جرى تغيُّر كبير في التشريعات الخاصة بالصحة والسلامة، وبقضايا البيئة أيضاً. فقوانين الصحة والسلامة لعام 1992، والتي تنطبق على الشركات التي تضم خمسة موظفين أو اكثر، تُجبر الشركات تبنّي نظام رسمي للسلامة. وهذا يتطلب عموماً إقامة نظام إدارة سلامة، يتضمن مراعاة طرق تقييم وتحليل الأخطار، ودفاتر الشروط، والاستشارات، ومراقبة الأداء.

وَضعت قوانين تنظيم عملية التشييد (التصميم والإدارة) لعام 2007 (CDM) مهاماً قانونية على كل شخص مُنخرط في التشييد. هؤلاء الأشخاص، وفقاً لهذا القانون، هم:

الزبائن (المستثمرون): وهم الذين يطلبون القيام بأعمال التشييد.

المنسقون: يجري تعينهم لتقديم النصح للمستثمرين عن قضايا الصحة والسلامة خلال مرحلة التصميم والتخطيط للمشاريع التي تنطبق عليها القوانين.

المقاولون الرئيسيون: يجب تعينهم في المشاريع التي تنطبق عليها القوانين، ويكون دور المقاولين الرئيسيين تخطيط وإدارة وتنسيق قضايا الصحة والسلامة خلال أعمال التشييد.

المقاولون: وهذا ينطبق على أي شخص أو عمل مشارك في أعمال التشييد أو التعديل أو الصيانة أو الهدم.

العمّال: أي شخص يمارس عملاً ضمن عملية التشييد.

قُسمت القوانين إلى خمسة أجزاء كما يلي:

الجزء 1: تطبيق القوانين والتعريفات

الجزء 2: الواجبات العامة التي تنطبق على كافة مشاريع التشييد

الجزء 3: الواجبات الإضافية للمشاريع "الواجب التبليغ عنها" (وهي مشاريع تستمر لأكثر من 30 يوماً أو يتطلب تنفيذها أكثر من 500 رجل/ يوم عمل)

الجزء 4: متطلبات عملية لكافة مواقع التشييد

الجزء 5: ترتيبات انتقالية

السمات المفتاحية للقوانين هي كما يلي:

تصنف المشاريع ضمن تصنيفين: الواجب التبليغ عنها (أي التي تستمر لأكثر من 30 يوماً أو يتطلب تنفيذها أكثر من 500 رجل/ يوم عمل)، أو غير الواجب التبليغ عنها. وخلافا للنسخة السابقة من القوانين (CDM 1994) لا يوجد تمييز بين المشاريع التي تتضمن أعمال هدم أو بين العاملين المستخدمين لإنجاز هذا العمل.

يجب على المستثمر:

- تعيين مُنسِّق للمشروع قبل مرحلة التصميم وعليه التأكد أن المنسق يقوم بواجباته المطلوبة.
- التأكد من تنظيم إدارة مشروع مناسبة
- التأكد من توفير تسهيلات راحة مناسبة قبل بدء العمل.

يجب على المُنسِّق:

- العمل بوصفه مستشاراً للمستثمر لمساعدة المستثمر والمصمم والمقاول

الرئيسي في مرحلة التصميم والتخطيط

- تنسيق توليد "حزمة المعلومات" البديلة لـ "خطة الصحة والسلامة" المعتمدة قبل التشييد والمعرَّفة ضمن قوانين 1994.

يجب على المقاول الرئيسي:

- ضمان الالتزام بالقوانين خلال مرحلة التشييد
- تخطيط وإدارة ومراقبة مرحلة التشييد
- مراقبة كفاءة الموظفين والتأكد من توافر طرق تقييم وتحليل الأخطار... إلخ.

كان لقانون حماية البيئة عام 1990 (EPA) ولقانون البيئة عام 1995 أثر بالغ في الإجراءات في الموقع، بالإضافة إلى الالتزام بالمسؤوليات القانونية المتعلقة بالتلوّث. كما عالج قانون حماية البيئة أيضاً مسألة تصريف النفايات الخطرة، وأقام نظام ضريبة مطامر القمامة الذي اشترط معالجة مواد النفايات الخطرة ضمن مزابل مرخصة. وبما أن ثمة مبالغ تدفع على أساس الطن لتصريف النفايات التي تشكل خطراً، فإنها تؤدي إلى مصاريف كبيرة تؤثر بدورها في إمكانية تنفيذ المشاريع. تذكَّر أنه إذا زادت تكاليف التطوير في معادلة المتعهِّد فسيكون لذلك تأثير مباشر في الربح.

تمرين

ماهي الإجراءات الواجب اتباعها في طلب الموافقة الرسمية من السلطات المحلية للبناء؟
ماهي قوانين تنظيم عملية التشييد في التصميم والإدارة (CDM) ومتى تُطبَّق؟

4.2 نظرة عامة على الخدمات العامة والبنية التحتية

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع سيمكنك شرح محتوى وأهمية البنية التحتية في تطور المساكن.

- ستتعرف على تفاصيل إدخال الخدمات العامة [المرافق] للملكية العقارية.

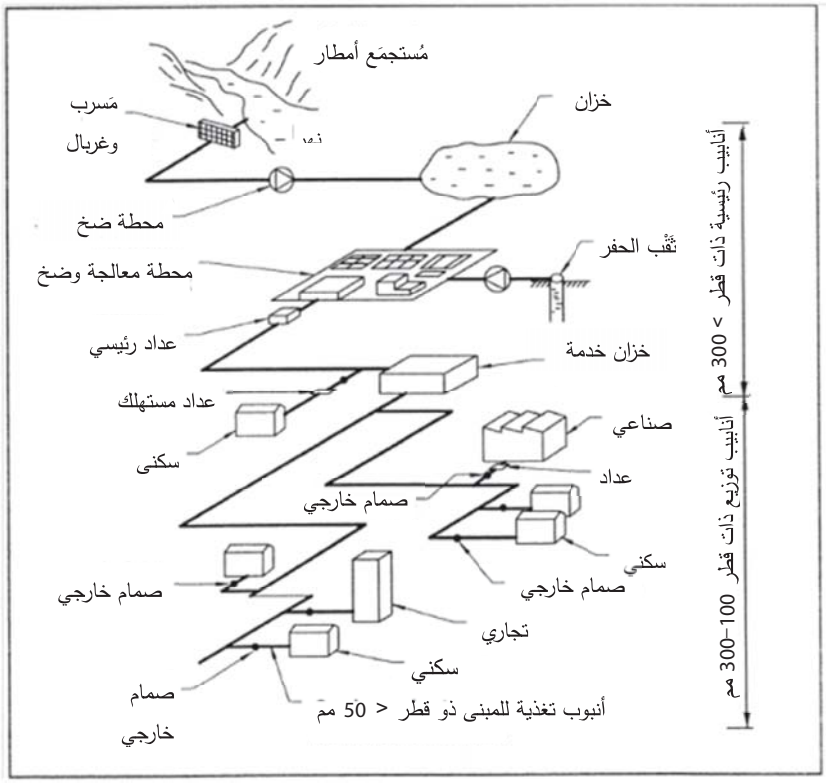
نظرة عامة

تتعلق خدمات المرافق العامة التي تُزوَّد بها التجمعات السكنية بخدمات المياه والكهرباء والغاز والصرف الصحي. يتضمن مصطلح "البنية التحتية" عناصر مثل الطرقات والأرصفة وإضاءة الشوارع. تمثل هذه العناصر المصروفات الأولية على المشروع، إذ تركَّب أو تنفَّذ قبل بدء العمل فعلياً في الوحدات السكنية الإفرادية. تُقسَّم الكلفة الباهظة المرتبطة بهذه الخدمات على الوحدات السكنية عند تحديد أسعار البيع الإفرادية. كان التزويد بالخدمات العامة في المملكة المتحدة مسؤولية مزودي مرافق الخدمات في القطاع العام. أما الآن فثمة نظام خصخصة يسمح بالتنافس بين بدائل مزودين لكنهم جميعاً يستخدمون بنية الخدمات التحتية الوطنية ذاتها.

إمداد الماء البارد

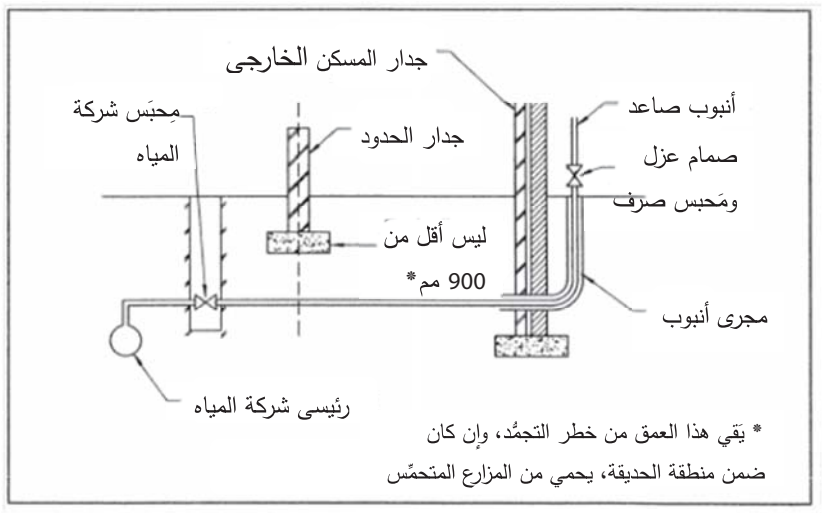
يقضي قانون المياه بتزويد كل مسكن بمأخذ **ماء صالح للشرب**. يمر الماء في طريقه إلى المنزل بعدة مراحل معالجة عبر خطوط أنابيب ممتدة. يبين الشكل 5.2 هذا المسار ويشير إلى الضغوط المطلوبة للتغلب على مقاومة الأنابيب وتقلبات الطلب على المياه، ولتوفير ضغطٍ كافٍ يضمن التوزيع الصحيح، يمكن أن يأتي الماء المُزوَّد من عدة مصادر، منها الخزانات ومياه الآبار.

الماء الصالح للشرب هو ماء معالج لضمان خلوِّه من الملوثات والعناصر البيولوجية المُضرّة بالصحة. وبتعبير بسيط هو ماء "قابل للشرب"



الشكل 5.2 التوزيع الوطني لشبكة المياه

يقع مصدر المياه الرئيسي الذي يغذي تجمعاً سكنياً عادة في الممر العام خارج حدود الوحدات السكنية. يوضع في هذا المكان مِحبَس (صنبور) الشركة ليسمح بقطع الماء عن المنازل إفرادياً دون الحاجة لدخول حدود الملكية العقارية. يطلق على الأنبوب الذي يزوِّد المنزل بالماء انطلاقاً من هذه النقطة مصطلح أنبوب **خدمة الماء البارد** (الشكل 6.2). وكما يظهر الشكل، فإن أنبوب الخدمة هذا مدفونٌ على مسافة ضمن الأرض لتجنب التلف، ومنع التجمد في الطقس البارد. في المملكة المتحدة، نادراً ما تتجمد الأرض بعمق يزيد على 600 مم، لهذا فعلى عمق 1 م يكون هذا الأنبوب بأمان.



الشكل 6.2 أنبوب خدمة الماء

كان أنبوب الخدمة على نحو تقليدي يصنع من الرصاص، لكن عُرف في ما بعد أن الرصاص يمكن أن ينحلّ في الماء ويؤثر على الصحة، ولهذا تُصنع الأنابيب حالياً من البوليثين العالي الكثافة. وقد جُعل الأنبوب باللون الأزرق الناصع لتمييزه في الموقع. تُساعد مرونة الأنبوب في دخوله إلى المبنى ضمن مجرى، مصنوع من مواد أنابيب التصريف أو من مواد مشابهة، يَمرُّ عبر الجدار الخارجي ليَمتدَّ إلى نهاية الطابق الأرضي، بحيث يمكن إدخال الأنبوب فيه.

بعد بروز الأنبوب فوق سطح الأرض، يوضع مِحبَس يسمح لقاطن المبنى إغلاق تغذية الماء البارد في حال انفجار انبوب أو أثناء عمليات الصيانة. يسمى الجزء من أنبوب الماء البارد الذي يلي المِحبَس **مأخذاً رئيسياً صاعداً** لأنه يصعد للأعلى عبر المبنى، وتاريخياً كان ينتهي عند خزان الماء البارد. في التركيبات الحديثة لم يعُد لخزان الماء البارد وجوداً[3]؛ وبدلا من ذلك تُغذى كافة صنابير الماء ومِرجل التسخين من **ضغط الشبكة الرئيسية**

(3) ما زال هذا الخزان موجوداً في معظم البلدان النامية (المترجم).

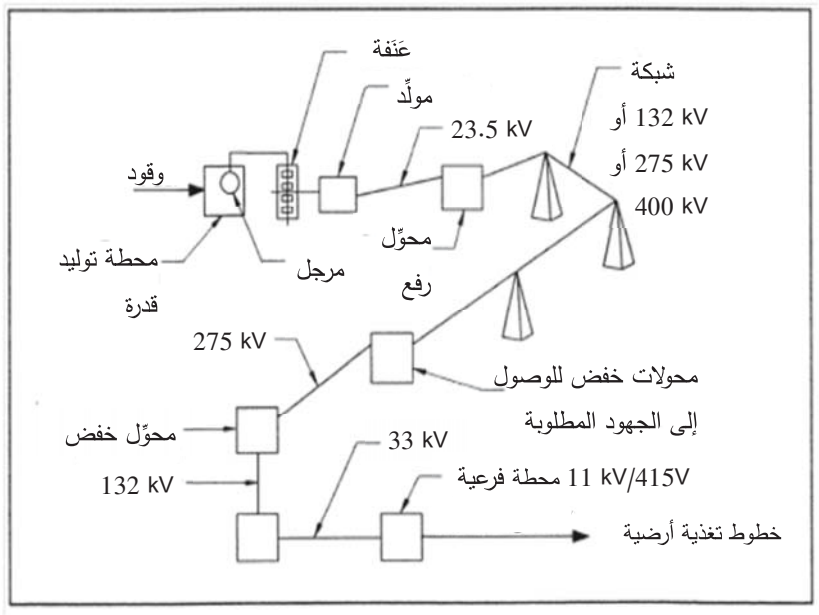
ضغط الشبكة الرئيسية، هو ضغط الماء المُرسَل من التغذية الرئيسية إلى العقار. في المنازل، لا يقل هذا الضغط عن 1 بار – وهو الضغط المطلوب لرفع الماء إلى ارتفاع 10 أمتار.

إمداد الكهرباء

كما في إمداد الماء، ثمة شبكة توزيع قائمة تُمثِّل وسيلة نقل الكهرباء إلى التجمعات السكنية. وكما في إمداد الماء أيضاً، لا بدّ من التغلب على مقاومة خطوط النقل، ومن توفير سعة كافية لضمان إمدادات مناسبة إلى المستهلك. المقاومة هنا هي بالطبع مقاومة كهربائية وليست مقاومة احتكاك.

لضمان إمداد المنزل بالقدرة الكهربائية الصحيحة، على شبكة التوزيع الوطنية أن تحمل جهوداً عالية جداً، كما هو مبين في الشكل 7,2. تجري سلسلة من عمليات تخفيض للجهود، باستخدام محولات، كلما اقتربنا من منطقة الاستخدام. وعلى الرصيف بالقرب من التجمع السكني نجد تغذية ثلاثية الطور ذات أربعة أسلاك: ثلاثة مُكهربة وواحد حيادي. بين كل زوج من الأسلاك المكهربة ثمة 450 فولت، وبين أي من هذه الأسلاك والسلك الحيادي 240 فولت. هذا يعني أنه لأجل ربط المنزل مع الخط الرئيسي في الممر خارج حدود التجمع نحتاج إلى الوصل مع أحد الأسلاك المكهربة ومع السلك الحيادي (الشكل 7.2). يصطلح على تسمية الجهد 240 فولت "وحيد الطور" بسبب وصل سلك مكهرب واحد.

تُغلَّف الأسلاكُ تحت الأرض في طريقها إلى المنزل بغطاءٍ واقٍ. في السكن الحديث، تُثبَّت علبة العدّاد الكهربائي على الجدار الخارجي للمسكن سهلة الوصول من خارج العقارات لأغراض قراءة العداد، وشبيهةٌ بعلب عدادات إمداد الغاز المبينة في ما بعد.

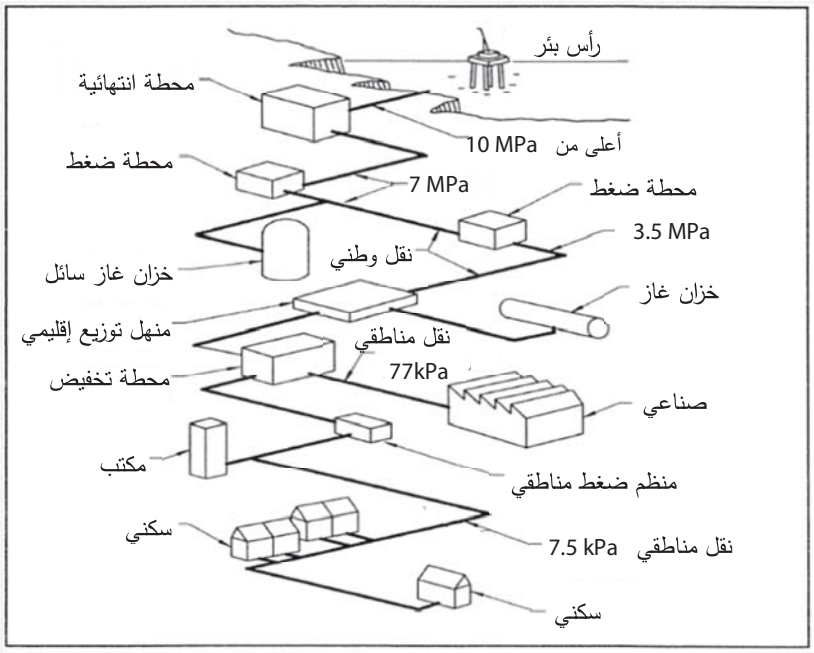


الشكل 7.2 ربط المنزل مع تغذية ثلاثية

إمداد الغاز

كان الغاز، عبر التاريخ، يولَّد من معالجة الفحم، وكان يسمى "غاز المدينة". لم يكن هذا الغاز وقوداً صديقاً للبيئة، بسبب انبعاث الكربون في الجو خلال عملية الإنتاج. لكن معظم الغاز المستهلك في المملكة المتحدة حالياً غازٌ طبيعي، الميتان، من جيوب طبيعية تحت البحر أو اليابسة. لهذا الغاز سعة حرارية أكبر (حرارة متولدة من وحدة الطاقة)، لكنه يحتاج إلى كمية هواء أكبر من سابقه لتساعد في عملية الاحتراق. في ما يتعلق بالتوزيع الوطني (الشكل 8.2) فثمة شبكة أنابيب قائمة، وبطريقة مشابهة لنقل الماء عبر الأنابيب، يحتاج الغاز إلى ضغطٍ كافٍ لضمان توافر إمداد مُستقر.

لا بدّ من تخفيض ضغط الإمدادات العالي أثناء توجُّهها إلى المستهلك النهائي، حتى إن لعداد غاز المنزل مُنظِّم ضغط خاص به مُثبَّت على الوصلة الداخلية لعداد الغاز.



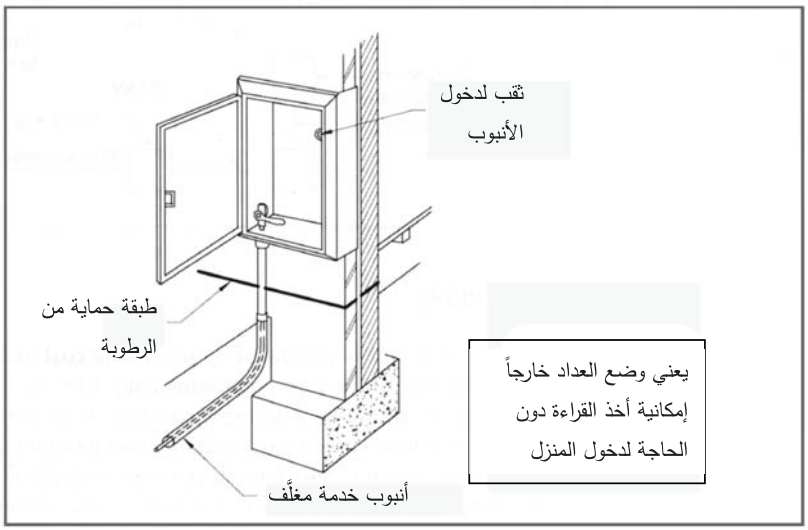
الشكل 8.2 التوزيع الوطني

تُنقل إمدادات الغاز في أنابيب بلاستيكية عالية الضغط[4]، كما في إمدادات الماء، لكنها ذات لون أصفر بهدف التمييز بينهما. عادة ما يكون الخط الرئيسي للإمداد تحت حدود المنزل، في الممر أو في الطريق. في التجمُّعات المنزلية تُستخدَم عادة علبة عداد الغاز من ذات الطراز كما في إمداد الكهرباء. يبين الشكل 9.2 طريقة شائعة لإدخال إمداد الغاز إلى داخل العقار، وتستخدم المجاري لاختراق الجدار بهدف حماية أنبوب إمداد الغاز الذي يُمرَّر ضمنها من التعرض للأذى.

يمكن لوجود عدد من الخدمات المتنوعة متقاربة خلال مرورها إلى التجمُّع، أن يكون ميزةً، لكنه من جهة ثانية قد يسبب بعض المشاكل، إذ

(4) يقاس الضغط بوحدات البار (Bar) وهو يكافئ في الوحدات الدولية SI: 10^5 باسكال؛ (1Bar = 100 kPa). في الشكل 8.2 استخدمت الوحدات الدولية في وصف الضغوط المختلفة في مسار إمداد الغاز kPa, MPa (المترجم).

إن حدوث عطل في إحدى الخدمات أثناء النفاذ إلى خدمة أخرى أمرٌ شائع.



الشكل 9.2 علبة عداد الغاز الخارجية

توصيلات الصرف الصحي

يُزوَّد العقار بقناة تصريف لترحيل **مياه الصرف الصحي** و**المياه السطحية** من المبنى ومن جواره المباشر، وتتوضَّع نقاط تجميع هذه المياه عادة على المحيط الخارجي للمنزل. يبدأ معظم سيلان هذه المصارف الصحية في بالوعة – على سبيل المثال مكان خروج ماء المطر من الأنابيب النازلة إلى المصرف أو حيث تترك أنابيب مياه الصرف الصحي المبنى محتوية على تفريغ الأدوات الصحية، مثل أحواض المطابخ والحمَّامات والمغاسل. يبيّن الشكل 10.2 مخططاً نموذجياً لقناة تصريف عامة. نحتاج في بعض الأحيان إلى تصريف تفريغ مرحاض داخلي (WC) في الطابق الأرضي داخل الجدران الخارجية للمنشأة، وهذا يتطلب تمديد أنابيب الصرف الصحي ضمن الطابق الأرضي قبل وضع المرحاض في مكانه بزمن.

مياه الصرف الصحي هي المصطلح الذي يطلق على مياه مرَّت ضمن المبنى لاستخدامها في الغسيل وفي الأدوات الصحية، وما شابه.

المياه السطحية هي مياه الأمطار، وتُجمع في مصارف وبالوعات لإزالتها من المحيط المباشر للمبنى.

توصل المصارف الصحية عادة إلى مجرور يحمل التفريغات إلى محطة المعالجة.

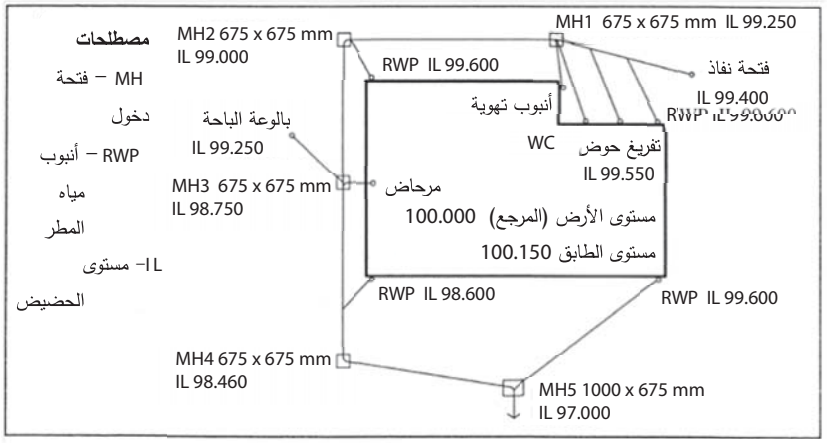
تقسم تصريفات المياه من المنازل إلى نوعين: تصريفات مياه سطحية، وتصريفات قذرة. المياه السطحية هي مياه أمطار جُمعت من سطح المُلكية، وهي بسبب طبيعتها لا تحتاج إلى معالجة. وبالمقابل تَنتج التصريفات القذرة من الأدوات الصحية (حمام أو مغسلة أو حوض مطبخ أو دوش أو مرحاض)، ومن الواضح أنها تحتاج إلى معالجة في محطة المعالجة. ومع ملاحظة الفائدة الناجمة عن فصل مياه الأمطار عن المياه القذرة في ما يتعلق بحجم المادة المطلوب معالجتها، يُستحسن استخدام نظام تصريف منفصل. تذهب مياه الأمطار المجمَّعة في مجموعة من أنابيب الصرف الصحي، وتذهب كافة المياه القذرة

في مجموعة أخرى من أنابيب الصرف الصحي. تُفرَّغ محتويات كل مجموعة من هاتين المجموعتين في مجرور منفصل، واحد لمياه الأمطار وواحد للمياه القذرة.

ترتبط بعض التجمعات الحديثة مع المجاري القائمة. في هذه الحالة، وعند توافر مجرور واحد، تُفرَّغ مياه الأمطار والمياه القذرة في هذا المجرور. تَمزج المصارف المحيطة بالمبنى مياه الأمطار والمياه القذرة مع بعضها البعض وتسمى عندئذ **النظام الموحد** كما هو مبيّن في الشكل 10.2.

في الشكل 10,2 يعني المصطلح (IL) "مستوى الحضيض". وهو أخفض نقطة في الجوف الداخلي للأنبوب مُقاساً في أي موقع من نظام التصريف الصحي. تدل القيم الأصغر لمستوى الحضيض على أن الأنبوب

موجود في مستويات أعمق ضمن التربة حيث تقترب الارتفاعات من مستوى القاعدة 0,00 م، والذي يعتبر المستوى المرجعي الذي تُقاس بدءاً منه كافة الارتفاعات.



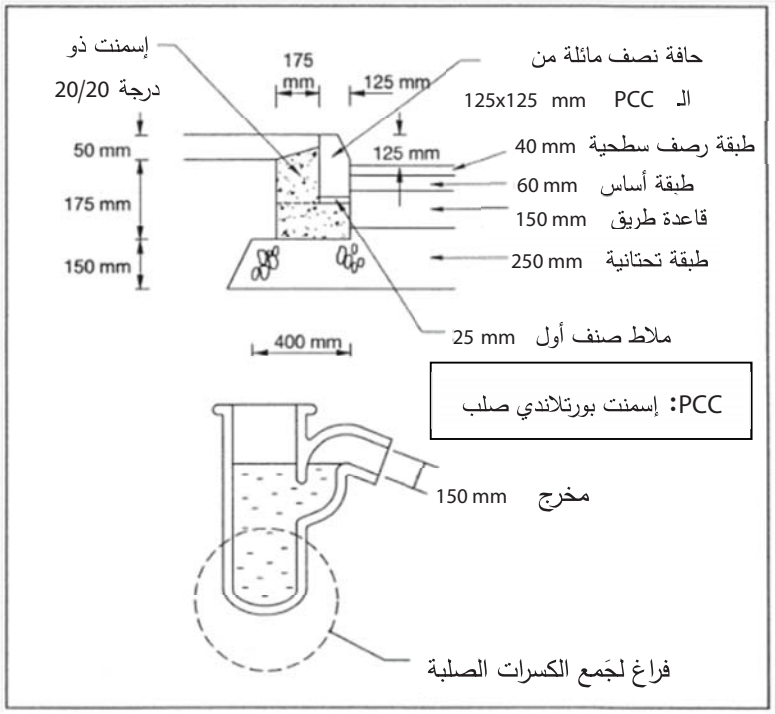
الشكل 10.2 نظام صرف صحي موحد

المنافذ المشتركة والطرقات وممرات المشاة

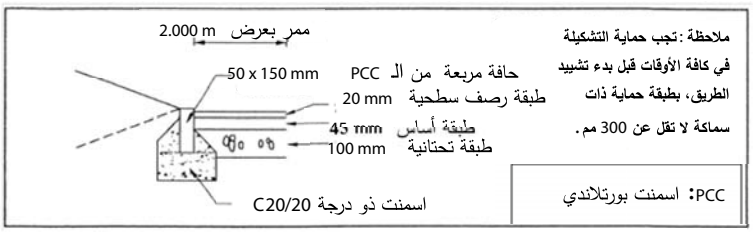
تشمل عناصر البنية التحتية التسهيلات المشتركة مثل تلك المتعلقة بالنفاذ. في العموم تُشكَّل طرقات التجمعات السكنية جزئياً خلال عمليات التشييد، وتنتهي عند نهاية المشروع فقط. تتوضَّع المجاري تحت طبقات المواد المختلفة المستخدمة في جسم الطريق. وعندما يكون في التجمع نوعان من المجاري – المياه السطحية والمياه القذرة – تُفرَّغ مياه الأمطار المجمَّعة في مصرف الطريق ضمن مجرور المياه السطحية. إن الاستثناء الوحيد لهذا، يكون في النظام المنفصل جزئياً، حيث يجري تجميع مياه الأمطار من الطريق، في مجرور المياه القذرة، بينما تُجمع مياه الأمطار من أسقف المنازل في مجرور المياه السطحية.

تُناسب حفريات الطريق مستويات الأرض السائدة وانحدارها، وتكون معظم طرقات النفاذ محدَّبة ومنحدرة من وسط الطريق باتجاه الحواف على الجانبين. وبعضها ينحدر باتجاه واحد فقط لتسهيل انسياب مياه الأمطار عن

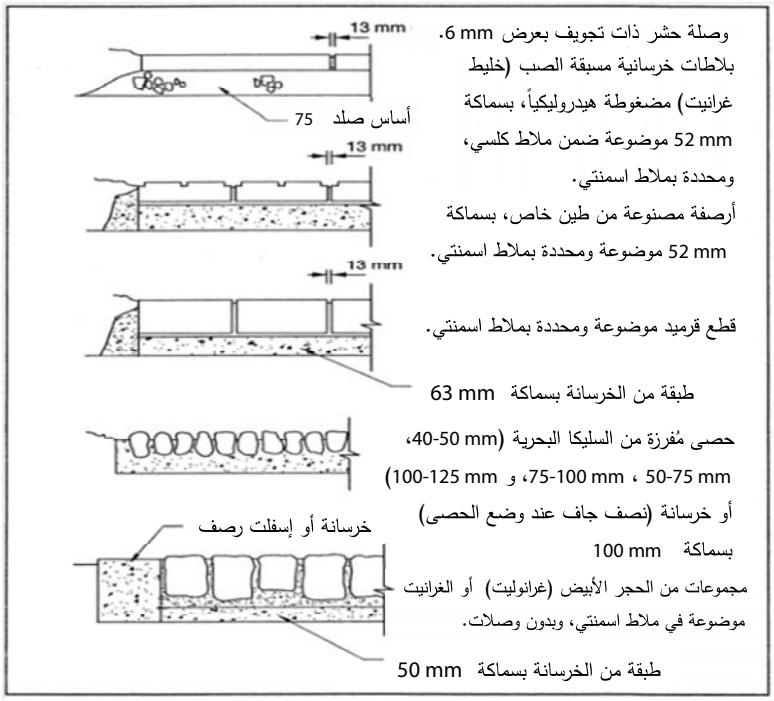
سطح الطريق، وهذا يعني وضع بلاليع الطريق على جانب واحد منه. توضع حدود حواجز الأرصفة الخرسانية على طرفي الطريق خلال فرش مواد جسم الطريق. وتتوافق أشكال هذه الحواجز مع المواصفة البريطانية BS 7263.



الشكل 11.2 مقطع في رصيف طريق وفي بالوعة طريق



الشكل 12.2 مقطع عبر ممر مشاة



الشكل 13.2 تفاصيل الرَّصف الخارجي

يُعدُّ الإسفلتُ السطحَ المعيار لأرصفة الطرقات. يوضح الشكل 11.2 أن هذه المادة تُوضَّع على هيئة طبقات، بحيث تكون طبقة الأساس تحت طبقة الرصف السطحية. كما يمكن فرش ممرات المشاة بإسفلت فوق طبقة صلدة (حجر)، أنظر الشكل 12.2.

يبين الشكل 13.2 خيارات متنوعة لأشكال ممرات المشاة.

تمرين

ماهي الألوان المستخدمة لتمييز أنابيب الغاز وأنابيب الماء البارد؟
كيف يفضي نوع المادة التي تحملها أنابيب الصرف تحت الأرض إلى نظام تصنيفٍ للأنابيب؟
ماهي الغاية وراء التحوّل من أنظمة الصرف الصحي الموحَّد إلى أنظمة الصرف المنفصل؟
تفحَّص العناصر المرئية لنظام الصرف الصحي في منزلك (البلاليع، فتحات النفاذ، غرف المراقبة... إلخ)، وحاول أن تعرف ما إذا كان نظام صرفٍ موحد أم منفصل؟

5.2 تهيئة الموقع للاستخدام

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستدرك المراحل النموذجية التي تجري أثناء الحفريات.
- وستفهم محتوى وأهمية الجزء C من مجموعة قوانين تنظيم البناء.
- وستتعرف على بعض الأعمال التي تُستخدم لتحسين الموقع مؤقتاً أو بصورة دائمة.

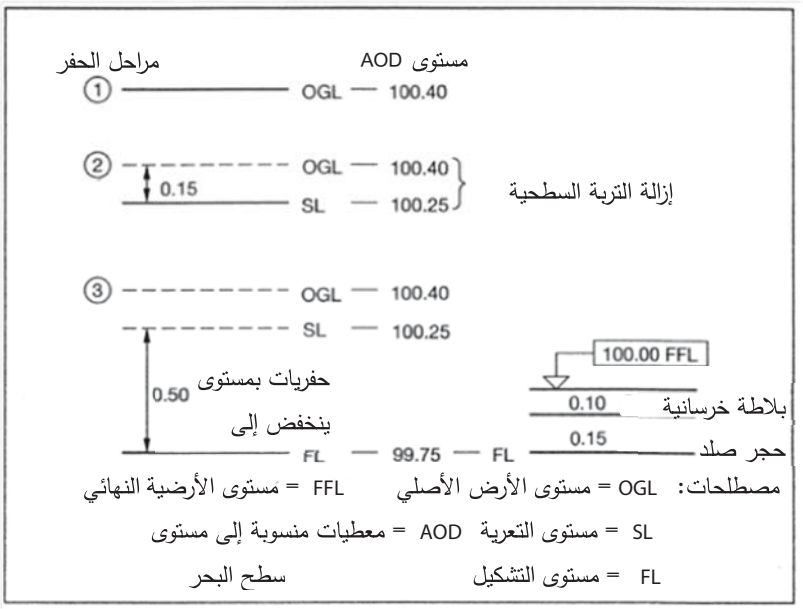
نظرة عامة

في المواقع التي لا يكون التلوث فيها موضوعاً ذا أهمية، ثمة أعمال تحضيرية يجب تنفيذها قبل بدء عملية البناء، وهذه الأعمال ملحوظة في الجزء C من قوانين البناء. تبين الفقرة C1 ضرورة إزالة النباتات من الأرض التي سيغطيها المبنى، وهذا يعني تجريد الموقع من المزروعات، لكنه يتطلب أيضاً إزالة التربة السطحية.

تحتوي معظم المواقع في المملكة المتحدة بشكل طبيعي على طبقة من التربة السطحية ذات سماكات مختلفة موَّضعة فوق طبقة الأرض. وهي تربة غُضارية (مؤلفة من رمل وطين) جيدة التهوية ومثالية لزراعة النباتات والعشب. إن السبب المهم لإزالة التربة السطحية هو أن ليس لهذه التربة مقاومة تَحمُّل تُذكر. فإذا وضع المبنى مباشرة فوق التربة السطحية فإنه سيغوص فيها. إن أحد نتائج عملية تحري الموقع هو تحديد سماكة طبقة التربة السطحية، وهي عادة ضمن المجال 150 – 300 مم. بعد إزالة التربة السطحية، فإن الإجراء الطبيعي هو تخزينها في أكوام ضمن الموقع لاستخدامها لاحقاً في مناطق التشجير والمناطق العشبية.

عند البدء بحفر التربة السطحية، نبدأ من مستوى الأرض الأصلي (OGL)، وننتهي عند مستوى التعرية SL. ثمة مصطلحات واختصارات تُستخدم في أعمال الأرض التي تجري أثناء عملية تشييد المنزل للتعرف

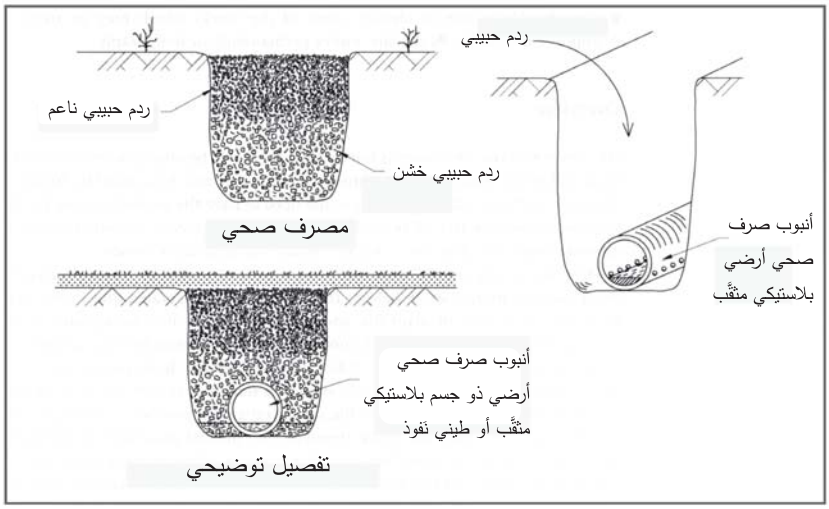
على المستويات المختلفة التي وُصل إليها، وهي ضرورية عند التعامل مع الحفريات اللازمة للأرضيات. لكننا سنوضِّحها في هذه المرحلة بوصفها مقدمة للمقطع الذي يتطرق للأرضيات.



الشكل 14.2 التعرف على مراحل الحفر

يوصِّف المصممون عادة المستوى النهائي الذي تحتاجه الأرضية الداخلية للمبنى، ويكون وفق نظام المستويات الوطني المستخدم في المملكة المتحدة. يَستخدم هذا النظام المستوى القاعدي 0.00 م، أي مستوى سطح البحر في منطقة نيولين (Newlyn) في مقاطعة كورنويل (Cornwall) في المملكة المتحدة. يعرف هذا النظام باسم المرجع المساحي (Ordnance Datum). تُنسب جميع مستويات الأرض والمباني في المملكة المتحدة إلى هذا المستوى، وتعطى الارتفاعات بالأمتار (سابقاً بالأقدام) فوق هذا المستوى. في الشكل 14.2 يُحدَّد مستوى الأرضية الداخلية النهائي (FFL) بالعودة إلى المستويات العامة في الموقع قيد التطوير، وإلى ضرورة أن تكون الأرضية الداخلية للمبنى فوق مستوى الأرض في الخارج لمنع

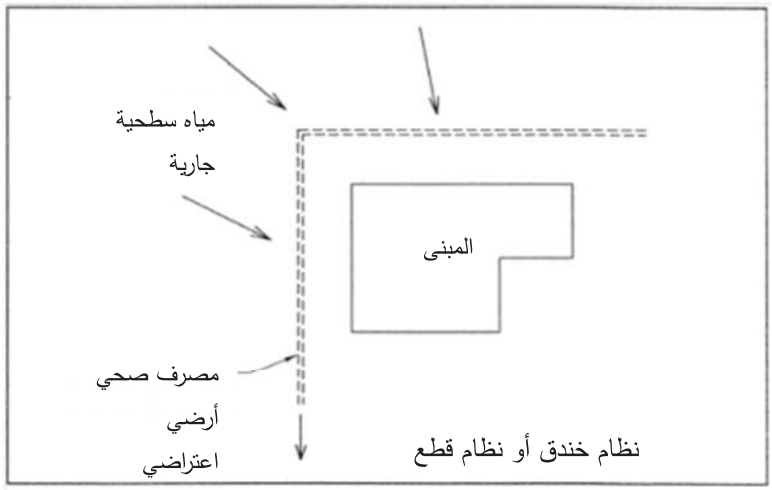
دخول الرطوبة إلى المبنى. هذه المسألة هي موضوع الفقرة C4 من الجزء C من قوانين البناء، والتي تشترط مقاومة الأرضيات والجدران والسطح دخولَ الرطوبة.



الشكل 15.2 خنادق المجرور الأرضي

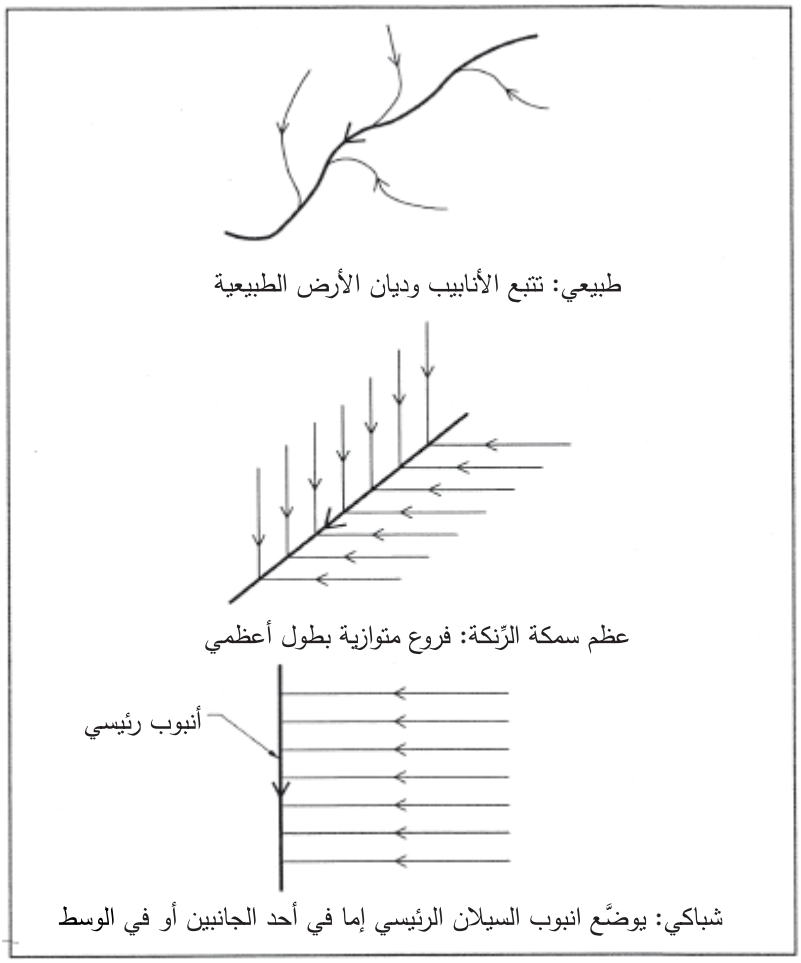
تبين الفقرة C3 من الجزء C من قوانين البناء احتمال استخدام مجرور تحت التربة لتخفيض مستويات الرطوبة الأرضية للمساعدة في حماية النسيج البنيوي للمبنى في الأرض، ولتقليل احتمال دخول الرطوبة إلى المبنى. تختلف المصارف الصحية الأرضية أو المصارف الصحية تحت التربة عن أنابيب الصرف الصحي المستخدمة لحمل تصريفات الأدوات الصحية في المنزل، وعلى الأخص في حقيقة كونها نَفوذة أو مُثقَّبة. من الواضح أن الأنابيب المستخدمة في حمل تصريفات الأدوات الصحية يجب أن تكون كتيمة بهدف احتواء المواد لغاية إيصالها إلى نقطة التفريغ.

تُملأ خنادق المجرور الأرضي (الشكل 15.2) بمادة حبيبية بدلاً من التراب لتسريع مرور الماء إلى أنبوب التجميع. ويبين الشكل 16.2 توضيحاً لتطبيق هذا النوع من المجاري. يوضع المنزل هنا بحذاء أرض مائلة، والهدف من نظام المجرور اعتراض الماء المُنساب من سطح الأرض المائلة أثناء أو بعد هطول المطر.



الشكل 16.2 نظام الخندق المائي لمجرور

يتنوَّع مخطط توضُّع أنبوب نظام المجرور الأرضي مابين ذلك الذي يتبع الوديان و مناسيب الأرض الطبيعية (طبيعي) وتلك المخصصة لجمع المياه بفاعلية تبعاً لشكل الموقع الموضوعة فيه. يبين الشكل 17.2 بعضاً من تلك الخيارات.

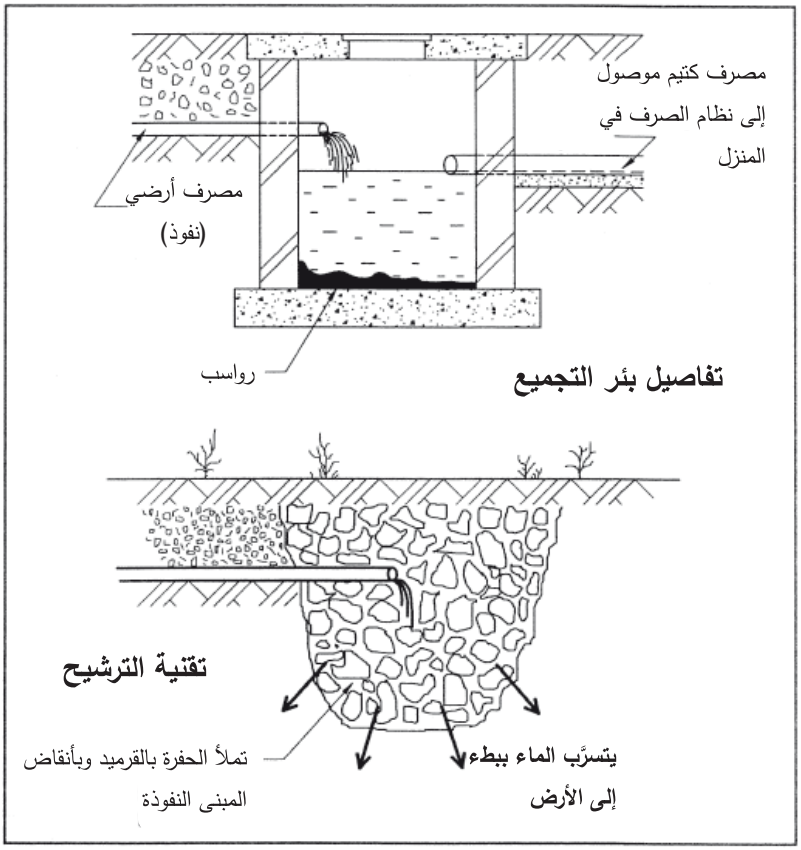


الشكل 17.2 بعض خيارات مخطط نظام المجرور

وبما أن المصرف الصحي الأرضي مخصص لجمع مياه الأمطار (المياه السطحية)، فليس ثمة حاجة لجَمعه لأجل لمعالجة. ويهدف جمعُه إلى المحافظة على استقرار الأرض فقط، كما تتوفر عدة خيارات للتخلص من الماء المُجمَّع. يوضح الشكل 18.2 بعض هذه الخيارات.

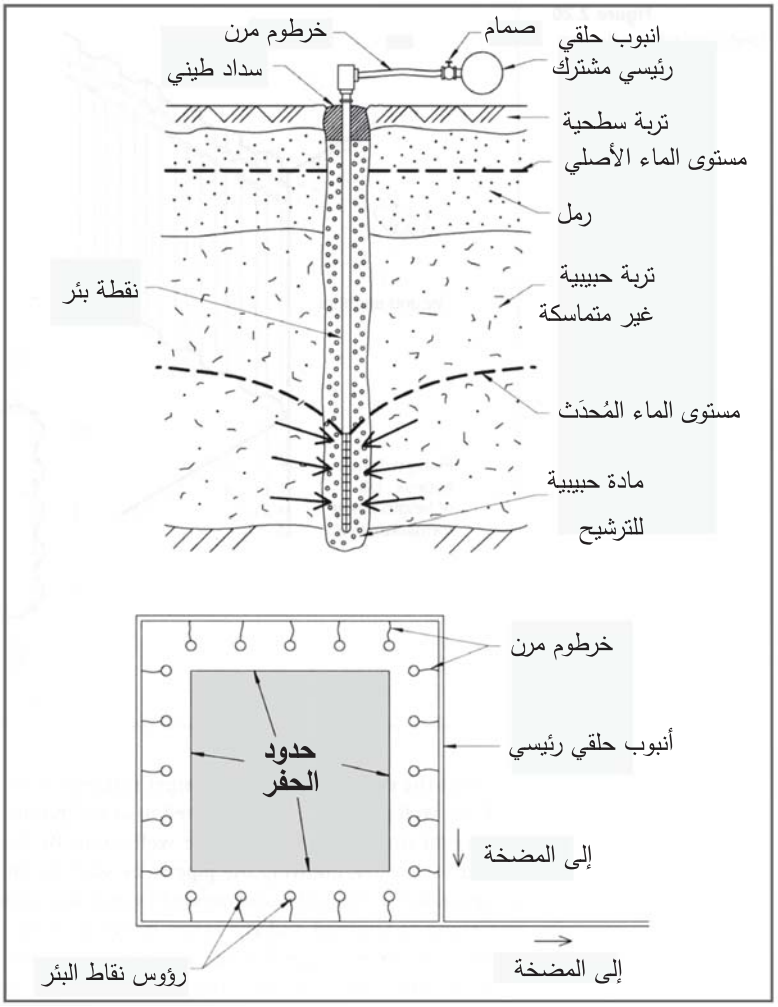
تُنفَّذ طريقة بئر التجميع، في الواقع، بإحداث كسر في الأنبوب يسمح بجمع الرواسب قبل وصول الماء إلى نظام الصرف الفعلي في المنزل. ومن

دون بئر التجميع ثمة خطر كبير من وصول الرواسب التي تحملها المياه الأرضية إلى أنابيب المجرور في المنزل وملئها ومن ثم إعاقة انسياب الماء داخلها.



الشكل 18.2 تفاصيل بئر التجميع و تقنية الترشيح

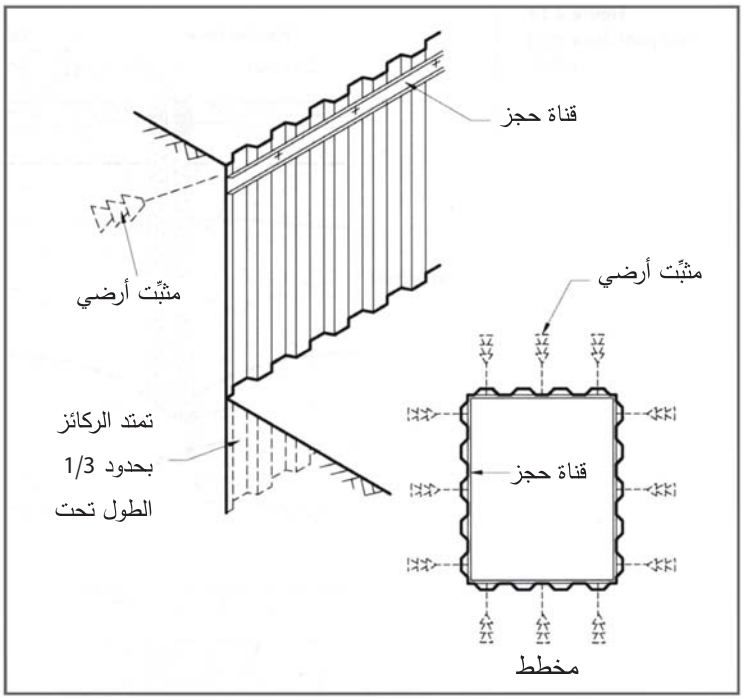
تُعدُّ هذه الحلول طرائق دائمة لضبط الماء، ولكن قد نحتاج إلى تخفيض مستوى المياه الأرضية أو ضبطها بطرق أخرى على نحو مؤقت. يمكن تخفيض مستويات المياه في الأرض فعلياً على نحو مؤقت باستخدام تقنية نَزْح الماء. في هذه الطريقة تُحاط منطقة الحفريات بنقاط استخلاص الماء وتتألف من أنابيب فولاذية مثقَّبة موصولة بخراطيم مرنة إلى أنبوب أكبر يحيط بموقع الحفر. يوصل هذا الأنبوب الحلقي الشكل إلى مضخة.



الشكل 19.2 نظام نقطة البئر لنزح الماء

ولتغطيس أنابيب التصريف الصحي (يشار إليها عموماً بنقاط البئر) ندفع الماء حول الأنبوب الحلقي الأفقي وإلى أسفل نقطة البئر. يؤدي هذا إلى تشكُّل تجويف بفعل الماء المضغوط، مما يسمح للأنبوب بالغوص إلى المستوى المطلوب. تحاطُ نقطة البئر بعد ذلك بمادة حُبيبيَّة، تعمل كمرشح عند عكس المضخة واستخلاص الماء من الأرض. يبين الشكل 19.2 كيف يتأثر مستوى الماء في الأرض بهذه التقنية.

إذا رغبنا بحماية موقع الحفريات من الماء فقط، من دون تخفيض مستوى الماء، يمكننا استخدام ركائز مصنوعة من صفائح فولاذية بوصفها حاجزاً معترضاً للماء. يسمى هذا الحاجز عند إحاطته كامل منطقة الموقع "**سدّ الإنضاب**" (الشكل 20.2).



الشكل 20.2 سد انضاب مؤلَّف من ركائز من صفائح

تمرين

أي قوانين البناء يُطبَّق في الأعمال التحضيرية لموقع بناء جديد؟
عرّف المصطلحات SL وFL، وأي منها مرتبط بأعمال الحفر المطلوبة لتشكيل الطابق الأرضي.

الفصل الثالث

عملية البناء

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- فَهْم طبيعة المقاربات المختلفة في عملية البناء.
- فهم أسباب ظهور هذه المقاربات المتنوعة.
- تقييم مزايا وعيوب هذه المقاربات المختلفة على المبنى.
- إدراك تسلسل العمليات المتضمَّنة في تشييد المساكن.
- فهم مبادئ طرائق التشييد الحديثة.
- التعرف على العناصر المفتاحية للإنفاق على المباني.
- تثمين العلاقة بين تشييد المنزل والاستدامة.

يحوي هذا الفصل على المقاطع التالية:

1.3 طرائق البناء
3.3 الطرائق الحديثة للتشييد
3.3 تسلسل عملية البناء
4.3 الإنفاق على البناء
5.3 تشييد المنزل المُستَدام

نقطة معلومات

- قانون البيوت المستدامة - (2008) وضع معايير الاستدامة للبيوت الجديدة.
- قانون المجتمعات المستدامة (2007).
- ورقة معلومات هيئة بحوث البناء (BRE) رقم 07/ 3: طرائق التشييد الحديثة في الإسكان.
- إحصائيات الإسكان (2007)، إدارة المجتمعات والحكومة المحلية (DCLG).

1.3 طرائق البناء

مقدمة

- بعد دراسة هذه الفقرة ستكون قد تفهَّمت الطرق التي تطورت من خلالها عملية البناء.
- وسيصبح لديك إلمام بالمقاربات المختلفة المتَّبعة في عملية البناء من التقليدية إلى التصنيعية.
- وستكون قادراً على تمييز السمات المفتاحية لكل مقاربة.

نظرة عامة

تُشكَّل المباني من عدد كبير من العناصر والمكونات المنفصلة، ذات الحجم والتعقيد المُتغيرَين. عبر التاريخ كان يجري تجميع وإنتاج هذه المكونات في الموقع. وكما بيَّنا في الفصل الأول، تَطوَّر العمران المناطقي نتيجة لإمكانية تصنيع المكونات من مواد البناء المتوافرة محلياً. إذ فرضت المحدوديةُ في إمكانية نقل المواد والمكونات المُصنَّعة من مكان لآخر هذا النمط من العمران. ومع تطوّر شبكات النقل والتقنيات، بشكل ملحوظ إبّان الثورة الصناعية، غدا ممكناً نقل المواد والمكونات عبر مسافات شاسعة. ونتج من هذا إمكانية استخدام مواد غير محلّية، علاوةً على إمكانية إنتاج مكونات كبيرة الحجم بعيداً عن موقع البناء، سبَّبت إمكانية تصنيع كميات ضخمة من المكونات في المعامل تغيُّراً في منهجية عملية البناء برمَّتها مع بداية البناء التصنيعي.

البناء التقليدي

كما أوردنا سابقاً، تغيَّرت صيغة المبنى، على مرِّ التاريخ، تبعاً لتوافر مواد البناء وللمناخ المحلي وللأساليب المعيشية للسكان. إن حاجة البدو الرحَّل لإعادة مَوضَعة مساكنهم على نحو متكرر فرضت قيوداً على صيغة المبنى تختلف كثيراً عن تلك المفروضة على السكان ذوي نمط المعيشة الأكثر استقراراً. تعتبر هذه الصيغ من المعمار المناطقي النتائج الفعلية لإنتاج البناء التقليدي. نتجت طبيعة **المبنى التقليدي**، كما هي في الوقت الحاضر، من هذا النمط من التشييد ومن المبادئ المُتضمَّنة فيه.

إن استخدام مهارات البناء التقليدية، التي تحتاج إلى جهود عمالة مكثفة، في إنتاج المباني، يقتصر على بناء المباني الفريدة المصممة على نحو إفرادي، أو على مجال تجديد المباني المتخصصة. إن تبعات تكلفة هذه الطريقة في البناء ضخمة جداً، لوجود عمالة حرفية عالية التدريب تُصنِّع المكونات في الموقع، مع أن عدداً من المكونات مسبقة الصُّنْع تستخدم في جميع الحالات عدا بعض الحالات المُتخصصة جداً. إن طبيعة هذه الطريقة، التي تُشكَّل فيها معظم أجزاء المباني من عدد من الأجزاء الصغيرة المُصنَّعة في الموقع، بطيئة في جوهرها، وبالتالي فإن استخدامها للمباني الكبيرة أو لعدد كبير من المباني هو أمر غير عملي في المناخ الاقتصادي الحالي حيث الكلفة والوقت مهمّان جداً.

على أي حال، توجد عدة مزايا في اعتماد هذه الطريقة، فهي تسمح بمرونة عالية، مع إمكانية تكييف كافة القطع لضمان ملاءمتها في التركيب، إذ إن كافة هذه القطع مصنوعة وفق الطلب. وهذا يعطي مرونة خلال مرحلة التشييد وطوال حياة المبنى. مازالت عناصرُ من هذا الأسلوب من التشييد موجودة في بعض المباني الحديثة كما في بناء المنازل الذي يستخدم الأسقف التقليدية ذات العوارض المائلة (Rafter) والأفقية (Purlin). في هذه الحالة، يُصنِّع النجارون هيكل السقف، في الموقع، من عوارض خشبية مستقيمة. أصبح هذا النمط من البناء التقليدي نادر الوجود مع ازدياد مستويات التصنيع خارج الموقع.

إن أحد العيوب الرئيسية للبناء التقليدي الذي يَستخدم التصنيع في الموقع وتشكيل المكونات في موضعها هو صعوبة تصنيع المكونات في المواقع ذات الظروف القاسية. إذ تحدُّ الظروف المناخية القاسية والحالات السائدة من إمكانية العمل ضمن تسامحات دقيقة، ومن تصنيع عناصر متَّسقة باستمرار. ومع أن البناء، في جوهره، عملية تصنيعية، فإن المناخات التي يُنفَّذ فيها بعيدةٌ جداً عن بيئة المعمل المريحة. إن تبعات الكلفة والوقت وعدم تماثل معايير الجودة، إضافة إلى صعوبة توفير يد عاملة خبيرة، أدت إلى تبنّي ما أصبح يُعرف بالبناء "الاعتيادي" أو البناء ما بعد التقليدي.

البناء ما بعد التقليدي

إن الطبيعة التطوريّة لعملية البناء، إضافة إلى تتالي ظهور المواد الجديدة والتقنيات الجديدة، ساهمت في تطور وتقدُّم المباني التقليدية بشكل ملحوظ مع الزمن. يُعدُّ استعمال الإسمنت البورتلندي العادي أحد الأمثلة على هذا التطوّر، إذ سمح بإنتاج مقاطع كبيرة ومعقَّدة من طريق صبِّ الخرسانة، كما سمح تطور تقنيات التسليح متمثلاً باستخدام الفولاذ، بإنتاج مقاطع قوية جداً. نتج من هذه التطورات في تقنية البناء، ومن الحاجة لتخفيض زمن وكلفة التشييد، تبنّي طريقة البناء ما بعد التقليدي. وتجدر الملاحظة بأن هذا لم يكن ممكناً لولا التطور في آليات النقل. إذ سمحت بنقل المواد غير المحلية إلى مواقع التشييد، وبإنتاج المكونات في مناطق بعيدة، تُنقَل بعدها إلى الموقع.

تُعدُّ هذه الصيغة من البناء جمعاً بين الطريقة التقليدية في التشييد التي تعتمد على كثافة المهارات الحِرفيّة، والتقنيات الأحدث التي تستخدم معدات ومواد حديثة. يُعدُّ استخدام التجهيزات الميكانيكية أحد المجالات التي يَختلف فيها البناء ما بعد التقليدي بشكل كبير عن البناء التقليدي. يُعتمَد التشييد ما بعد التقليدي غالباً في إقامة المباني على نحو واسع. ولا تُستثنى، في مثل هذه الحالات، التقنيات الحرفية المستخدمة في البناء التقليدي، مثل التجصيص ونجارة التركيب، إنما تُدعَّم باستخدام المعدات المُمَكننة. تُعتبر الآلات المستخدمة في حفر الأرض ورفع العناصر ومزج

الخرسانة والجبس أساسيةً في معظم مواقع البناء، بسبب حجم العمليات التي تجري في تلك المواقع. إضافة إلى الاستخدام المتزايد للمكونات المسبقة الصُّنْع، المُصنَّعة بأعداد كبيرة في المعامل. من هنا أُدخل عنصر التصنيع في عملية التشييد. لم تتطور طبيعة تصميم المبنى لتصل إلى مرحلة بناء النظم، حيث تُستخدَم مجموعة من العناصر المعيارية لإنتاج المُنتَج النهائي. وبدلاً من ذلك، تُركَّب المكونات المصنعة كمياً وتُستكمَل بالطرق التقليدية الدارجة باستخدام الحِرَف التقليدية، مثل النجارة والتجصيص. مثال على هذه المقاربة، استخدام روافد جمالون[1] مسبقة الصنع لتشييد السقف. من غير المألوف الآن أن نجد بعض المكونات مثل النوافذ والأبواب تُصنَّع في الموقع، إذ يمكن تصنيعها في بيئة المعمل بجودة أعلى وبكلفة أقل. رغم أن نشاطات البناء التقليدي تغيرت قليلاً في الجوهر، لكنَّ مدى انتشار البناء ما بعد التقليدي، إضافة إلى مقتضى فاعلية الوقت والكلفة، أوجبا أن يكون التصميم الفاعل لعمليات البناء هاماً جداً. يضمن هذا التصميم الفاعلية، والتي تعتبر أحد العلامات المميزة الرئيسية للتشييد ما بعد التقليدي.

البناء الواقعي والبناء التصنيعي

البناء الواقعي، كما يُعرف اليوم، هو عملية تشييد المباني، باعتماد الممارسات التنظيمية للفاعليات التصنيعية، قَدْر المستطاع، مع القيود المفروضة في صناعة التشييد والتي جرى شرحها سابقاً. لا يقتضي هذا التوجُّه في عملية التشييد، بالضرورة، اعتماد تقنيات البناء التصنيعي، لكنه يعتمد على تنظيم وتخطيط التقنيات المستخدمة عموماً. إن مفتاح الاستخدام الفاعل للبناء الواقعي هو ضمان استمرارية كافة عمليات الإنتاج المُتضمَّنة في كافة مراحل عملية التشييد. تعتمد هذه الاستمرارية على تطور تصاميم البناء لتسمح بتكامل تام بين التصميم والإنتاج في كافة المراحل. تهدف عملية البناء هذه إلى ضمان تشييدٍ مناسب فاعل التكلفة لمبانٍ ضخمة ومعقدة،

(1) الجمالون مجموعة روافد على شكل مثلث أو مثلثات تستخدم لتدعيم سقف أو جسر (المترجم).

ضمن فترات زمنية محددة، مع المحافظة على معايير جودة مقبولة. يتطلَّب هذا أن تكون عملية التشييد، بالحد الأدنى، مستمرة، وهذه بدورها تتطلَّب التوفير الفاعل لكافة الموارد من عمال ومعدّات ومواد ومعلومات، ويمكن تدعيم ذلك، إلى حد ما، باستخدام مكونات معيارية مسبقة الصنع، والاستخدام الفاعل للمعدات الميكانيكية، وبالتالي فصل التصنيع عن التجميع وتخفيض تكاليف اليد العاملة في الموقع. سنرى أن هذه المقاربة هي تطور منطقي من مرحلة التشييد ما بعد التقليدي.

في الجزء الأخير من القرن العشرين، وتحديداً في فترة الستينات، مورست ضغوط كبيرة على البنّائين لتشييد المباني بسرعة وبتكلفة منخفضة. ولمعالجة هذه الطلبات طُوِّرت أنظمة البناء[2] اعتماداً على استخدام مكونات معيارية مسبقة الصنع تُجمَّع في الموقع، مما حدَّ كثيراً من الاعتماد على تقنيات البناء التقليدي. حاولت هذه الأنظمة إدخال تقنيات التجميع الصناعية في موقع البناء. وقد اصطلح على تسمية هذه المقاربة بـ "نظام البناء". ثمة توجهان أساسيان ضمن هذا الوصف: نظام البناء المفتوح ونظام البناء المغلق.

تستخدم أنظمة البناء المفتوحة، والتي تعرف أحيانا باسم "بناء المكوِّن"، عناصر متنوعة قياسية ومُنتَجة في مصانع مختلفة، لإنشاء المبنى وفق الطراز المطلوب. لا يَستخدم تشييد المباني الذي يتبع هذه المقاربة، إلا نادراً، تقنيات "القطع والتركيب" التقليدية المستخدمة في البناء التقليدي والبناء ما بعد التقليدي. مثال على هذه المقاربة، تشييد المباني الصناعية الخفيفة الوزن، المعتمدة على تصاميم تَستخدم مجموعة من المكونات المنتجة بكميات كبيرة غير محصورة على مبنى محدد، وبالتالي تتحقق مرونة التصميم.

على نحو مغاير، تعتمد الأنظمة المغلقة مقاربة تستخدم سلسلة من المكونات المخصصة، كل منها خاص بمبنى لوحده، وغير قابلة للتبادل مع

(2) في المملكة المتحدة (المترجم).

عناصر مصنَّعة من قبل مصنعين آخرين. تُفيد هذه الطريقة في تسريع إقامة المباني، عند دعمها بمعدات ميكانيكية كبيرة، على نحو واسع. لكنَّ هذه الأنظمة لا تسمح بتكيُّف التصميم في الموقع أو خارجه. قد يكون هذا الأمر مُقيِّداً، خاصةً في المراحل اللاحقة من حياة المبنى، عندما قد تتطلب احتياجات المستخدم المتغيرة مرونة في التصميم. كانت هذه الأنظمة في الماضي عرضة للكثير من المشاكل المرتبطة بضبط الجودة في الموقع وبنقص في دوام متانة المواد. نتجت هذه المشاكل، جزئياً، بسبب قلة إلمام القوى العاملة بتقنيات البناء الحديثة، واستخدام مواد غير مُجرَّبة، والحاجة إلى التشييد السريع، وبالتالي تشجيع اختصار بعض مراحل العمل في الموقع. أدت هذه المشاكل بالإضافة إلى نقص المرونة في المباني المتأصل في هذه المقاربة، إلى الرفض العام للأنظمة المغلقة لصالح الأنظمة المفتوحة.

قاد تطور الأنظمة إلى إنشاء واستخدام طيف من "طرائق تشييد حديثة" (MMC) من المفيد الحديث عنها، وسيجري تضمينها في مقطع لاحق.

الدقة في البناء

كان ضمان الدقة في البناء، في التشييد التقليدي، يجري من خلال القدرة على صنع مكونات تلائم أماكن محددة. هذه القدرة المرنة في صنع عناصر البناء قد ألغيت، إلى حد كبير، مع تصنيع كثير من المكونات بعيداً عن الموقع. وقد فرض الإنتاج التصنيعي للمكونات تقييداً متنامياً على دقة أبعاد المكونات لضمان تخفيض التباينات في الموقع إلى الحد الأدنى.

نتج من استخدام مواد ومكونات مُنتَجة في المعامل في عمليات التشييد، حتى في عمليات البناء الصغيرة ما بعد التقليدية، ضرورة أن تكون بعض مكونات البناء ذات أبعاد قياسية. على سبيل المثال، فإن الاستخدام الواسع لألواح الجبس المصنعة ضمن طيف من القياسات من مضاعفات القياس 600 مم، سيكون أكثر فاعلية إذا استخدمت عمليات القص بالحد الأدنى. لهذا السبب نجد أن الغرف ذات الأبعاد التي من مضاعفات 600 مم شائعة، مما يُقصِّر زمن التركيب، ويقلل هدر المواد في الموقع. يُلاحظ هذا

التوجه أيضاً في تصنيع المكونات المصمَّمة للتركيب ضمن فتحات في جدران الآجر، كالنوافذ التي تُصنَّع ضمن طيف من القياسات يتناسب مع مضاعفات أبعاد قطعة الآجر الكاملة. يوصف هذا التوجه، بالتوجه النسائقي لأبعاد المكوِّن. وهو يعتمد منطقاً بسيطاً، ذا أهمية متنامية عندما يتعلق الأمر بتشييد مبانٍ أكبر حجماً وأكثر تعقيداً. عند التعاطي مع مبانٍ كبيرة، يزداد كثيراً عدد وحجم المكونات المُجمَّعة. ولا بد أن تكون درجة دقة تجميع هذه المكونات كافية لضمان إقامة المبنى دون عقبات غير ضرورية، ودون تعريض أداء المبنى للخطر. تفيد نسقيّة هذه المباني كثيراً في المحافظة على درجة مقبولة من دقة البناء. يتأثر ذلك أحياناً باستخدام ما يعرف بـ "التنسيق البُعدي". يعتمد التنسيق البعدي على إقامة شبكة مفاهيمية ثلاثية الأبعاد، تُجمع فيها مكونات البناء. تسمح هذه الشبكة ببعض التغيرات في أبعاد المكونات ضمن حيز محدد، تبقى ضمنه الحدود القصوى والدنيا للأبعاد ملائمة للتركيب. هذه التغيرات في أبعاد عناصر المباني محتومة لعدة أسباب، من ضمنها:

- ثمة بعض من عدم الدقة في التصنيع لا يمكن تفاديه بسبب تقنية التصنيع ذاتها. فيخضع إنتاج المكونات الخرسانية، مثلاً، إلى تغيرات في الحجم ناتجة من التقلص الذي يحصل عند جفاف المادة المصبوبة، بالإضافة إلى صعوبة أكبر في تصنيع قوالب دقيقة جداً.
- الكلفة العالية، وغير الضرورية في بعض الحالات، لإنتاج مكونات ذات دقة عالية، مما يبرر قبول تغيرات طفيفة في الأبعاد.
- ثمة تأثيرات إضافية ناتجة من دقة تموضع المكونات الذي تسببه تغيرات التركيب المتراكمة.

من هنا لا تُصمَّم مكونات البناء لتنطبق تماماً ضمن حيز أو موقع ذي أبعاد مفروضة. وبدلاً من ذلك، تُحدد تسماحات لربط ووصل المكونات، آخذة بالحسبان التغيرات المحتملة. ولأجل هذه الأسباب وغيرها، بما فيها الحاجة للسماح بتغيرات الأبعاد الناجمة عن الحرارة والرطوبة بعد التشييد، يُعتبر وجود درجة من التغيرات المقبولة أو "**التسامح**" في حجم المكونات

إحدى الخصائص الرئيسية للبناء الحديث. إن لاستخدام التصميم النسائقي ولقبول التسامحات، مع المحافظة على دقة مقبولة، أهمية خاصة في تصميم وتشييد البنى التي تعتمد توجه بناء النظم. إن لسهولة، وبالتالي لسرعة، التجميع في الموقع في هذه المباني أهميةً عظمى. في مثل هذه الحالات تعتمد سهولة تجميع أجزاء المبنى على عدد من العوامل، تتضمن:

- درجة الدقة التي صنعت المكونات بموجبها
- درجة الدقة في التجميع المعتمدة في الموقع
- طبيعة طرائق التشييد والتجميع في الموقع
- طبيعة عناصر وصل المكونات ودرجة التسامح المقبولة في حالة محددة.

يجب تذكُّر أن إنتاج مكونات بدرجات عالية من الدقة له تبعات مالية مباشرة، قد لا تكون مُبرَّرة في بعض الحالات. لهذا السبب، وللأسباب التي ذُكرت آنفاً، من الدارج الحديث عن أبعاد مكونات ضمن حدود مقبولة بدلاً من أبعاد دقيقة، يعبر عن هذا بصيغة البُعد الاسمي مضافاً إليه درجة التغيُّر المقبولة، على سبيل المثال، البعد الاسمي 1200 $\pm$ 10 مم. تعتمد درجة الدقة المطلوبة على الحالة الفعلية للمكونات، لكنها قد تكون ذات أهمية خاصة عندما تترابط البنية مع الخدمات، إذ عادة ما تكوَّن الخدمات ذات درجات سماح أدق من تلك المعتمدة في النسيج البنيوي للمبنى.

تمرين

ـ ماذا تفهم من المصطلح " نظم البناء"؟
ـ ميِّز بين الأنظمة المفتوحة والأنظمة المغلقة.
ـ في المنطقة التي تعيش فيها، تعرَّف على المنازل المشيَّدة في فترات زمنية مختلفة، على سبيل المثال الجورجية، الفيكتورية، فترة الثلاثينات 1930، فترة السبعينات 1970، وهكذا. هل يمكنك ملاحظة أية خصائص توضِّح توجهات التشييد المختلفة عبر الزمان؟

2.3 طرائق التشييد الحديثة

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستتعرف على المفاهيم المُتضمَّنة في طرائق التشييد الحديثة (Modern Methods of Construction) (MMC).
- وستفهم أسباب تبني طرائق التشييد الحديثة في بناء المنازل.
- وستقيِّم العلاقة بين التقنية المرتبطة بطرائق التشييد الحديثة وبرمجة وتحصيل أعمال التشييد.
- وستتعرف على التوجهات العامة لطرائق التشييد الحديثة في تشييد المنازل.

نظرة عامة

لم يحصل المصطلح "طرائق التشييد الحديثة" (MMC) على تعريف، مقبول عالمياً، في صناعة التشييد. لكنه مقبول عموماً بوصفه مصطلحاً يستخدم للتعبير عن طيف من طرائق التشييد تسعى لتقديم مزايا يعبر عنها بفاعلية الإنتاج، وبالجودة، وبالاستدامة. تختلف الطرائق المُعتمدة حالياً في صناعة بناء المنازل في المملكة المتحدة وغيرها، عن المقاربات "التقليدية" اختلافاً كبيراً. تتضمن معظم المقاربات التي تُعتبَر طرائق تشييد حديثة مكونات مسبقة الصنع، وتصنيعاً بعيداً عن الموقع. ثمة جدل قائم متعلق بالطرق التي من خلالها يمكن، بل ويجب، تصنيف طرائق التشييد الحديثة. وثمة حجج قوية لتبني نظام تصنيف يعتمد على سمات أداء المبنى وعملية البناء، مثل الجودة وفاعلية الإنتاج. لكن نظام التصنيف الأكثر استخداماً أتى من التصنيف الذي طوَّرته شركة الإسكان في المملكة المتحدة (UK House Corporation). يصنِّف هذا النظام الأبنية المشيّدة بالطرائق الحديثة وفق صيغة التشييد، ويمكن إجمالها كما يلي:

- مُصنَّع خارج الموقع - حجمي
- مُصنَّع خارج الموقع - لَوحيّ

- مُصنَّع خارج الموقع - هجين [مختلط]
- مُصنَّع خارج الموقع - تجميع جزئي ومكونات
- طرائق تشييد حديثة لا تعتمد التصنيع خارج الموقع

ستستخدم هذه التصنيفات للاستعمال في هذا الكتاب، على أن العديد من المصطلحات الأخرى التي تعبر عن الطرائق الحديثة للتشييد هي قيد الاستخدام أيضاً. تتضمن المصطلحات الشائعة ما يلي:

- البناء النسقي
- البناء التصنيعي
- نظام البناء
- الصنع المسبق

ولفهم فوائد طرائق التشييد الحديثة، من المهم أن ندرك المحتوى الذي تطورت ضمنه هذه الطرائق، وأن نتعرف على الدوافع التي تقف خلف تقدمها. تبين المقاطع التالية أسباب تطور التوجهات المتنوعة، مع تقديم نظرة شاملة عن التوجهات المختلفة.

نظرة عامة عن تطور طرائق التشييد الحديثة

عند دراسة أسباب تطور طرائق التشييد الحديثة في متن هذا الفصل، من المهم ملاحظة أن دراسة الموضوع قد جرت ضمن مفهوم بناء المنازل. تتشارك أسبابُ تطور طرائق التشييد الحديثة العديدَ من الدوافع مع قطاعات أخرى من صناعة التشييد. لكن بعض السمات خاصة جداً بقطاع بناء المنازل.

العرض والطلب في قطاع السكن

إبان كتابة هذا الكتاب كان سوق الإسكان في المملكة المتحدة يعاني نقصاً كبيراً في البيوت مَيسورة التكلفة في بعض المناطق من البلاد. وفَّر تبني صيغ التشييد الحديثة آلية أمكن من خلالها تسريع معدَّل تشييد البيوت

الجديدة والحفاظ عليه، في القطاع العام على وجه الخصوص. وبما أن الكثير من المنازل التي ستبنى في القطاع العام يتطلب تبني تقنيات مُبتكرة في التشييد، غدا استخدام طرائق التشييد الحديثة أكثر انتشاراً. ومع أن هذا يتحدث بشكل خاص عن المملكة المتحدة، فإن المبادئ سهلة الانتقال بمفهوم أن الحاجة المُلحَّة، التي تتطلب تطوراً وتشييداً سريعين، تُمكِن تلبيتها بتبني طرائق التشييد الحديثة. تضمن هذه المقاربة عرضاً فاعلاً ويُسراً في التكلفة.

نقص المهارات

تغيَّرت في السنوات الأخيرة طبيعة صناعة التشييد كما تغيَّر الذين يدخلونها أيضاً. فقد عانت الصناعة مشاكلَ المساهمة في التدريب، كما أن الصورة [المشوَّهة] (سرعة النجاح والفشل) للتشييد لم تشجع دخول البعض. ومع أن الصناعة بذلت جهوداً كبيرة لزيادة المساهمة في التدريب وطورت عدة مبادرات، إلا أن الذين استفادوا من هذا كانوا المستخدمين الدائمين لدى المؤسسات. بالإضافة إلى أن الاستخدام المتزايد للعمالة التعاقدية يعني أن الكثير من العمال لا يستفيد من هذه البرامج التدريبية. استفحلت المشكلة مع زيادة مستويات النشاط في الصناعة على كافة المستويات. من هنا أصبح نقص المهارات قضية رئيسية في ما يخص الإشراف والتنفيذ في عمليات التشييد. ومن الواضح أن لهذا تبعات على جودة وعلى معدَّل تقدم البناء.

ثمة توجه حالياً نحو التشاركية ونحو صيغ أخرى من المُلكية تُشجِّع العمالة المستقرة والمُساهَمة في التدريب. لكن هذا لا يكفي لوحده في معالجة مشكلة نقص المهارات. إن استخدام تقنيات طرائق التشييد الحديثة، حيث تجري معظم العمليات التي تقود إلى تشييد المبني في بيئة إنتاج معملية، يؤدي إلى خفض الحاجة للمهارات في الموقع. فقد ساعد التصنيع المتكرر لمكونات ومقاطع البناء في بيئة المعمل المتحكَّم فيها في ضمان الجودة وفي تقليل "المخاطر" المرتبطة بضبط الجودة في الموقع. مازال ضبط الجودة مهماً جداً في موقع التشييد، ومع ذلك

يمكن ضبطها بسهولة أكثر إذا جرى خفض الأعمال المعتمدة على الموقع وتبسيطها.

تعزيز الجودة

تطرَّق المقطع السابق المتعلق بنقص المهارات إلى موضوع ضمان الجودة. إن سمعة صناعة التشييد في ما يتعلق بقدرتها في الحفاظ على الجودة متباينة. وقد كُتب الكثير عن تراجع الجودة، رغم أن الحالة الحقيقية لها صعبة القياس فعلياً. من دون شك مرَّت فترات كانت الصناعة تعاني خلالها من مشاكل ضمان جودة واضحة؛ تُعتبر عواقب نظام برنامج نظام البناء الذي اعتُمِد في خمسينات وستينات القرن الماضي أفضل مثال على ذلك. إن موضوع الجودة، الذي يعدُّ حالياً حجر الزاوية في الصناعة، يتعلَّق في الواقع بتعزيز الجودة بدلاً من ضمانها.

سعت الصناعة لتحسين الجودة من خلال تقدُّم التقنيات والتدريب، وفي ذات الوقت غيَّرت خطةُ الحكومة لتحسين الإنتاجية، والاستدامة، ومبدأ "صحيح من أول مرة"، بيئة قطاع التشييد. أضف إلى ذلك أن زيادة توقعات المستهلك في قطاع الإسكان على وجه الخصوص، دَفعت لمواصلة برنامج تعزيز الجودة. أدَّت تقلبات بيئة موقع التشييد ومرونة سوق العمالة التعاقدية إلى محدودية في القدرة على تعزيز الجودة والحفاظ عليها باستخدام طرائق التشييد التقليدية. من هنا فإن اعتماد طرائق التشييد الحديثة التي تستخدم صُنعاً معملياً مضبوطاً، وتقصِر العمليات في الموقع على تجميع مبانٍ مسبقة الصنع، يوفِّر حلاً فاعلاً لموضوع الجودة.

تطور قوانين البناء

نوقشَت قوانين البناء وتطورها باستفاضة في الفصل الثاني، وليس ثمة رغبة في إعادتها مرة ثانية. ولكن كان لتطور قوانين البناء وبعض أطر العمل خارج إنجلترا وويلز تأثير واضح في إمكانية تبني طرائق التشييد الحديثة في تشييد المنازل. إن متطلبات تحديد عتبة لمستويات الأداء في ما يخص العزل

الحراري والصوتي والحفاظ على الطاقة عموماً، أدت إلى اعتماد توجه تشييد قابل للتنبؤ وللتقييم. أعطى احتمال تقييم المبنى بعد التشييد دافعاً قوياً لاعتماد تفاصيل تشييد موثوقة وقابلة للتكرار أكثر مما كان ضرورياً في السابق. من الواضح أن استخدام تقنيات التصنيع المعملية هو أكثر فاعلية في تحقيق الوثوقية أكثر مما فعلته تقنيات البناء التقليدية.

الاستدامة والأداء البيئي

يُقبل عادة أنّ ما يقارب 10٪ من كافة المواد المؤَّردة للموقع لا تُستخدَم ويكون مصيرها الإتلاف. من حيث اقتصاد الإنتاج والاستدامة، فإن التبعات المترتبة على هكذا عملية تشييد مُبذِّرة، كبيرة. كما فرض التركيز المتزايد على التبعات البيئية لعملية التشييد وأداء المبنى خلال فترة حياته، تشديداً كبيراً على استدامة المبنى والتوجهات المتبعة في البناء. إن تبني تقنيات طرائق التشييد الحديثة التي تعتمد إدارة سلسلة الإنتاج المعملي، وتوفير المواد واستخدامها بطريقة فاعلة، يؤدي إلى عملية تشييد أقل تبذيراً. هذا بالإضافة إلى أن عملية ضبط الجودة في طرائق التشييد الحديثة يمكن أن تُنتج مستويات أعلى من إحكام الهواء، وبالتالي زيادة في الأداء الحراري للمبنى قيد الاستخدام. ثمة ميزة بيئية أخرى لعملية الإنتاج المعملي تتمثل في أنها تُزيل الكثير من التأثير السلبي البيئي المحلّي من المحيط المباشر للموقع. ولهذا فإن المواقع التي تعتمد طرائق التشييد الحديثة لديها مستويات منخفضة من الضجيج والغبار والإزعاج العام مقارنة مع مثيلاتها من المواقع "التقليدية".

تمرين

ادرس تجمعاً سكنياً نموذجياً تعرفه. كيف يمكن لاستخدام طرائق التشييد الحديثة أن يؤثر في تصميم، وفي إنتاج، وفي كلفة التجمُّع؟

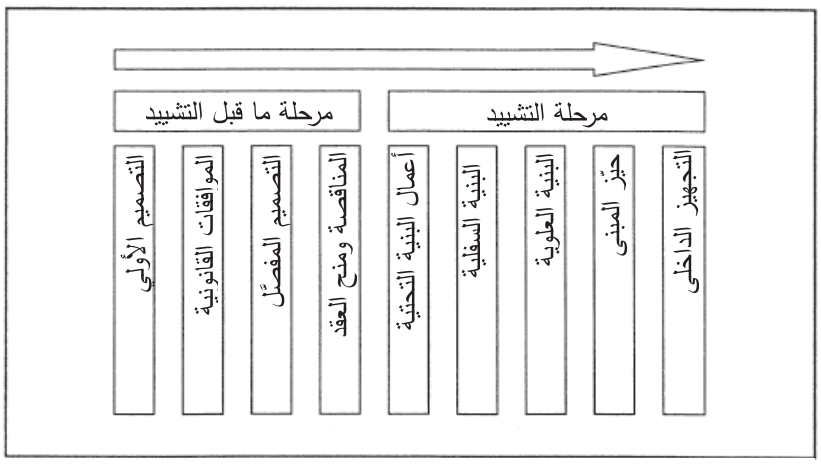
تحصيل وبرمجة المشاريع التي تعتمد طرائق التشييد الحديثة

تؤثِّر التداعيات المترتبة على طرائق التشييد الحديثة التي تستفيد من عدد كبير من مواد البناء المصنَّعة خارج الموقع، في تصميم وتحصيل

وبرمجة المشاريع. وبخلاف المشاريع التقليدية، فإن مرحلة ما قبل التشييد تشمل نشاطات كبيرة في عمليات إنشاء عناصر البناء.

إن تسلسلَ عمليات التحصيل وبرامج التشييد المرتبطة بالصيغ التقليدية للبناء، هو تسلسلٌ خطي للنشاطات. ويُعتبر إنهاء المراحل المبكّرة عموماً مطلباً لبدء النشاطات اللاحقة. يبين الشكل 1.3 تسلسلاً مبسطاً للنشاطات.

يقيد هذا النموذج من التحصيل والبرمجة نشاطات التشييد في الفترة التي تلي التصميم التفصيلي وبدء العمل في الموقع. في حال تبنّي تقنيات طرائق التشييد الحديثة، يمكن توفير مرونة عالية في التسلسل إذ يمكن تصنيع مقاطع من البنية العلوية ومن أدوات التجهيز في ذات الوقت الذي تجري فيه أعمال البنية السفلية في الموقع. يؤدي هذا إلى اختصار زمن مرحلة التشييد المطلوب في الموقع. وكلما ازداد مستوى التصنيع خارج الموقع، كلما قلَّ الزمن المطلوب في الموقع. غير أن زيادة مستويات التصنيع



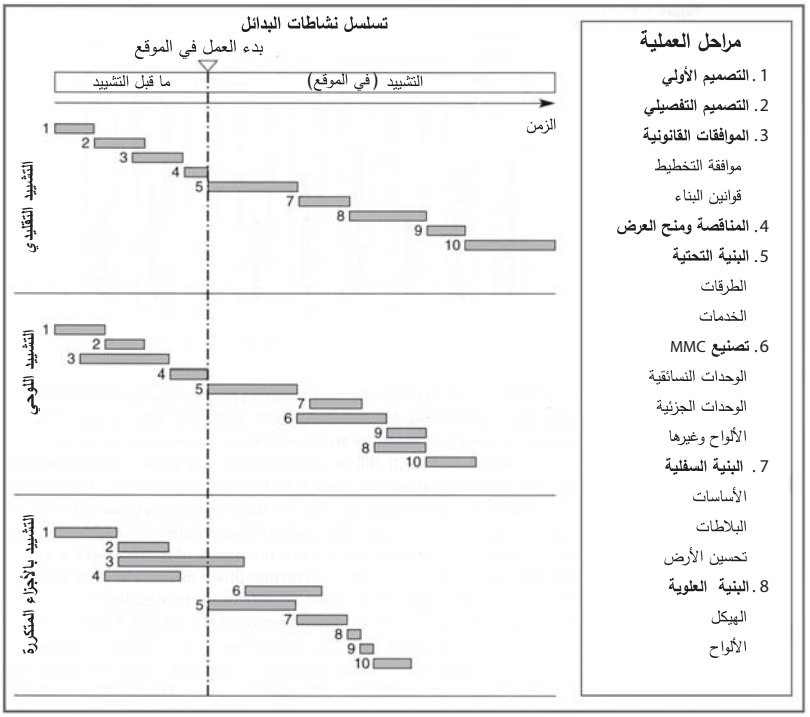
الشكل 1.3 التحصيل والتشييد التقليدى

المسبق لمقاطع البناء تفرض تشديداً على مرحلة ما قبل التشييد في ما يتعلق ببرمجة النشاطات. ويعتبر ذلك مهماً في ما يتعلق بالاتفاق النهائي على

التصميم التفصيلي. عندما يُطلب تصنيع الألواح أو الأُطر أو الوحدات المتكررة، فثمة ضرورة لـ "تجميد التصميم". إذ إن إمكانية تعديل التصميم بعد هذه النقطة تكون محدودة جداً، وقد يؤدي التعديل إلى عواقب مالية كبيرة. تتضمن المواضيع الواجب أخذها بالاعتبار عند إدارة البناء اعتماداً على طرائق التشييد الحديثة:

- تجميد التصميم: توقيته ومداه.
- جدول تسليم الوحدات (التخزين في الموقع غير مرغوب، لكن المصنِّعين لا يرغبون أيضاً في التخزين ضمن المعمل).
- مسؤولية إجراء القياس في الموقع والتوافق على التسامحات.
- عقوبات تأخُّر التسليم وإخفاق الجودة.
- بروتوكولات قبول الوحدات المكتملة وتدقيق الجودة.
- فترات المسؤولية عن العيوب ومضامين هذه العيوب.
- دور المصنِّع ومسؤوليته خلال تجميع/ تشييد الكتل في الموقع.

يوضِّح الشكل 2.3 برامج النشاط النموذجية للبدائل في طرائق التشييد الحديثة.



الشكل 2.3 بعض برامج النشاط في طرق التشييد الحديثة

التشييد الحجمي (التشييد بالأجزاء المتكررة)

يطلق على التشييد الحجمي أحياناً "التشييد النسائقي". علينا أن لا نخلط بينه وبين الاستخدام الشائع لمصطلح "المباني النسائقية" المتعلق بالمباني المؤقتة والمحمولة، مثل الأكواخ المستخدمة في الموقع وغيرها. إن التشييد الحجمي الحديث عملية معقدة ومتطورة حيث تُجمع وتُركَّب فيها وحدات أو كتل ثلاثية الأبعاد في المعمل. تنقل هذه الوحدات بعد ذلك إلى الموقع حيث تُجمَّع أو "تُراكم" فوق أساسات محضَّرة مسبقاً لتجهيز المبنى المُكتمل.

يناسب استخدام هذه التقنية تشييد المنازل على نحو خاص، إذ إن المبنى الناتج، في جوهره، ذو بنية خلوية. ولهذا فثمة مرونة محدودة في تنظيم المبنى خلال حياته التصميمية. تُستخدم مواد كثيرة في إنشاء الوحدات النسائقية أو المتكررة، وتتضمن الألواح الخشبية، والفولاذية الخفيفة الوزن،

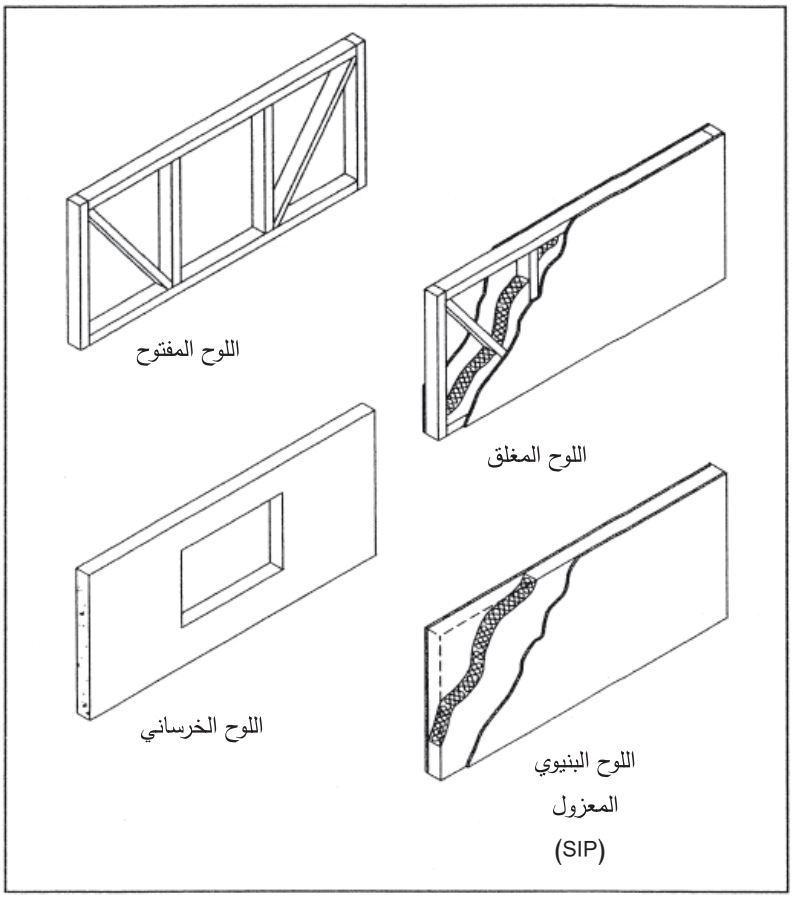
والفولاذ المُدلفن على البارد، والخرسانة. إن إحدى صيغ التشييد الحجمي الشائعة الاستخدام هي توفير "حجيرات"[3] الحمام ضمن مبانٍ حديثة أو قائمة مثل الفنادق وسكن الطلاب وما شابه. إن الاستخدام الأكثر فاعلية للتشييد الحجمي هو في المباني التي تضمُّ عدداً كبيراً من وحدات الغرف المتطابقة، حيث يمكن تكرار الوحدات، وبالتالي يزداد استخدامها في تجمعات الشقق، وفي أماكن إقامة الطلاب، وفي الفنادق. في تشييد المنازل، يتألف المسكن نموذجياً من أربع وحدات نسائقية مغطاة بسقف مائل السطح وغلاف ذي مظهر تقليدي مثل الآجر أو الألواح المطلية.

التشييد اللوحي

يعتمد التشييد اللوحي على استخدام ألواح مسطّحة مسبقة الصنع تُجمع في الموقع لإنشاء المبنى. تُصنَّع الألواح باستخدام مواد متنوعة، لكن الخشب ومقاطع الفولاذ الخفيفة الوزن هي الأكثر شيوعاً للمساكن. يعالج المقطعان 3.7 و 4.7 من الفصل السابع تشييد الأطر الخشبية والفولاذية ويفصِّل التقنية المرتبطة بهذه الصيغ. تتبنى النظم الأكثر تطوراً التشييد اللوحي في الأرضيات والأسقف في الأدوار الوسطية إضافة إلى وحدات الجدران التي أصبحت تُشاهد في معظم تجمعات المنازل ذات الأطر الخشبية والفولاذية.

يمكن تنفيذ التشييد اللوحي (الشكل 3.3) باستخدام عدد من المقاربات أو من أنواع الألواح المختلفة التي من الممكن أن تتحمَّل التحميل أو لا تتحمَّله، وذلك اعتماداً على موضعها وعملها ضمن كامل البنية. إن أكثر الصيغ المستخدمة في تشييد المنزل هي كما يلي:

(3) حجيرة الحمام: وحدة حمام ومرحاض مدمجة مصنعة معملياً بسقفها وكسائها، يمكن وضعها على بلاطة مهيأة مسبقاً، ووصلها إلى الخدمات في وقت قصير (المترجم).



الشكل 3.3 خيارات التشييد اللوحي

اللوح المفتوح

تُصنَّع الأُطُر الهيكلية لهذه الألواح، في المعمل، من الخشب أو من الفولاذ الخفيف الوزن. تُنقل بعدها إلى الموقع ليُضاف إليها العزل، وموانع الرطوبة، والبطانة، والتغليف، إضافة إلى الخدمات والمكونات، مثل النوافذ.

اللوح المغلق

تُصنَّع هذه الألواح كاملاً وتغلف في المعمل، وهي تحتوي على

الأرجح على ذات مكونات الألواح المفتوحة المذكورة أعلاه مع الفرق أن كامل عملية تجميع وإحكام الألواح تجري خارج الموقع.

اللوح الخرساني

لا تُستخدم الألواح الخرسانية المسلحة مسبقة الصبّ في المساكن القليلة الارتفاع إلا نادراً. لكنها تُشكِّل عادة الجدار البنيوي للمبنى، ويمكن أن تحوي نوافذ وخدمات وعزل ومواد تغليف خارجي، مثل قطع الآجر الطينية لتجهيز تجميع جداري كامل. تسمى هذه الألواح أحياناً أنظمة "الجدار المتصالب".

اللوح البنيوي المعزول (SIP)

خلافاً لصيَغ اللوح المفتوح والمغلق، ليس لهذه الألواح بنية هيكلية لتوفير أداء بنيوي. لكنها تتضمن قلباً مركزياً من مواد عزل صلبة لها غلاف خارجي وألواح بطانة داخلية مشدودة إلى الأطراف، والناتج هو لوح صلب يمكن استخدامه لتشكيل مقاطع جدران وأسقف المبنى.

التجميع الجزئي والمكونات

أصبح استخدام المكونات المسبقة الصنع في التشييد التقليدي مقبولاً على نحو واسع. مثال ذلك، استخدام العوارض المائلة في الأسقف. مع تطور نظم التشييد الحديثة، أصبح استخدام مكونات أو عناصر بناء كبيرة، مصنَّعة خارج موقع البناء، أكثر انتشاراً وأكثر تعقيداً. توجد العناصر والمكونات التالية في أنظمة تشييد المنازل التي تتبنى طرائق التشييد الحديثة:

- **أنظمة الأساسات النسائقية المسبقة الصنع**: انظر المقطع 2.4 من الفصل القادم لتفصيل أوسع عنها. تعتمد نظم الأساسات استخدام عوارض من الخرسانة المسلَّحة مسبقة الصب مدعّمةً بركائز ودعامات تُسهِّل سرعة تجميع أساسات المساكن.
- **حواضن الأرضيات والأسقف**: يمكن استخدام وحدات لَوحية مسبقة الصنع لتجميع الأرضية والسقف في تجميع مقاطع الأرضيات والسقف

باستخدام يد عاملة أقل، وبزمن إنجاز أسرع، وبتسريع إحكام غلاف المبنى بما يتعلق بالطقس وهو أمر مهم للأسقف.

- **مقاطع السقف**: يمكن تجميع مقاطع كاملة للأسقف المائلة في المعمل أو في أرض الموقع، وتُرفع بعدها إلى موضعها لإقامة هيكل السقف وبنيته النهائية. أدى استخدام هذه التقنية إلى خفض مخاطر الصحة والأمان المرتبطة بالعمل في المواقع المرتفعة.
- "**شبكة**" **مَدّ الأسلاك**: يمكن تعزيز سرعة وجودة التركيبات الكهربائية باستخدام شبكة أسلاك جاهزة للقَبْس كما هو معتمد في تقنية مد الأسلاك الموطَّدة منذ زمن في صناعة السيارات. حيث تُجمَّع الكابلات في المعمل لتسهيل التركيب، كما تُحدَّد أماكن المآخذ ونقاط الإضاءة وما شابه، ثم تُنهى بمقابس تُقبَس فيها، ببساطة، عناصر الإنهاء لإتمام التركيب.

طرائق التشييد الحديثة التي تجري في الموقع

تُطبَّق معظم التقنيات المستخدمة في طرائق التشييد الحديثة المعتمدة على الموقع، في بناء الأبنية الصناعية والتجارية وليس في تشييد المنازل المنخفضة الارتفاع. ولهذا لن تُدرس تفصيلياً هنا.

خلاصة معبِّرة

- تصف " طرائق التشييد الحديثة" (MMC) طرائق التشييد التي تُعزز فعالية الإنتاج، والجودة، والاستدامة.
- تستخدم هذه الطرائق الوحدات الجاهزة والتصنيع خارج الموقع.
- تتضمن الصيغ الشائعة لهذه الطرائق:
  - تشييد حجمي
  - تشييد لوحي
  - تشييد هجين
  - تجميع جزئي ومكونات.
- تعود أسباب تطوير طرائق تشييد حديثة لتشييد المنازل إلى:
  - العرض والطلب في سوق السكن
  - نقص المهارات
  - تعزيز الجودة

- تطور قوانين البناء
- الاستدامة والأداء البيئي.

■ تسمح تقنيات هذه الطرائق بالمرونة في تسلسل العمليات في الموقع وبالتالي تخفيض الزمن المطلوب لمرحلة التشييد في الموقع.

■ فَرَض التصنيع المسبق لمقاطع البناء قيوداً على برمجة مرحلة ما قبل التشييد واقتضى "تجميد التصميم".

3.3 تسلسل البناء

مقدمة

■ بعد دراسة هذا المقطع ستدرك أن عملية التشييد لإنهاء المبنى يمكن تقسيمها إلى مرحلتين أو طورين.

■ وستفهم الأحداث الممكنة الحصول عند بناء منزل.

■ وستتعرف على خطة العمل التي أقرَّها المعهد الملكي للمعماريين البريطانيين بوصفها تقسيماً منطقياً لعملية البناء.

نظرة عامة

يمكن دراسة تسلسل عملية البناء من منظورين: إما المراحل التي تقع ضمنها فاعليات البدء والتصميم والبناء، أو التفصيل الدقيق لتسلسل العمليات المتضمنة في تشييد وحدة سكنية محددة. سندرس في هذا المقطع وجهتي النظر المذكورتين.

تسلسل البناء - أطوار أو مراحل التشييد

منذ عدة سنوات، أقر المعهد الملكي للمعماريين البريطانيين (RIBA) خطة عمله. وتقتضي أن تقسم إجمالي عملية البناء إلى مرحلتين منطقيتين لبيان ما يجب إنجازه في كل مرحلة وما هي مسؤوليات الجهات المرتبطة بالعمل في كل مرحلة. إن العناوين النموذجية للمراحل الناتجة هي:

■ **التصور الأولي** الفكرة الأولى للمبنى من المستثمر، تعريف موجز التصميم وقيوده.

- **الجدوى** تقدير الكلفة وتقييم الامكانيات
- **الخطوط العريضة للمقترحات**. المخططات والتصميم المفاهيمي
- **تصميم المشروع** رسومات المشروع وتقديم طلب
  موافقات التخطيط اللازمة
- **التصميم المفصَّل مخططات** العمل ورسومات .**التجميع التفصيلية**
- **معلومات الإنتاج** مواصفات العمل ومتطلبات العمالة الماهرة
- **قائمة الكميات** احتياجات المواد وتحديد كميات العناصر
- **عملية المناقصة** دراسة عروض المتعهدين
- **تخطيط المشروع** برمجة العمل وتسلسل العمليات المُخطَّطة
- **العمليات في الموقع** عملية التشييد
- **الإنهاء** التسليم للمستثمر
- **التغذية المرتجعة** مراجعة النجاح، وتحليل الأخطاء، وما شابه

بعد تثبيت هذه العناوين، يصبح من الممكن تنظيم ورقة عمل بالمراحل لكل جهة من الجهات المشاركة في العملية. وبناء عليه تُنظَّم ورقة عمل تحدد مهام المعماري ومسّاح الكميات، على سبيل المثال. تسمح هذه الأوراق بتخطيط وتقيم أفضل للزمن المرتبط بالعملية، علاوة على مساعدتها في تحديد مسؤوليات كل شخص مرتبط بالمشروع.

من المفيد جداً وجود مراحل مخصصة لعمليات التصميم والبناء لضبط آليات تخطيط الكلفة. عند التفكير بالمشروع أول مرة (التصور الأولي)، يُعطى مخطط خشن إلى خبير اقتصاد التشييد (عادة ما يكون مسّاح الكميات) الذي يُطلب منه عند ذلك تقديم قيمة العقد وفق هذه المعطيات الضئيلة جداً. يعتمد تقدير الكلفة التخمينية المدروسة عادة على معلومات تكاليف سابقة مخزنة لمشاريع مشابهة، مثل سعر المتر المربع من المساحة الإجمالية للأرضية (Gross Floor Area) (GFA). وعند انتهاء المشروع

يُقسم مجموع تكاليف العقد على المساحة الإجمالية لأرضية المبنى (أي المساحة الأرضية المُقاسة لكل طابق ضمن حدود الجدران الخارجية متجاوزة كافة التقسيمات والفتحات الأرضية كما لو أنها غير موجودة)، والناتج هو كلفة المتر المربع.

تُجرى على هذا المقدار بعض التسويات الحسابية المتعلقة بالفاصل الزمني بين تخزين معلومات الكلفة والتاريخ المقترح للمشروع الجديد، وبعد ذلك تُضرب المساحة التقديرية للمبنى الجديد بكلفة المتر المربع لنحصل على الكلفة التقديرية الأولية (الجدوى - هل تقع هذه القيمة ضمن مجال الكلفة الذي قدَّره المستثمر؟).

ومع تطور التصميم وتثبيت المواصفات، تُقارَن تفاصيل مواصفات المبنى الجديد مع مواصفات المبنى السابق، لإجراء التسويات اللازمة للكميات والنوعية. تُعدَّل بهذه الطريقة، كلفة المشروع التقديرية مع تطور التصميم، ويصبح من الممكن ضمان بقاء قيمة العقد ضمن ميزانية المستثمر. إذا بدا احتمال حدوث تجاوز في الإنفاق، فثمة فرصة لتخفيض المواصفات وبالتالي الكلفة بطريقة متوازنة ومضبوطة.

إن الطريقة التي تُنظَّم فيها معظم عقود التشييد هذه الأيام (**التحصيل**) تعني أن بعض التفاصيل الخاصة المتعلقة بمسؤوليات المهنيين كما هي مُسجَّلة في خطة العمل يمكن أن تتغير، لكن تبقى الخطة بحد ذاتها تجزيئاً مفيداً.

التحصيل: مصطلح يستخدم ليدل على عملية شراء مبنى جديد أو مشروع إعادة ترميم مبنى قائم

تسلسل البناء - المراحل المتَّبَعة في تشييد المنزل

ليس من الممكن، عند تشييد منزلٍ، إعطاء تسلسل مضبوط لوقائع التشييد. فلا يبدأ دوماً أحد النشاطات عند انتهاء نشاط آخر. ومن الشائع القيام بعدة أعمال في ذات الوقت. فعلى سبيل المثال، يمكن إجراء التركيبات الكهربائية بينما يجري العمل في السمكرة. كما يمكن لعمليات تزيين الحديقة والزراعة أن تحدث مع أعمال أخرى في ذات الوقت.

ومع ذلك، يمكن إعطاء تقدير عام لتسلسل النشاطات النموذجي

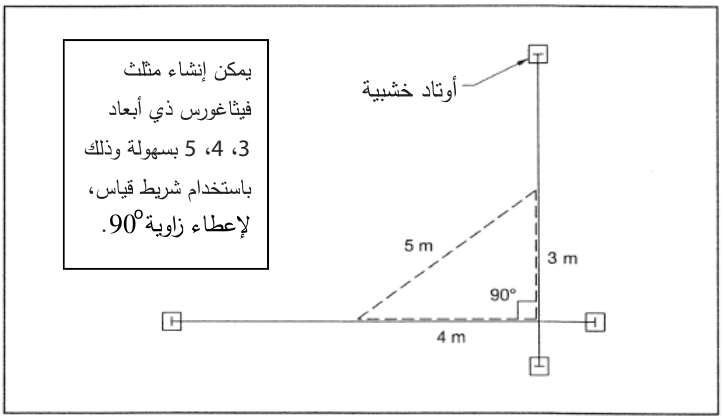
لتشييد المنزل. وللسهولة، يُجزّأ هذا التسلسل إلى أعمال "لغاية مدماك مانع الرطوبة (DPC)" وأعمال "فوق مدماك مانع الرطوبة (DPC)". وهذا فصلٌ بين أعمال **البنية التحتية** وأعمال **البنية العلوية**.

البنية السفلية: مصطلح يدل على أعمال تجري تحت أو عند مستوى الأرض. البنية العلوية: مصطلح يدل على الجزء من بنية المبنى الذي يقع فوق سطح الأرض. في الواقع، يحدث الانتقال بين هذين العنصرين عند نقطة الفصل الطبيعية لمدماك مانع الرطوبة (DPC) القريبة من الطابق الأرضي.

نشاطات لغاية مدماك مانع الرطوبة (DPC) للجدار الخارجي

البدء

تثبيت موضع ومخطط المبنى في الموقع عند البدء بالبناء، يكون أحد المعالم المفتاحية خط الواجهة، ومنه يتطور مخطط باقي المبنى باستخدام خطوط تُسقط بزوايا قائمة لتبين عرض الملكية. يُستخدم التيودوليت (المزواة)، أو مُربَّع البنّاء، أو مثلث فيثاغورس لإنشاء الزاوية القائمة (شكل 4.3).



الشكل 4.3 إنشاء زاوية قائمة

عند استخدام أساسات ذات قواعد شريطية على وجه الخصوص، تُعلَّم مواضع الحُفَر باستخدام ألواح مقطعية (الشكل 5.3). يمكن مدُّ خيط بين هذه الألواح ليبيّن مواضع الحفر وموضع الجدار أيضاً.

الحفر نزولاً من التربة السطحية إلى مستوى التشكيل (نقطة بداية الأرضية) وحُفَر الأساسات (بافتراض قواعد شريطية)

رصّ (كَبْس) قَعْر الحفر

الخرسانة في القواعد الشريطية

الخدمات حدِّد مسار وموضع الخدمات الداخلة (وأحياناً مراحيض الطابق الأرضي الخارجة)، بما فيها القنوات عبر الجدران إلى مستوى الأرضية الداخلي بحسب الحاجة

ركِّب نظام الصرف الصحي تحت الأرض

شكِّل خنادق للخدمات الداخلة من مياه وكهرباء وغاز واتصالات

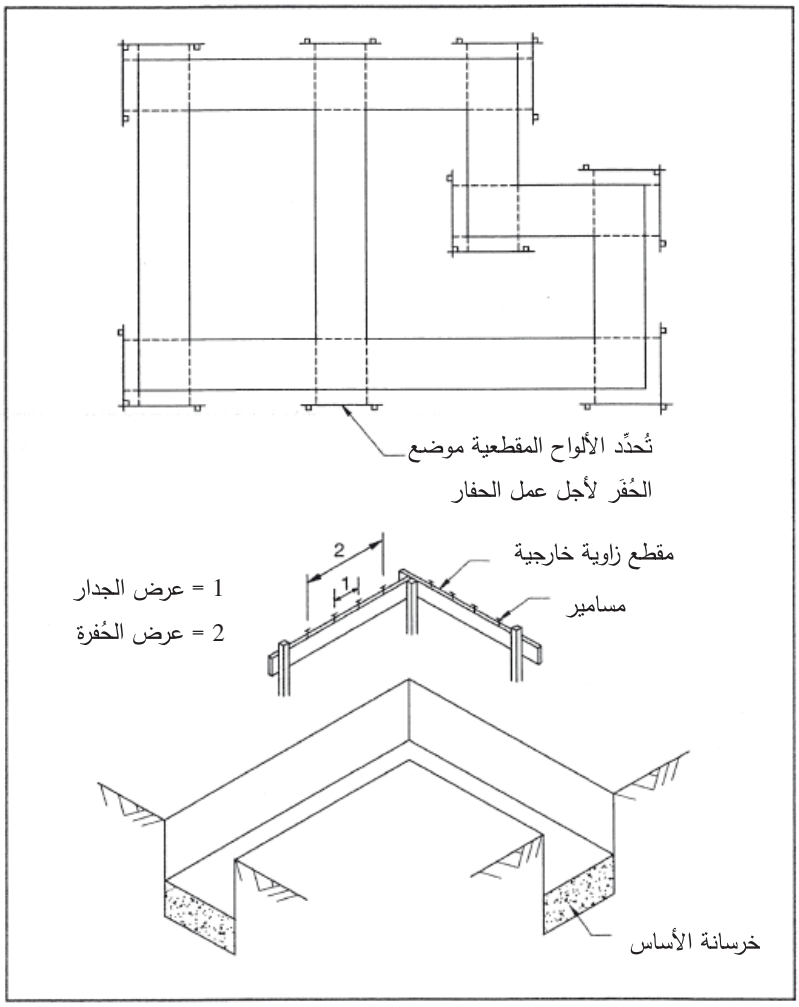
أعمال الطوب/ الخرسانة الآجر أو الخرسانة أو خرسانة الحُفَر شائعة الاستخدام في خنادق الأساسات

آجر واجهات للسطح الخارجي، لغاية مِدماك مانع الرطوبة DPC (توجد عادة ثلاثة مداميك [طبقات] بالحد الأدنى)

الرَدْم كسارة حجارة لبلاط الأرضية، وللقسم الداخلي من حُفَر الأساسات

رمل خشن لتغطية سطح الكسارة

ملء الفجوات لغاية مستوى الأرض الخارجي بالملاط



الشكل 5.3 استخدام ألواح جانبية لتعليم مواضع الحفر

الأغشية غشاء مانع الرطوبة (DPM) (تغطية بالبوليثين، مثل فيسكوين [نسيج بلاستيكي واق من الماء]) يوضع فوق السطح الداخلي للجدار الخارجي وأية جدران داخلية لها أساسات

العزل عزل باستخدام لوح صلد لبلاط الأرضية

الإسمنت	لبلاط الأرضيات (بفرض استخدام بلاط أرضيات صلب)
	فوق مدماك العزل في الجدار الخارجي
	أعمال الطوب/ الخرسانة شيِّد الجدار الخارجي بالخرسانة، ضع العزل واربط شدّادات التثبيت، ارصف الآجر
	شكِّل فتحات النوافذ والأبواب، بما في ذلك النوافذ العلوية والعتبات الفوقية (الأساكف)، وترتيبات فتحات التصريف الصحي وفجوة الإغلاق
	شيِّد بالطوب وبالخرسانة جميع التقسيمات الداخلية لغاية مستوى الطابق الأول
أعمال الخشب	ركِّب العوارض الثانوية للطابق الأول
	ركِّب الدرج
أعمال الطوب/ الخرسانة	تابع العمل في الجدران الخارجية وفتحات النوافذ
التسقيف	ثبِّت اللوح الجداري فوق المسطح الداخلي للجدار الخارجي
	حدِّد موضع العوارض المائلة لجمالون هيكل السقف وثبتها
	ثبِّت صفائح اللباد وغطي السقف والحشوات المعدنية بالقرميد
التقسيمات	ثبِّت هيكل تقسيمات الطابق الأول (بافتراض هذه التقسيمات من النوع المدعَّم غير الحامل)
الخدمات	جهِّز أول مثبت للكابلات الكهربائية (مدخل الكابل)

	جهِّز أول مثبت لأنابيب المياه والتدفئة (مدخل الأنابيب)
النوافذ والأبواب	ثبِّتها في مكانها
	الخارجية
الأعمال الخشبية	ضع الألواح الخشبية للطابق الأول
الإنهاءات	ضع الألواح الجصّية والإنهاءات الجصية المصنعة في الموقع
	ضع الطينة على الأرضية في الطابق الأرضي (إن لم تَستخدم المِصقلة الآلية [الجلاية] لعملية الإنهاء)
الأعمال الخشبية	ثبِّت أُزر [جمع إزار، وهو طوق خشبي يفصل الجدار عن الأرضية] الطابق الأول
الخدمات	التثبيت الكهربائي الثاني (الأضواء، والمآخذ، والمفاتيح)
	التثبيت السمكري الثاني (الأدوات الصحية، والوصلات)
	تثبيت التدفئة الثاني (التجهيزات والمُشعّات)
	وصل تغذية كهرباء الشركة
	جهِّز الخدمات للتجريب عند الانتهاء من تنفيذها، بما فيها اختبار نظام الصرف الصحي تحت الأرض
المثبتات	ركِّب الخزائن
	ثبِّت المطبخ
الدهان	خارجياً وداخلياً
الأعمال الخارجية	تزيين الحديقة، وضع العشب، غرس المزروعات، تسييج الحدود، الجدران والممرات

يمكن تنظيم جدول إنهاء النشاطات كتلك المدونة أعلاه، وتخصيص الوقت اللازم لها بهدف وضع برنامج الأعمال. الأمر الذي يسمح، عند فحص تطور العمل، بالتأكُّد من إنهاء العمل في الوقت المحدد. قد لا يبدو هذا الأمر مهماً جداً عند الحديث عن عقار واحد، ولكن إذا كان المشروع عبارة عن تجمع سكني يضم ستين وحدة، فإن إنشاء برنامج أعمال مفيد جداً.

تمرين

اشرح غاية خطة العمل التي وضعها المعهد الملكي للمعماريين البريطانيين (RIBA).
ماذا تتضمن المراحل الثلاث الأولى لخطة المعهد RIBA؟
ادرس المراحل المختلفة المُعرِّفة في تشييد منزل، وحاول أن تُخصِّص وقتاً لتنفيذ كل مهمة، وكم من الوقت يستغرق بناء المنازل بالرجوع إلى الأهداف المُعرَّفة.
بيِّن أياً من البنود يجب إنهاؤه قبل البدء ببنود أخرى، وأياً يمكن أن ينفَّذ مع غيره في ذات الوقت. حاول توليد تسلسل أحداث ومخطط زمني لعملك.

4.3 الإنفاق على البناء

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستُدرك العلاقة بين الإنفاق والزمن خلال تشييد العقار
- وستدرك أن المنحني S هو الطريقة التي قد تمثَّل فيها الالتزامات المالية خلال مرحلة التشييد.

نظرة عامة

إن صناعة البناء ربحية بطبيعتها، فالغالبية العظمى من المنازل تُبنى بهدف ربح المتعهِّدين. في بعض الحالات القليلة تُشيَّد المساكن بتعهدات من قِبَل أفراد لا تقودهم معادلة المتعهِّد التي جرت مناقشتها سابقاً. غير أن معظم بناء المنازل يتَّسم بطابع التخمينات الربحية، و**معادلة المتعهِّد** هي المفتاح لإمكانية تنفيذ المشروع؛ وبالتالي فإن ضبط تكاليف البناء أمرٌ ضروري.

معادلة المتعهِّد؛ جرى تقديمها في الفصل الثاني (المقطع 1.2). إنها علاقة بسيطة ما بين كلفة الأرض، والرَيْع، والإنفاق، والربح.

يتعلَّق الإطار العام للإنفاق لأي عقد تشييد مباشرة بتسلسل عمليات البناء. في معظم التجمُّعات السكنية، يشمل "العقد" كامل التجمُّع الذي يتضمَّن عدداً من المساكن المستقلة. ينشأ عن هذا النوع من المشاريع عدة تبعات تتعلق بحقيقة أن إنهاء بعض الوحدات المستقلة أو بعض مراحل من العقد يتم قبل إنهاء كامل المشروع. من الشائع أن نرى تجمعات سكنية بمراحل إنجاز مختلفة من عملية التشييد في ذات الوقت. فمن الطبيعي أن تكون أجزاء من التجمع مسكونة بينما تكون أجزاء أخرى في مراحل التشييد المبكِّرة. يعود السبب في ذلك إلى معادلة المتعهد، وإلى الحاجة لتحقيق إيرادات للمشروع، إضافة إلى ضبط النفقات.

تكاليف البناء

تتألف الكلفة الإجمالية لمشروع بناء من عدد من العناصر المستقلة، بالإضافة إلى كلفة المواد، واليد العاملة، والتجهيزات المؤقتة المستخدمة في عملية البناء ذاتها. إن عمليات تجهيز الموقع، وتوفير التأمينات، وما شابه، جميعها عناصر ذات تبعات مالية. يشار إليها عادة بوصفها **بنوداً تمهيدية** يجري تضمينها عادة ضمن التقدير الشامل للتكاليف على أساس نسبة مئوية تُضاف إلى كل بند، أو بوصفها بنوداً مُحدَّدة معرَّفة ضمن الكلفة التقديرية للمشروع. ليست غاية هذا الكتاب دراسة طبيعة عقود التشييد والمناقصات، وبالتالي لن ندرس مبادئ التسعير تفصيلياً. ومع ذلك، من المهِّم فَهْم طبيعة كلفة المشروع الإجمالية والعناصر المكونة لها. دُرس هذا الموضوع نسبياً عند تقديم معادلة المتعهد في الفصل الثاني ولكن دون تفصيل للعناصر. بما أن كل مشروع تشييد مستقل بحد ذاته، فمن غير الممكن وضع قائمة نهائية لبنود الإنفاق. يعرض الجدول 1.3 قائمة نموذجية للبنود المُتضمَّنة في الكلفة الإجمالية لمشروع بناء انطلاقاً من بدء الأعمال في الموقع، لكن يجب أن لا تُعتبَر هذه القائمة نهائية.

الإطار العام للإنفاق

كما بيَّنا سابقاً، تشتمل غالبية مشاريع بناء المنازل على عدة مساكن. لذلك، ولفّهم إجمالي المشروع، تجب دراسة الإطار العام للإنفاق المتعلق بمسكن مستقل.

ناقش المقطع السابق عملية البناء ووضع بشيء من التفصيل التسلسل النموذجي للعمليات المتضمَّنة في بناء المسكن. لكل من هذه العمليات كلفة تتألف من ثلاثة مكونات: المواد والمعدّات واليد العاملة. المقصود بالمواد هو المواد الخام (مثل الخشب والرمل والإسمنت) والمكونات المصنَّعة (مثل النوافذ، العتبات فوق الأبواب، وجمالونات السقف) المطلوبة لتسهيل عملية تشييد المبنى. "المعدّات" هي المصطلح المستخدَم للعُدد الميكانيكية والعربات، مثل الروافع والشاحنات القلاّبة المساعدة في عملية التشييد.

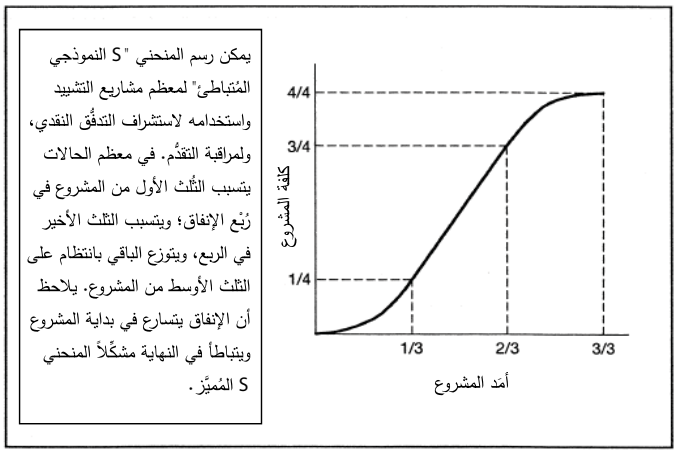
الجدول 1.3 العناصر المتضمنة في كلفة مشروع بناء.

العنصر	الوصف	المرحلة
رسوم قانونية وغيرها	كلف تتعلق بتحري الأعمال الجارية والتأمينات والضمانات كتلك التي يوفرها المجلس NHBC	مراحل متعددة خلال المشروع
تأمينات	تأمين ضد الحوادث للموظفين وللعموم، مع تأمين التجهيزات والمعدّات والمباني تدفع من قبل المتعهد والمقاولين الفرعيين	تدفع عادة في مستهل المشروع
توصيل مرافق الخدمات العامة	كلفة وصل الغاز والكهرباء والماء والصرف الصحي ومرافق خدمات أخرى	خلال المراحل المبكرة من المشروع
أعمال مؤقتة	السياج الواقي المؤقت والسقالات والسياج، والتزوّد المؤقت بالكهرباء والماء، وغيرها	في المراحل المبكرة من المشروع
توفير الراحة والتسهيلات	أماكن مؤقتة في الموقع مخصصة للمكاتب والندوات والمراحيض ومخازن مؤمنة للمعدّات والتجهيزات ...	عند مُستهل المشروع
استئجار معدّات	استئجار عناصر محددة من المعدّات والتجهيزات، مثل معدّات الحفر والروافع	طوال كامل مدة المشروع

بنية تحتية	الطرقات وتسهيلات العبور والخدمات	في المراحل المبكرة من المشروع
يد عاملة	كلفة اليد العاملة الخبيرة وغير الخبيرة لإنجاز العمل، متضمنة كلفة الإشراف	طوال كامل مدة المشروع
معدّات	تكاليف شراء أو استئجار معدّات موجودة تشارك في الأعمال	طوال كامل مدة المشروع
مواد	تكاليف المواد والمكونات المستخدمة في عملية البناء	طوال كامل مدة المشروع
إصلاح الأضرار	تكاليف إزالة الأعمال المؤقتة وإصلاح الأضرار التي لحقت بأي منطقة خارج حدود الموقع جرّاء الأعمال.	في نهاية المشروع

"اليد العاملة" هي المَوْرِد البشري في هيئة عمال ذوي خبرة أو من دون خبرة يشاركون في عملية التشييد. لكل من هذه العناصر كلفة مباشرة يمكن حسابها لأي بند من بنود المشروع.

بتطبيق هذه التكاليف على كل فعالية ضمن تسلسل التشييد يمكننا وضع إطار إنفاق عام يوضِّح كلفة المشروع في أي مرحلة. عند التعبير عنها بالكلفة التراكمية، أي الكلفة الإجمالية لكافة العناصر لغاية النقطة المعطاة، نحصل على منحنٍ اصطلح على تسميته "المنحني S المُتباطئ " (الشكل 6.3).



الشكل 6.3 مخطط إنفاق المشروع – المنحني

ينهض المنحني في الجزء الأول منه نتيجة تسارع الإنفاق في البداية، ثم ينتظم باتساق في الوسط، ثم يتباطأ في نهاية المشروع. ثمة فترة في بداية المشروع يُجهَّز الموقع خلالها وتبدأ فيها الأعمال التحضيرية. هذا يؤدي إلى إنفاق معتدل في البداية، قبل بدء الإنفاق على المواد والتجميع. عند اكتمال الفترة التحضيرية، يبقى الإنفاق على

المعدّات، وعلى اليد العاملة، وعلى المواد، ثابتاً نوعاً ما حتى مراحل متأخرة. تُباشر في هذه النقطة أعمال الإنهاءات والترتيب. وهذه تحتاج لزمن، لكنها غير مُكلفة من حيث المواد وما شابه. ومع أن كل مشروع مستقل بذاته، إلا أنه جرى تطوير نماذج عامة للإنفاق. يعتبر النموذج "ربع : ثلث" أحد أكثر النماذج شيوعاً. ويُقدَّر الإنفاق بموجبه على أساس أن يُعزا ربع الإنفاق إلى الثلث الأول من فترة المشروع، وربعٌ آخر إلى الثلث الأخير، ويوزع الباقي بانتظام على الفترة بينهما.

تمويل عملية البناء

إن أحد العوامل المؤثرة في ربحية أي مشروع بناء هو كلفة تمويل العملية. في معظم الحالات يحتاج باني المنزل إلى اقتراض المال ليُموِّل المشروع قبل استلام دفعات المساكن. يمكن لكلفة اقتراض كمية كبيرة نسبياً من الأموال أن تكون ضخمة، ويجب أن يأخذها الباني في الحسبان بوصفها جزءاً من معادلة المتعهد. من الطبيعي أن تكون فترة القروض قصيرة قدر المستطاع لتخفيض دفعات الفوائد المترتبة. وهذا أحد الأسباب وراء سعي مشاريع البناء لإنهاء مرحلي للمساكن. فإن كان ثمة مساكن جاهزة للبيع المُبكِّر، يمكن استعمال الربح المجني لتخفيض القروض أو لتمويل المراحل المتأخرة من التجمع مباشرة. ومن الشائع مشاهدة تجمعات سكنية كبيرة تُنهى مراحلها بالتتالي، بحيث تكون المنازل في إحدى المراحل في طور الأساسات، بينما في مرحلة أخرى قد بيعت وسُكنت.

ليس هدف هذا الكتاب دراسة تمويل وإدارة عملية التشييد بالتفصيل. ومع هذا يجب إبقاء هذه العوامل في الذاكرة، لأن التشييد مصلحة، ومثل المصالح الأخرى، يقودها الربح.

تمرين

ماذا نستخدم عادة لتمثيل مصاريف الإنفاق على مبنى خلال تطوره في الموقع؟
على ماذا تدل التغيرات في هذا المنحني؟
لماذا تعتبر السيولة المالية مهمة للمتعهدين في إدارة مشروع ناجح.

5.3 تشييد المنزل المُستَدام

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستعي المفاهيم المحيطة بالمجتمعات المستدامة.
- وستفهم الأسباب وراء تطوير التشييد المستدام.
- وستدرك القضايا المفتاحية المحيطة بتشييد المنازل والاستدامة.
- وستعي القضايا التقنية المفتاحية المؤثرة في الاستدامة في تشييد المنازل.
- وستتعرف على مفاهيم تشييد المنزل المحايد [في استهلاك] الكربون.

نظرة عامة

قبل دراسة التقنيات المرتبطة بتصميم وتشييد وإشغال السكن المُستدام، من المهم أن ندرك المفهوم العام للتجمعات المُستدامة والمجتمعات المستدامة. يشمل مبدأ المجتمعات المستدامة كافة السمات التي تدعم إنشاء بيوت وبيئات اجتماعية مسؤولة بيئياً، ويرغب الناس بالعيش فيها، وتشمل كامل البنية الاجتماعية، وتُشجع على التفاعل الإيجابي بين كافة أصحاب المصالح.

يُعتبَر التصميم والتطوير الحديث للسكن الذي يدعم هذه المبادئ "مُستداماً"، تقنياً وبالمفهوم الاجتماعي. يهدف هذا الكتاب إلى تنمية فهم للتقنية المرتبطة بتشييد المنازل المُستدامة، مع أن فهمَ المواضيع الاجتماعيةً والبيئية والأيديولوجية الأعم أمرٌ ضروريٌ في إدراك أسباب استخدام مثل

تلك التقنيات. في العموم، سنُعرِّف التصميم المُستدام بكونه مرتبط بإدخال حلول تصميمية مرنة تُحصِّن المباني للاحتمالات المستقبلية، وتقنيات وحلول تصميمية تسعى لخفض استهلاك الطاقة، مثل استخدام ضوء النهار والتهوية الطبيعيين.

في المملكة المتحدة، وضعت الحكومة هدفاً لخفض انبعاث ثاني أكسيد الكربون بنسبة 60٪ بحلول العام 2050، وبما أن كتلة السكن في المملكة المتحدة مسؤولة عن ما يقارب 30٪ من كامل كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة، فثمة تركيز طبيعي على تحسين الأداء البيئي في هذا الميدان. وبالتالي فإن الهدف أن تصبح كافة المنازل الحديثة في بريطانيا "محايدة" [في استهلاك] الكربون بحلول العام 2016. ولتحقيق ذلك لا بد من اعتماد مقاربة، مُستدامة بيئياً، لتصميم وتشييد وإشغال المنازل.

يهدفُ تقديم وتنفيذ طيف من التعليمات والحوافز إلى دعم تغيير جذري في الطريقة التي تُصمَّم وتُشيَّد بها بيوت جديدة. إن المفهوم الضمني في المقاربة الحديثة لتشييد المنزل يتمثل في التزام قوي لحماية وتعزيز البيئة، مع تركيز خاص على خفض انبعاثات الكربون.

الاستدامة وبناء المنزل

ثمة حقائق علمية كثيرة تبين أن تغيُّر المناخ قضية خطرة وعاجلة. ويقدَّر أن 25٪ من ثاني أكسيد الكربون المُنبعِث في المملكة المتحدة ناتج من الطاقة المستخدمة لتدفئة، وإضاءة، وتشغيل البيوت. لقد أصبح ضرورياً أن تُبنى المنازل بطريقة تخفِّض من استخدام الطاقة ومن الانبعاثات. وبالإضافة إلى استهلاك الطاقة المباشر، فإن للمبنى ولإشغال المنازل تبعات بيئية أخرى ناجمة عن استخدام الماء، وتوليد النفايات، واستخدام مواد ملوِّثة. يمكن تخفيض هذه التبعات بإدماج مبادئ الاستدامة في عمليات تصميم وتشييد المنازل.

فوائد تشييد المنزل المستدام

إن قطاع بناء المنازل في صناعة التشييد ملتزمٌ بتحسين استدامة منتجاته. من المهم إدراك فوائد هذا التغير في مقاربة التصميم والتشييد والإشغال

لكافة أصحاب المصالح المختلفة ذوي العلاقة. يمكن تصنيف الفوائد المجنية ضمن ثلاث مجموعات رئيسية؛ فوائد بيئية عامة، وفوائد للمتعهدين والمشيِّدين، وفوائد للقاطنين والمستخدمين النهائيين.

يمكن تحديد الفوائد البيئية العامة كما يلي:

- **خفض انبعاث غازات الدفيئة (الاحتباس الحراري)**: سيؤدي خفض انبعاث غازات الدفيئة إلى خفض مخاطر تغيُّر المناخ
- **تكيف أفضل مع تغير المناخ**: مع وجود مقاربات متطورة لحفظ الطاقة، تتعامل مع تأثيرات كسب الطاقة الشمسية صيفاً، ومع المعايير المتزايدة لكفاية الماء، بما فيها إدارة أفضل لجريان المياه السطحية، فإن الكتلة السكنية المستقبلية ستكون أكثر تكيفاً للتعامل مع تبعات تغيُّر المناخ المحتوم.
- **التبعات الكلية المُخفَّضة على البيئة**: سيضمن إدخال إجراءات تصميمية تؤدي إلى تقليل استخدام المواد الملوِّثة، وتسهيل إعادة تدوير المخلَّفات المنزلية، أن تكون للكتلة السكنية المستقبلية تبعاتٍ سلبيةً أقلَّ على البيئة.
- **تقليل "البصمة" البيئية**[4] يمكن تقليل "البصمة" على البيئة من طريق بناء بيوت مستدامة أكثر، وتبني إدارة مسؤولة لحلقة الإمداد والمواد.

تتضمن فوائد المتعهدين والمشيِّدين:

- **تحسين الرفاهية والرضى**: ستعزز البيوت المبنية ضمن مبادئ الاستدامة، الرفاهيةَ والرضى لدى القاطنين. يؤدي هذا إلى فائدة في تقليل شكاوى المشترين، وفي السماح للمتعهدين بتمييز أنفسهم كونهم "مسؤولين بيئياً".

(4) الأثر الذي يخلفه أي كيان (شركة، أو مبنى، أو أفراد... إلخ) في البيئة عند قيامه بنشاطات، وهي بشكل عام ترتبط بقدرة امتصاص البيئة المحيطة للمخلفات من مواد أولية ومواد مصنَّعة وانبعاثات، وقدرتها على توفير الموارد الأولية التي يحتاجها هذا الكيان (المترجم).

- **زيادة رصيد الاستدامة**: يمكن استخدام تبنّي مزودي السكن مبادئ الاستدامة لبيان رصيدهم في الاستدامة لكل من العموم، والمشترين، والمستثمرين، والجهات الممولة.
- **تحسين الربحية**: تؤدي مستويات النفايات الناتجة من التشييد في الوقت الحالي إلى خسائر في أرباح المتعهدين. ومن المؤكد أن ينعكس تبني مقاربات أكثر استدامة في طلب وإدارة المواد إيجابياً على الربحية.

تتضمن فوائد القاطنين والمستخدمين النهائيين:

- **المساعدة في الاختيار**: يزوِّد تطبيقُ معدلات الاستدامة المشترين بمعلومات مفيدة تتعلق بأداء الاستدامة النسبي للبيوت المختلفة، مما يساعدهم في اتخاذ خيارات مدروسة.
- **تكاليف جارية أقلُّ**: للبيوت المبنية بخصائص تصميم مستدام تكاليف جارية أقل ناتجة من الكفاية العالية لاستخدام الطاقة والماء.
- **رفاهية أفضل**: إن البيوت المبنيّة باستخدام مبادئ الاستدامة المبينة هنا، تزوِّد القاطنين بمكان صحّي وأكثر إرضاءً للعيش. إن استخدام مستويات متزايدة من الضوء والتهوية الطبيعيين، على سبيل المثال، يمكن أن يحسن بيئة المستخدم المحلية.

إطار عمل لتشييد منزل مستدام

بدأت الحكومة في المملكة المتحدة باتخاذ سلسلة من الإجراءات تهدف إلى دعم التوجه نحو صناعة تشييد مستدام أصيلة وذلك كجزء من مقاربتها العامة لتطوير بيئة مستدامة. وتسعى الحكومة إلى وضع مجموعة من الإجراءات تهدف إلى توفير إطار عمل صارم لضمان ممارسة بيئية جيدة لكل المعنيين في صناعة البناء في المملكة المتحدة. وتتضمن:

قوانين البناء

يدعم تضمين قوانين البناء في بريطانيا متطلبات حازمة لحفظ الوقود والطاقة بهدف التحوّل إلى التشييد المستدام. يفرض الجزء L من القوانين

متطلبات على المصممين والبنّائين لتسليم مبانٍ ذات معدَّل ضياع حراري منخفض وذات مستويات "إحكام هواء" محددة.

قانون البيوت المستدامة

هو معيار وطني لتصميم وتشييد بيوت جديدة مستدامة. يهدف القانون إلى زيادة استدامة البيوت الجديدة وإلى توفير معلومات للمستثمرين. ستصنَّف التجمعات السكنية الجديدة وفق نظام تصنيف نجمي من واحد إلى ستة استناداً إلى تقييم منظَّم بالمقابلة مع مبادئ القانون. كان الالتزام بالقانون عند كتابته (2006) طوعياً، وأصبح منذ العام (2008) لزاماً تقييم البيوت الجديدة بالمقابلة مع القانون لبيان "أدائها الكربوني".

سياسة التخطيط

ستجري مراجعة سياسة التخطيط للتعامل مع آليات توفير البيوت الجديدة والوظائف والبنية التحتية التي تحتاجها المجتمعات لمعالجة مشكلة التغيُّر المناخي، ولوضع سياسات الطاقة المتجددة.

مبادئ التصميم المستدام

يحتاج تقييم مدى استدامة تصميم وتشييد منزل إلى اعتبار المسكن بوصفه حزمة متكاملة. فبدلاً من اعتبار التصميم والتشييد والإشغال مواضيع منفصلة، تسعى مقاربة "البيت بأكمله" إلى تعريف تبعات المسكن الإجمالية على البيئة بطريقة متكاملة. ولتحقيق ذلك، يُعرِّف "**قانون البيوت المستدامة**" في المملكة المتحدة طيفاً من الفئات يمكن تقييم الاستدامة بالمقابلة معها. وهي تتضمن:

- الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون
- التلوث
- كفاية استخدام المياه
- استخدام المواد
- جريان المياه السطحية
- إدارة النفايات
- الصحة والرفاهية

- الإدارة
- المحيط البيئي

ينعكس التوجه نحو تصميم وتشييد مستدام، في قوانين البناء، التي تعتبر المعايير الدنيا التي يفرضها القانون. إن العديد من المتعهدين الواعين بيئياً الذين يرغبون بتمييز أنفسهم في سوق تنافسية، يزودون بمعايير أعلى من تلك التي يفرضها القانون. يُعتبر قانون البيوت المستدامة مبادرة خاصة بالمملكة المتحدة، ومع هذا فهو يقدِّم إطار عمل مفيد يمكن استخدامه لعرض المبادئ المفتاحية لبناء المنازل المستدامة. ويمكن نقل المبادئ بين دول العالم، والإشارة إلى قانون المملكة المتحدة هنا بمثابة مثال للقضايا العامة.

يستخدم القانون تصنيفاً، يمنح المساكن أنجماً لبيان أداء الاستدامة الإجمالي. يمكن الحصول على معدلات استدامة من واحد إلى ست نجوم اعتماداً على تحقيقه المعايير التي يتكون منها القانون. تعبِّر النجمة الواحدة عن مستوى القبول (إلا أنه يبقى فوق المستوى الأدنى في قوانين البناء) وتعبِّر النجوم الست عن أعلى مستوى يحققه التجمع المستدام. تحسب كافة التصنيفات النجمية على أساس النقاط المحصَّلة من الفئات التسع

الجدول 2,3 متطلبات القانون لتحقيق المرونة ضمن كل فئة من فئات الاستدامة

الفئة	المتطلبات اللازمة لتحقيق القانون (المرونة)
الطاقة / انبعاثات ثاني أكسيد الكربون	إلزامية. تعتبر ذات أهمية كبيرة وتسمح بمرونة دنيا في تحقيق متطلبات القانون. حددت مستويات دنيا للأداء لكل تصنيف نجمي
التلوث	مرنة. لا توجد مقايس دنيا
كفاية استخدام الماء	إلزامية. تعتبر ذات أهمية كبيرة وتسمح بمرونة دنيا في تحقيق متطلبات القانون. حددت مستويات دنيا للأداء لكل تصنيف نجمي

استخدام المواد	بعض المرونة. حددت مستويات دنيا لأداء تصنيف النجمة الواحدة
جريان المياه السطحية	بعض المرونة. حددت مستويات دنيا لأداء تصنيف النجمة الواحدة
إدارة النفايات	بعض المرونة. حددت مستويات دنيا لأداء تصنيف النجمة الواحدة
الصحة والرفاهية	مرنة. لا توجد مقايس دنيا
الإدارة	مرنة. لا توجد مقايس دنيا
المحيط البيئي	مرنة. لا توجد مقايس دنيا

المُحدَّدة أعلاه. ثمة مرونة في كيفية الحصول على النقاط، لكن بعض سمات الأداء إلزامية. يُجمِل الجدول 2.3 متطلبات القانون بما يتعلق المرونة ضمن كل فئة.

من غير المناسب دراسة القانون بتفصيل كبير في معرض كتاب مثل كتابنا. ومع ذلك، يمكن تمييز المواضيع التي تحتاج أن تؤخذ بعين الاعتبار، عند تخصيص نقاط ضمن الفئات التسع، بوصفها أمثلة للقضايا الواجب دراستها في عملية التصميم والتشييد المستدامَين. تصلُح هذه القضايا في جميع المناطق حيث توجد رغبة للتقدم نحو تشييد وإشغال مستدامَين للمساكن. ومع أن المبادئ طُوِّرت في المملكة المتحدة، إلا أنه يمكن تطبيقها عالمياً. يُجمل الجدول 3.3 العناصر الواجب اعتبارها ضمن الفئات المختلفة، وتبعاتها على التصميم والتشييد والإشغال.

الجدول 3.3 العناصر الواجب اعتبارها ضمن كل فئة من فئات القانون، وتبعاتها

المواضيع المدروسة	التبعات على التصميم والتشييد والإشغال
الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون	ضياع الحرارة عبر نسيج للمبنى
يجب أخذ قضايا العزل الحراري، ونسبة	مساحة النوافذ مقارنة مع مساحة الجدران، ومستويات إحكام الهواء في غلاف المبنى، في التصميم والتشييد

الإضاءة الداخلية والخارجية	تجب دراسة استخدام تركيبات توفير الطاقة وأنظمة التوقيت والتشغيل المؤتمتة وتضمينها [في التصميم والتشييد]
حيِّز التجفيف [للملابس]	إن توفير مكان مخصص للتجفيف يخفِّض الحاجة إلى اعتماد التجفيف الآلي للملابس وما شابه، وبالتالي يقلل التبعات البيئية
البضائع الكهربائية ذات اللصاقات البيئية	إن استخدام بضائع ذات لصاقات بيئية (طباخات، وبرادات، وما شابه) يساعد في الأداء البيئي للمسكن قيد الاستخدام
تقنيات الطاقة عديمة أو منخفضة الكربون	إن تضمين تسهيلات لاستثمار مصادر الطاقات المتجددة مثل اللوحات الشمسية، والعَنَفات الهوائية، وما شابه، يساعد في تخفيض متطلبات الطاقة. لهذه العناصر تأثير أعظمي عند إدماجها في التصميم الأولي، بدلاً من إقحامها في التصميمات التقليدية بوصفها "إضافات"
دورة تخزين المكتب المنزلي	إن توفير دورة تخزين في التصميم يدعم مبادرات أوسع تخطيط النقل، تدعم البرنامج الوطني للاستدامة مع تزايد الأشخاص الذين يستفيدون من مرونة موضع عملهم، فإن وجود تسهيلات للمكتب المنزلي يمكن أن يُخفِّض مستويات الطاقة الضرورية للمباني التجارية، ولوسائط النقل وما شابه
التلوّث	
الانحباس الحراري المتوقع عن مواد العزل	يجب التأكد من استخدام مواد العزل التي لا تُؤدي إلى إنتاج غازات تدمر الأوزون [في طبقات الجو العليا]
انبعاث أكسيد النتروز	تجب الحيطة في اختيار مواصفات أنظمة التدفئة وغيرها لتقليل انبعاث أكسيد النتروز إلى الغلاف الجوي
كفاية استخدام الماء	
الماء الداخلي الصالح للشرب	يجب ضمان تخفيض مستويات استخدام الماء الداخلي الصالح للشرب باستخدام أجهزة فاعلة، واستخدام خزّانات ذات تدفق منخفض، واستخدام الماء الرمادي (مياه الغسيل والاستحمام... إلخ) [بعد تدويره] لبعض الاستخدامات
الماء الخارجي الصالح للشرب	إن جمع مياه الأمطار، باستخدام براميل جمع الماء مثلاً، لبعض الاستخدامات يكون فاعلاً في تخفيض مستويات استعمال الماء الصالح للشرب في الخارج
استخدام المواد	
تأثير المواد في البيئة	إن الاختيار الدقيق للمواد لتشييد معظم عناصر المسكن أمرٌ مهم. تساعد برامج اللصاقات البيئية على ضمان الاختيار المناسب. إن أحد القضايا المفتاحية التي يجب أخذها بعين الاعتبار هي مدى الطاقة المُحتواة في مواد التشييد

الـتـوريـد المسـؤول لعناصر البناء	إن توصيف المواد وطلبها من مصادر مسؤولة بيئياً مهمٌ لضمان أن ممارسة الاستدامة منعكسة عبر سلسلة التوريد
جريان المياه السطحية	
تخفيض جريان المياه السطحية	إن لضبط جريان المياه السطحية تبعات على البيئة المحلية وعلى مدى حاجة المجاري والمصارف للتعامل مع الماء الفائض
خطر الفيضان	إن التجربة الحديثة للفيضانات الكبيرة في أجزاء كثيرة من المملكة المتحدة أكدَّت على أهمية الأخذ بعين الاعتبار للتبعات المحتملة لمشاريع الإسكان المحلية على التوازن البيئي الدقيق
إدارة النفايات	
إعادة تدوير النفايات المنزلية	يشمل هذا النطاق المزايا المتضمنة في التصميم، إضافة إلى الطريقة التي يتعامل فيها القاطنون مع الدفع باتجاه فصل النفايات للسماح بإعادة تدويرها.
فضلات التشييد	المدى الذي يمكن بلوغه في تخفيض مخلفات مواد البناء خلال عملية التشييد باستخدام تقنيات فاعلة لإدارة سلسلة التوريد، وبالتحديد الأفضل لكمية المواد قبل طلبها، وبالممارسة الجيدة في الموقع، وبتبني أبعادٍ لعناصر المبنى تسمح باستخدام مواد معيارية دون الحاجة لعمليات القص غير المبررة في الموقع
تسهيلات التخمير [التحويل إلى سماد]	يشمل هذا النطاق المزايا المتضمنة في التصميم، إضافة إلى الطريقة التي يتعامل فيها القاطنون مع الدفع باتجاه تحويل الفضلات إلى سماد عضوي .
الصحة والرفاهية	
ضوء النهار	إن تضمين مزايا التصميم التي تهدف إلى الاستفادة القصوى من الضوء الطبيعي ضمن المسكن سيساعد في توفير جو لطيف وفي خفض استهلاك الطاقة
العزل الصوتي	يمكن لانتقال الصوت بين المساكن أن يسبب إزعاجاً، وعلى مصمم المساكن المتجاورة أن يتخذ كافة الإجراءات المناسبة لتجنب انتقال الصوت غير الضروري. يجب أن يُدعم ذلك بمستويات عالية من ضبط الجودة في الموقع، إذ قد يؤدي وجود أخطاء بسيطة في التشييد إلى انتقال كبير للصوت
الفُسحة الخاصة	تطورت عبر السنين نماذج كثيرة من التجمعات السكنية الاجتماعية بدرجات مختلفة من النجاح. إلا أن إحدى القضايا التي أصبحت واضحة هي أهمية وجود فسحة خارجية خاصة للقاطنين، يشار إليها عادة بـ "المساحة التي يمكن الدفاع عنها".

بيوت على مدى الحياة	يجرى التركيز كثيراً على أداء المساكن في المدى البعيد. إن إحدى السمات المفتاحية لضمان سوية عالية من الأداء على المدى البعيد هو مفهوم التكيُّف الذي يسمح بإعادة ترتيب البيوت مع تطور احتياجات قاطنيها مع مرور الزمن. ويساعد التصميم والتشييد المَرنَين في تحقيق ذلك.
الإدارة	
أثر موقع التشييد	يمكن ضبط الأثر البيئي وخسارة المواد وجودة التشييد بتطبيق إدارة موقع جيدة
الأمن	يُنظر إلى أمن المنازل بوصفه عنصراً مهماً في التصميم الإجمالي، ويجب تضمينه مزايا تجعل المساكن آمنة لقاطنيها دون تعريض حياتهم أو حريتهم للخطر.
المحيط البيئي	
القيمة البيئية للموقع تعزيز البيئة حماية الخصائص البيئية	يجب أن يكون الأثر البيئي لعملية التشييد في حده الأدنى و/ أو مضبوط لدرجة أن تدبر عمليات التصميم والتشييد التأثير السلبي على الأنظمة البيئية. نظرياً يمكن تحقيق فوائد بيئية بدلاً من الأضرار، وذلك من خلال إدارة التجمُّع بدقة
بصمة المبنى البيئية	يجب تحديد بصمة المبنى البيئية بالمقارنة مع الممارسة الجيدة. ويمكن القيام بذلك باستخدام نموذج حساب نسبة مساحة الأرضية المتأثرة

المساكن وانبعاث ثاني أكسيد الكربون

إن أحد العناصر المفتاحية المساعدة في تحقيق مبنى مستدام ذي مردود طاقة جيد هو ضبط الضياع الحراري من المبنى. سيجرى بحث متطلبات العزل الحراري للغلاف في الفصول التي تبحث في عناصر المبنى المستقلة، مثل الجدران والأرضيات والأسقف. غير أن قوانين البناء وضعت أيضاً متطلبات تتعلق بكامل حيز المبنى وضمَّنتها معايير لإحكام هواء المنزل.

ثمة متطلبٌ لاستخدام طريقة مُطابقة "كامل المنزل" في تقييم مستوى كفاءة الطاقة في المساكن. فعلى جميع المساكن أن تبيِّن، في مرحلة التخطيط، إمكانية تحقيق معدل مقبول لانبعاث ثاني أكسيد الكربون في المبنى المُكتمِل. واستنادا إلى معلومات المبنى التصميمية، يجري حساب معدَّل الانبعاث الهدف (Target Emission Rate) (TER) وبعد انتهاء التشييد، يُقيَّم معدل الانبعاث الفعلي من المسكن، ويجب أن لا يكون أسوأ

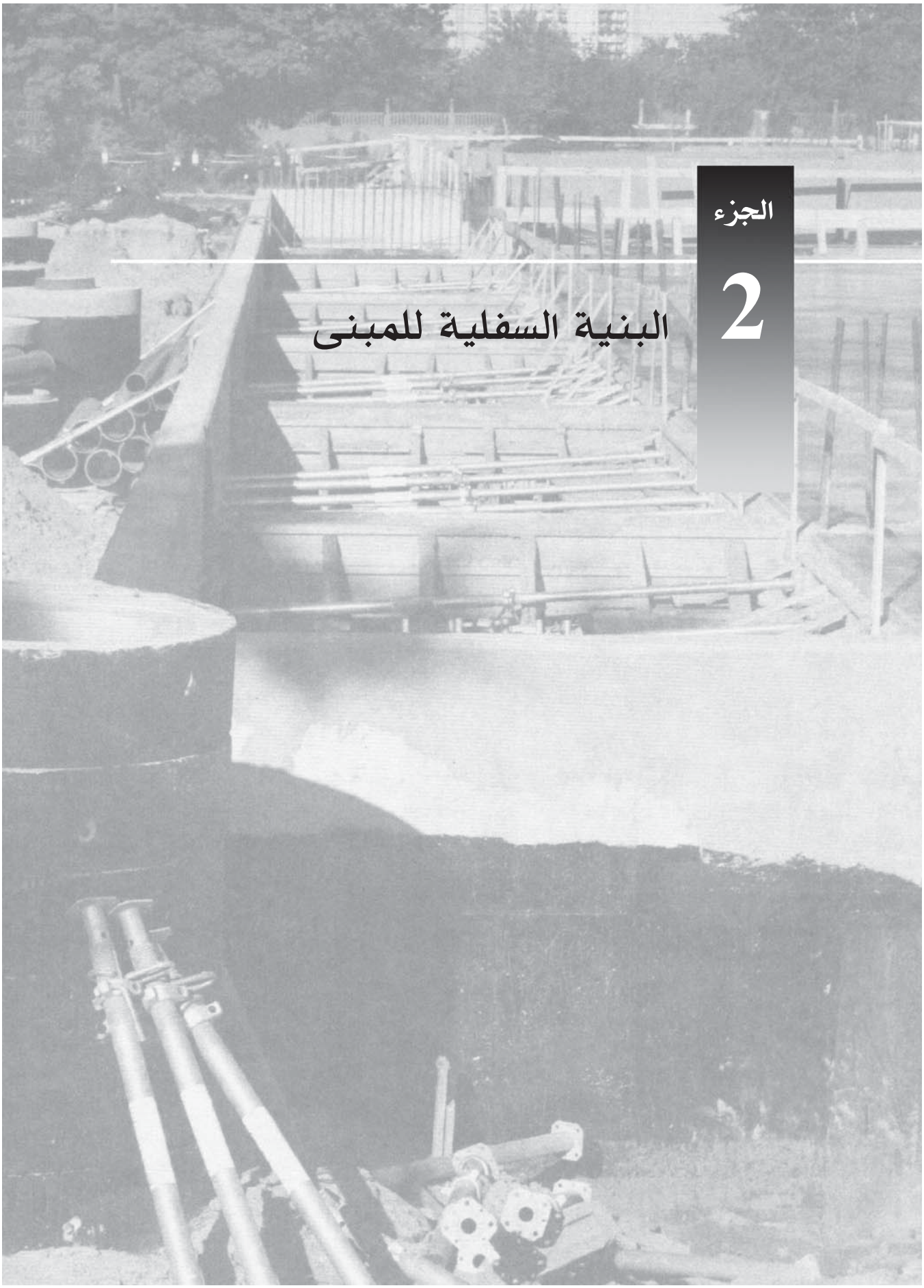
من المعدل الهدف. بعد إنهاء المبنى، تعطى شهادة أداء طاقة. وهي تستند إلى التشييد الفعلي، وتحتوي على التغيرات التي طرأت على أداء نسيج المبنى أو على الخدمات،

بين مرحلتي التصميم والتشييد.

تتطلب عملية تقييم الطاقة تحديد أداء المبنى الفعلي. ولتحقيق متطلبات قوانين البناء، يجب أن يُسلِّم المصممون والمشيِّدون مبانٍ ذات معامل نقل حراري **U** منخفض، ومستويات إحكام هواء أكبر، ومردود سخانات أعلى، وإدماج الطاقة المتجددة ضمن التصميم. ولتحقيق الخفض في مستويات الانبعاث، من الضروري الحد من الضياعات الحرارية عبر نسيج المبنى، وتقليل الكسب الحراري المفرط الناجم عن الإشعاعات الشمسية والإشعاعات أو الضياعات الحرارية من عناصر أنظمة التدفئة والتبريد والماء الساخن. إن الاختيار المناسب لخدمات التدفئة والماء الساخن ضروري في هذا السياق، كما أن الإرشاد الفاعل لقاطني المبنى ضروري أيضاً لضمان تشغيل المسكن وخدماته بفاعلية وكفاءة.

يجب إجراء اختبار ضغط الهواء على كامل المسكن لضمان وجود معايير إحكام هواء ملائمة في نسيج المبنى. يجب بحث مسألة تحقيق معايير إحكام هواء ملائمة في مرحلة التصميم. إذ إن المعالجة اللاحقة لتسرب الهواء مكلفة وغير كافية، وبالتالي فإن اعتماد "تفصيلات متينة" لتقليل تسرُّب الهواء من طريق ضمان استمرارية حاجز الهواء وعناصر الإحكام في الوصلات الحرجة، أمرٌ جوهري. بعض المناطق الرئيسية التي تعاني من تسرب الهواء هي:

- في نقاط الوصل بين الجدران والأرضيات
- في مواضع دخول الخدمات
- في أعمال التشييد النفوذة، بما فيها وصلات الملاط وما شابه
- في محيط الأبواب والنوافذ والفتحات الأخرى في نسيج المبنى



الجزء

2

البنية السفلية للمبنى

الفصل الرابع

الأساسات

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- التعرّف على العناصر المتنوعة التي تؤلف البنى السفلية للمسكن
- إدراك العلاقة المتبادلة بين العناصر المتنوعة، وتبعات انتقاء بدائل تصميم محددة
- ربط انتقاء الخيارات المستقلة بكل من صيغة البناء، وحالات الأرض، وعملية التشييد
- إدراك المعايير المعتمدة في انتقاء البدائل

يحوي هذا الفصل على الفقرات التالية:

1.4 الأساسات

2.4 وظائف الأساسات ومعايير الانتقاء

3.4 أنواع الأساسات

نقطة معلومات:

- **الوثيقة** A المعتمدة من قوانين البناء؛ البنية
- BS 5997: دليل قوانين الممارسة المعيارية البريطانية لخدمات المبنى
- BS 6515: مواصفات مدامك البوليثين المانعة للرطوبة المستخدمة في البناء
- BS 8004: دليل الممارسة للأساسات
- BS 8110: الاستخدام البنيوي للخرسانة

- BS 8215: دليل الممارسة لتصميم وتركيب مدامك منع الرطوبة المستخدمة في تشييد المبنى
- BS 8215: دليل الممارسة لمجرور الصرف الصحي (لم يعد موجوداً، لكنه مذكور في قوانين البناء)

1.4 الأساسات

مقدمة

- بعد دراسة هذه الفقرة سيمكنك التمييز بين خيارات الأساسات المتنوعة المتاحة للاستخدام في تشييد المنازل منخفضة الارتفاع
- وستُدرك المتطلبات الوظيفية للأساسات وتأثير أنواع التربة في انتقائها
- وستفهم تفصيلياً دقائق التشييد وتسلسل العمليات المرافقة لكل صيغة من الصيغ الشائعة الاستخدام
- وستكون قادراً على تقييم سيناريوهات متنوعة، وعلى الانتقاء الصحيح لنوع الأساسات، استناداً إلى فهمٍ مفصَّلٍ للقضايا المُتضمَّنة

أنواع التربة وخصائصها

نظرة عامة

تعتمد سلامة واستقرار البنية على قدرتها في نقل الأحمال إلى الأرض التي تدعمها. وتعتبر وظيفة الأساسات ضمان النقل الآمن والفاعل لتلك الأحمال، وفي ذات الوقت منع الضغط المفرط على التربة. تَحكُم طبيعةُ البنية وأساساتها والتربة التي يستندون عليها، الطرقَ التي تتحقق فيها هذه الوظيفة. من المؤكد حدوث بعض التصلُّد في التربة في الفترة التي تلي تشييد المبنى مباشرة. لذلك يُتوقع بعض الهبوط الطفيف في الأساسات؛ ولكن يجب تجنُّب حركات أخطر خاصة تلك الحركات غير المنتظمة والتي تُحدثُ هبوطاً متفاوتاً، مسببةً تصدُّع المبنى وتشوّهه. يعتمد تصميم أساسات المبنى على البنية، وعلى الطريقة التي تُوزَّع فيها أحماله على الأساسات، وعلى خصائص التحمُّل لنوع التربة. ومن ثمَّ، فمن المنطق دراسة متطلبات

أداء الأساسات وتصميمها، والتي تبدأ بدراسة أنواع التربة المختلفة ومزاياها.

قبل دراسة هذا المقطع لنُجرِ التمرين التالي:

تمرين

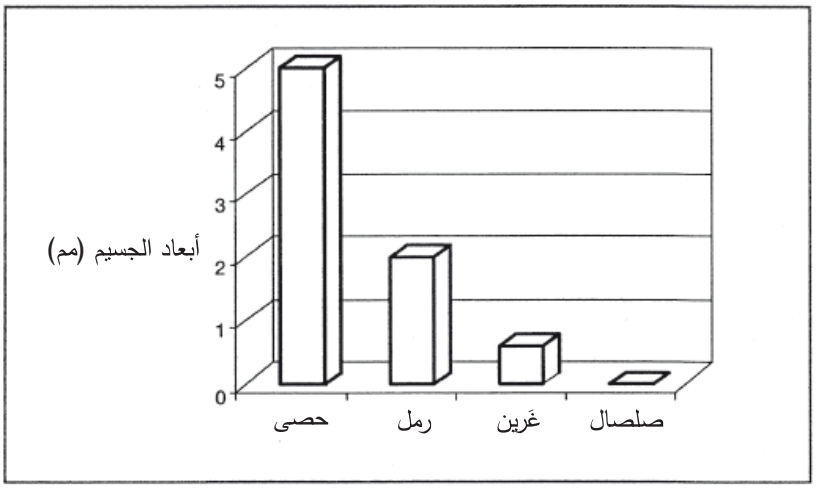
استنادا إلى معرفتك العامة، حاول التعرف على الأنواع المختلفة للتربة التي من الممكن أن تشكِّل أساساً لتشييد مبانٍ منخفضة الارتفاع. حاول أن ترتب الأنواع المختلفة بحسب القوة.
أعد التمرين بعد دراسة المقطع.

أنواع التربة

عملياً، ثمة تنوّع لانهائي من تركيبات التربة؛ لكن يمكن تصنيفها ضمن خمسة أنواع عامة بالإضافة إلى الصخر الصلب، علماً بأنه يمكن تجزيء هذه الأصناف ثانية إلى عدد أكبر من التوصيفات المحددة. وبما أن خصائص التربة تعتمد على حجم الجُسيمات التي تتكون منها، فإن نظام التصنيف المُستخدَم عادة يعتمد على نوع وحجم الجسيمات. بالإضافة إلى الصخر الصلب، فإن الفئات الخمس هي: الحصى، والرمال، والغَرين [الطمي أو الطين النهري]، والصلصال [الطين]، والخُثّ [فحم المستنقعات] (الجدول 1.4؛ والشكل 1.4).

الجدول 1.4 سعة تحمُّل أنواع التربة المختلفة.

	صخر	حصى	رمل	غَرين	صلصال
سعة التحمُّل (kN/m^2)	+800	لغاية +600	لغاية +300	لغاية 75	75–300
حيز الجسيمات mm	–	+2	2–0,06	0.06–0.002	< 0.002



الشكل 1.4 أبعاد الجسيمات النمطية (الحدود العليا) لأنواع التربة

التعرُّف على أنواع التربة

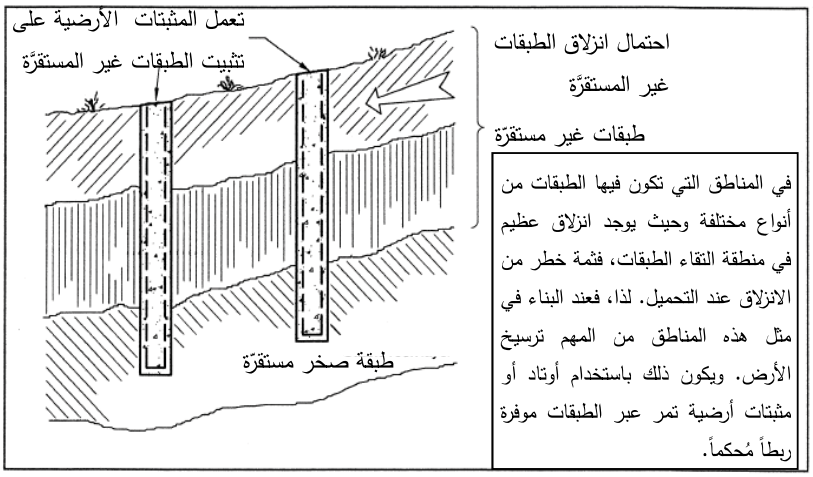
توضِّح المقاييس البريطانية BS8004، وBS8103، وBS1377، الإجراءات المتَّبعة للتعرُّف على أنواع التربة المختلفة في الموقع. من الواضح أن لأبعاد الجسيمات المكوِّنة للتربة تأثير في قوّة وتماسُك الأرض. تؤثر هذه العوامل مباشرة في قدرة الأرض على توفير وسط داعم مناسب لأساسات المباني منخفضة الارتفاع. وكقاعدة عامة يزداد مستوى تماسك التربة كلما نقصت أبعاد الجسيمات.

وكما جرت مناقشته في المقطع 2.2، بما يتعلق بتحري الموقع، فإن عملية التعرف على أنواع التربة في الموقع بسيطة نسبياً. يُوضِّح الملخَّص 64 لمؤسسة بحوث البناء بعض الخصائص البارزة لأنواع التربة المختلفة، ويحاول التعرُّف على المشاكل المُحتمَلة المرتبطة بها.

الصخر

يُوفِّر الصخر الصلب قاعدة راسخة يمكن البناء فوقها، وذلك نتيجة لمواصفاته العالية في تحمُّل الأحمال. نمطياً، تُعادل مقدرة تحمُّل صخر رسوبي مثل الصخر الرملي والحجر الكلسي (الجيري) تقريباً عشرة أضعاف

مقدرة تحمل التربة الصلصالية، أما الصخور البركانيِّة (الركاميِّة) التي مثل الغرانيت، فإن مقدرة تحمُّلها تُعادل 20–30 ضعفاً مقدرة تحمُّل الصلصال. تبيِّن قدرات التحمُّل العالية هذه أن الصخر الصلب يُشكِّل قاعدة ممتازة للبناء. ومع هذا فثمة مساوئ كبيرة ناجمة عن صعوبة حفر وتسوية الطبقات القاعدية. وهذه تمثِّل تبعات كبيرة على كلفة البناء فوق طبقات قاعدية من هذا القبيل. مشكلة أخرى تظهر في بعض الصخور الرسوبية تتمثل في احتواء الصخور على بعض المناطق الضعيفة، نشأت نتيجة لوجود خطوط صدع في الصخر، مع وجود مستويات انزلاق بين طبقات متجاورة مختلفة التركيب. في مثل هذه الحالات يمكن استخدام مثبتات إحكام أرضية (الشكل 2.4) لتخفيف مشكلة عدم الثبات.



الشكل 2.4 استخدام مثبتات أرضية لإحكام طبقات الصخر غير المستقرَّة

التربة المتماسكة والتربة غير المتماسكة

من وجهة نظر عملية التشييد، قد تكون طبيعة التربة مهمة لأسباب غير قدرة التحمُّل. عند الحفر لوضع الأساسات، فإن مدى الدعم الذاتي للتربة، أو مدى حاجة التربة لدعم مؤقت، مهم أيضاً. إن للحاجة إلى توفير دعم مؤقتٍ للحفريات، تبعاتٌ على سرعة التشييد، وعلى الكلفة. عموماً، كلَّما كانت التربة متماسكة أكثر، كانت قدرتها على دعم ذاتها خلال عمليات

الحفر أكبر. وبالتالي تعتمد حاجة الحُفَر (الخنادق) إلى تدعيم جوانبها على درجة تماسُك التربة، وعلى عمق الحَفر المقترح أيضاً. يمكن اعتماد **زاوية الاستقرار** بوصفها مُرشداً.

زاوية الاستقرار، مصطلح يستخدم لوصف الزاوية التي تستقر عندها التربة طبيعياً بعد الحفر. يمكن حَفر الصلصال الصلب دون الحاجة لتدعيم، وتكون جوانب الحَفر قائمة تقريباً؛ بالمقابل، يميل الرمل للعودة ثانية إلى الحفرة مخلفاً زاويةً ضئيلة عند الحواف.

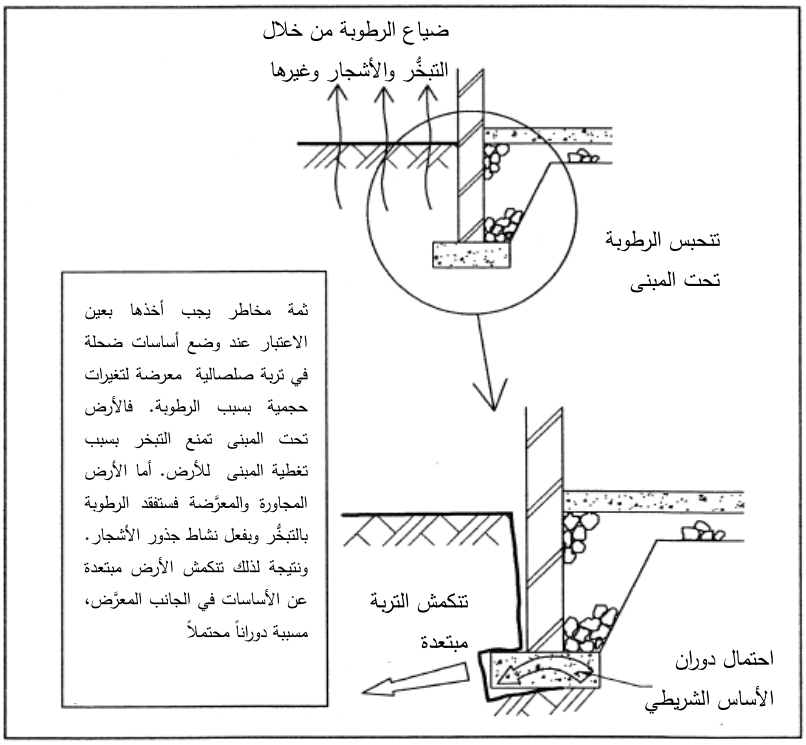
الحصى والرمال

تُجمع الرمال والحصى غالباً سوياً، وتدرس تحت عنوان عريض للتُرَب غير المتماسكة ذات الحبيبات الخشنة. تختلف أبعاد الجسيمات المشكِّلة لهذه التُرَب بدءاً من 0.06 مم، وتكون هذه الجسيمات غير متماسكة، وبالتالي، فإنها تتحرك، عند التحميل، باستقلالية عن بعضها البعض إذا لم يقيد تحركها، وتسبب هذه الخاصية مشاكل متعددة إن لم تُعالَج؛ ومع ذلك، إذا ما عولجت بطريقة صحيحة يمكن لهذه الصيغ من التربة أن تشكِّل قاعدة بناء مقبولة. عند التحميل الأولي من المؤكد حدوث بعض التصلُّد في التربة، مما يسبب مشاكل بما يتعلق بوصل الخدمات وما شابه. فالفراغات التي قد تتكون بين الجسيمات قد تكون كبيرة نسبياً، لكنها تشكِّل نسبة منخفضة من الحجم الكلي. ويؤدي وجود هذه الفراغات إلى جعل التربة نفوذة؛ وبالتالي لا يبقى الماء في التربة لفترات طويلة.

الغَرين والصلصال

تُعتبر هذه الأنواع من التربة عموماً ضمن الفئة العامة للتُرَب المتماسكة ذات الحبيبات الناعمة. تسبب الأبعاد الصغيرة للجسيمات التي تشكِّل هذه الصيغ من التربة، مع وجود نسبة كبيرة من الفراغات الصغيرة بين الجسيمات – تغيُّراً كبيراً في حجم الغَرين والصلصال عند تغيُّر نسبة الرطوبة فيهما. وهذا يؤدي إلى انكماش التربة في الطقس الجاف، وإلى تضخُّمها وانتفاخها في الطقس الرطب (الشكل 3.4). تؤدي طبيعة هذه التربة إلى

انحباس الرطوبة فيها لفترات طويلة بسبب قلّة النفوذية. ويمكن أن تنضغط مثل هذه الأنواع من التربة عند التحميل، وخصوصاً عند الأعماق الضحلة. ولكن عند أعماق مناسبة، تحت المنطقة الممكن تأثرها بتغيرات الرطوبة (عادة بعمق 1م أو أكثر)، نَجِد تحملاً مرضٍ.



الشكل 3.4 الرطوبة الأرضية واستقرار الأساسات

إن تأثير الأشجار، وعلى وجه الخصوص تلك المقطوعة حديثاً، كبير جداً، إذ إنها تؤثر في كمية الماء المسحوبة من الأرض. ثمة مشكلة أخرى تظهر أحياناً في مناطق التربة

الصلصالية تتمثل في الفعل العدواني للكبريتات المنحلة في التربة على الإسمنت البورتلاندي، الأمر الذي يستدعي ضرورة استخدام إسمنت مقاوم للكبريتات في بعض المناطق.

الخُثّ والتربة العضوية

تتعرض التُرَب التي تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية عادة إلى انضغاط كبير عند تحميلها، وتكون عرضة لتغيرات في الحجم ناتجة من انحلال المواد العضوية. وبالتالي فهي عموماً غير مناسبة للبناء. ولهذه الأسباب، تُزال التربة السطحية قبل البناء، وتجري عملية الحفر عادة لإزالة التربة التي تحتوي على كمية ضخمة من المواد العضوية.

يبين الجدول 2.4 **مقدرة التحمل الآمن النمطية** للأنواع المختلفة من التربة.

الجدول 2.4 سعة التحمُّل الآمن النمطية لحالات الأرض المتنوعة/ وأنواع التربة المختلفة.

نوع التربة		مقدرة التحمل الآمن النمطية (kN/m^2)
صخر		
بركاني		10000
حجر كلسي/ صخر رملي		4000
إردواز		3000
صلصال صَفْحي		2000
تربة غير متماسكة		
حصى/ رمل	كثيف	> 600
	متوسط	600–200
	سائب	< 200
رمل	مدمج	> 300
	متوسط	300–100
	سائب	< 100
تربة متماسكة		
صلصال	قاس جداً/ قاسي	600–150
	صلب	150–75
	طري/ طمي	< 75
خُثّ وردم		لا يوجد

إن حيز تغيُّر مقدرة التحمُّل بين أنواع التربة المختلفة ضخم جداً. ولكن تجب ملاحظة أن مجال التغير ضمن تُرَبٍ من نوع معين كبيرٌ أيضاً، وبالتالي استخدم مصطلح "**مقدرة التحمُّل الآمن النمطية**".

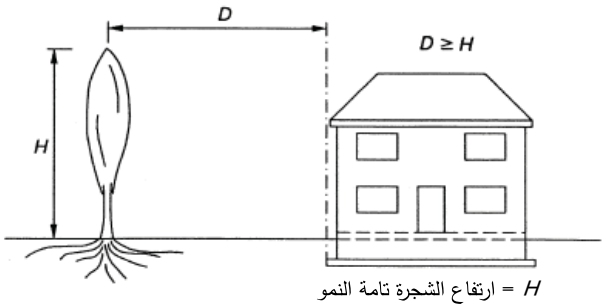
ملاحظة: تمثل هذه المقدرة، قياساً للضغط الذي تتحملُّه التربة.

الضغط = القوة/ المساحة

يمكن تغيير مساحة التماس مع الأرض بالتصميم الجيد للأساسات.

الأشجار وتأثيرها

كما ذكرنا سابقاً فإن لوجود الأشجار بالقرب من أساسات المنزل تأثير ضار في بنية المبنى (الشكل 4.4). وهذه هي الحالة في المناطق الصلصالية، المُعرَّضة لتغيرات كبيرة في الحجم نتيجة لتغيرات نسبة الماء فيها. وهي مرتبطة بشدة بوجود الأشجار. إن مدى امتصاص الأشجار للماء من الأرض كبير جداً، ويزداد ذلك مع نمو الأشجار. يؤدي هذا الأمر إلى انكماش التربة الصلصالية الملاحظ بوضوح في فترات الطقس الجاف، حيث لا يُعوِّض هطول المطر نقصَ الرطوبة. تؤدي إزالة الرطوبة وانكماش التربة الذي يتبعها إلى هبوط الأساسات حين انكماش الأرض تحتها مبتعدةً. ويكون الأثر عادة دوران الأساس بدلاً من هبوطه، إذ إن منطقة التربة تحت المبنى تحافظ على مستوى رطوبة أكثر استقراراً. وهذا يعود إلى أن وجود المبنى يمنع فقدان الرطوبة من الأرض بالتبخُّر.



H = ارتفاع الشجرة تامة النمو

D = بعد الشجرة عن أساسات المنزل

يُنصح في معظم الحالات أن تُزرع الأشجار بطريقة تبعد فيها مسافة آمنة عن المنزل. يجب اعتبار ارتفاع الشجرة كاملة النمو مساوياً للمسافة الدنيا التي تبعد فيه الشجرة عن الأساسات.

الشكل 4.4 قُرْب الأشجار

ولا تحدث المشاكل بسبب وجود الأشجار فحسب، بل نتيجة لإزالتها أيضاً. ففي المناطق التي تتواجد فيها أشجار كاملة النمو، يحافظ مستوى المياه الجوفية على درجة مقبولة من التوازن. يُضبط مستوى الرطوبة بفعل التبخُّر من سطح الأرض والرطوبة التي تستجرُّها الأشجار. فإذا ما أُزيلت الأشجار بعد ذلك، يتغيَّر التوازن. في مثل هذه الحالات تحتفظ الأرض بمستوى رطوبة أعلى من العادي، وفي التُرب الصلصالية، يؤدي هذا إلى تضخُّم الأرض. ويسبب هذا التضخُّم بدوره "انتفاخ" أو رفع المباني المجاورة. تُماثل تأثيرات الرفع هذه، تلك التي تلاحظ في الهبوط ولكن بطريقة معكوسة.

وضع المعيار البريطاني BS5837 لعام 1991 توصيات للتعامل مع الأشجار القريبة من المباني. يتفاوت أثر وجود الأشجار تبعاً لأنواع الأشجار، ولنوع التربة وخصائصها.

تمرين

1. ثمة رابط بين نوع التربة، ومقدرة تحملها، والأحمال التي يطبقها المبنى:
   - كيف يمكن عكس هذه العلاقة في تصميم الأساسات؟
   - ماهي مضامين عمق الأساسات من ناحية مقدرة التحمُّل؟
   - ما التأثير الممكن لزاوية الاستقرار في تشكيل الأساسات؟

2. اختر من القائمة التالية الخصائص المفتاحية للتربة المتماسكة والتربة غير المتماسكة:
   - نسبة عالية من الفراغات بين جسيمات التربة
   - قابلية الانضغاط
   - النفوذية العالية
   - النفوذية القليلة
   - تغير الحجم مع تغير محتوى الرطوبة
   - القدرة على الدعم الذاتي خلال الحفر

الأرض الملوَّثة

إن خطر وجود أشكال محددة من التلوث في الأرض يمكن أن يشكِّل خطورة كبيرة على عملية التشييد. ومع أنه من غير الممكن دراسة هذا الموضوع المعقَّد بالتفصيل في هذا الكتاب، لكن من المفيد دراسة العنوان باختصار. يمكن للملوثات الموجودة في الأرض أن تؤدي إلى مشاكل لها تأثير محتمل في الصحة، أو أن تكون مواداً مؤذية للمواد المستخدمة في التشييد. تُعرِّف قوانين البناء الملوثات على أنها:

"أي مادة سامة أو يمكن أن تصبح سامة، أو أكَّالة، أو مُتفجِّرة، أو قابلة للاشتعال، أو مُشعّة، ويمكن أن تشكِّل خطراً على الصحة والسلامة"

إن تحري الموقع ضروري للتعرف على طبيعة ومدى التلوث. وقد يكون لذلك تأثير مباشر في جدوى مشروع البناء المزمع تنفيذه، وقد تكون متطلبات المعالجة شاقّة. يضع قانون حماية البيئة وقانون البيئة مسؤوليةً على الإجراء العلاجي لإلغاء المخاطر المحتملة المرتبطة بالتلوث. وقد تكون له تبعات ضخمة جداً من حيث الكلفة والوقت.

إن الخيارات الرئيسية المُتاحة لمعالجة مشكلة الأرض الملوَّثة هي:

- ترحيل المواد الملوِّثة إلى مكان آخر، عادة إلى موقع مُرخَّص
- وضع طبقة كتيمة بين التلوث وسطح الأرض، يصطلح على تسميتها "تقنية الغطاء"
- معالجة حيوية أو فيزيائية لتحييد أو لإزالة التلوث

يوضح الجدول 3.4 أنواع التلوث النموذجية الموجودة في مواقع يمكن أن تكون مُعدَّة لمشاريع بناء.

الجدول 3.4 مخاطر التلوث المحتملة على مواقع البناء

الملوِّث	العلامات	الإجراء النموذجي
معادن	نباتات مُتأثِّرة مواد سطحية	إزالة المادة الملوِّثة أو اعتماد تقنية الغطاء
مركبات عضوية	نباتات مُتأثِّرة مواد سطحية	معالجة حيويّة، أو إزالة المادة المتأثرة، أو اعتماد تقنية الغطاء
زيت/ قطران	مواد سطحية	إزالة المادة المتأثرة
أسبستوس/ ألياف	مواد سطحية	إزالة المادة المتأثرة أو اعتماد تقنية الغطاء
مواد قابلة للاحتراق	مواد سطحية دخان/ روائح	اعتماد تقنية الغطاء مع وسيلة للتهوية أو إزالة المادة المتأثرة
غازات (ميتان/ ثاني أكسيد الكربون)	دخان/ روائح	اعتماد تقنية الحاجز أو الغطاء
زبالة/ نفايات	مواد سطحية دخان/ روائح	إزالة المادة المتأثرة أو اعتماد تقنية الغطاء

2.4 وظائف الأساسات ومعايير الاختيار

مقدمة

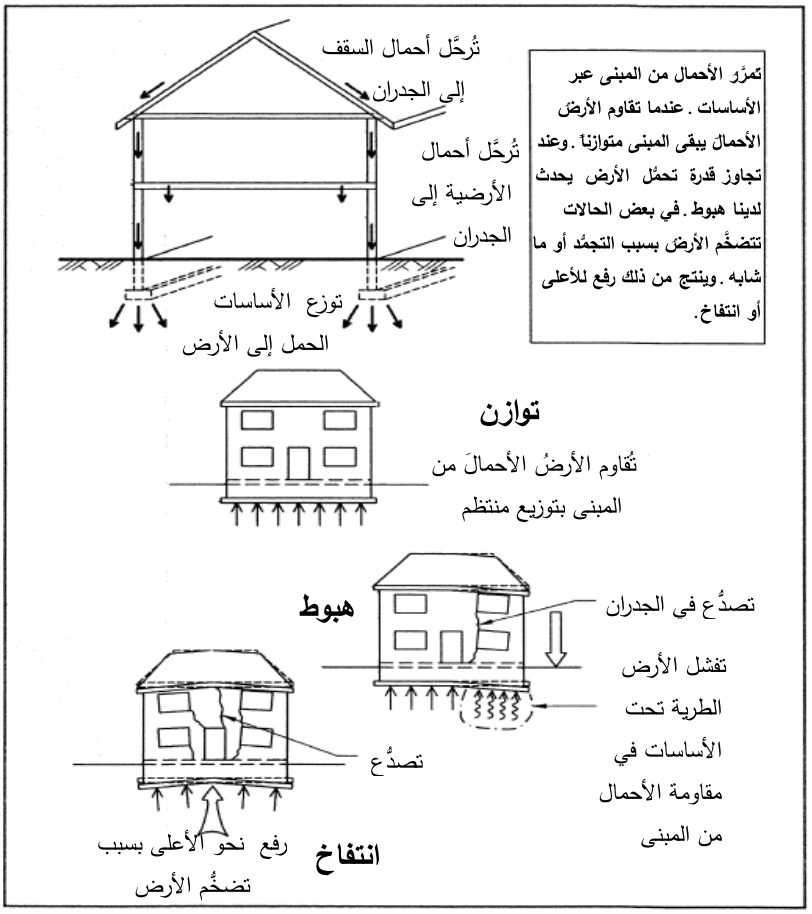
- بعد دراسة هذا المقطع ستتعرف على طبيعة ووظائف الأساسات للمبنى المنخفض الارتفاع
- وستفهم تبعات التحميل وحالات الأرض على انتقاء الأساسات
- وتكون قادراً على تمييز وتقييم العوامل المؤثرة في انتقاء الأساسات، وقادراً على انتقاء حلول الأساسات المناسبة ضمن سيناريوهات متنوعة
- وستدرك مزايا ومحدوديات الخيارات المتنوعة
- كما ستدرك التسلسل النمطي للعمليات المتضمَّنة في تشكيل الأساسات

نظرة عامة

تشكِّل أساسات المبنى منطقة تقابل بنية المبنى والأرض التي تدعمها. إن الوظيفة الرئيسية للأساسات هي ترحيل أحمال المبنى بأمان إلى الطبقات الداعمة، وتوزيعها على مساحة كافية لضمان عدم تجاوز قدرة التحمُّل الآمن للتربة. بالإضافة إلى تأكيد أن يبقى الضغط على الأرض في كافة النقاط تحت الأساس متساوياً، لتجنُّب الحركة التفاضلية أو الدوران. ومن الطبيعي بالتالي محاولة جعل مركز ثقل الأحمال في مركز منطقة الأساسات.

وظيفة الأساسات

كما لاحظنا سابقاً، فإن المطلب الوظيفي الرئيسي للأساسات هو نقل الأحمال من المبنى إلى الأرض لضمان استقرار المبنى (الشكل 5.4). ولإنجاز هذا المطلب، لا بدّ من تحقيق عدد من متطلبات الأداء. ويمكن الإيفاء بسمات أداء الأساسات هذه بطرق مختلفة باتِّباع حلول مختلفة لتنفيذها. ومع ذلك، فجميع الحلول متشابهة في النتيجة النهائية المرغوبة: توفير قاعدة راسخة ودائمة لتشييد المسكن.



الشكل 5.4 ترحيل الحمل عبر الأساسات

نوجز في ما يلي السمات الرئيسية لأداء الأساسات.

- يجب أن تُبدي الأساسات قوة وصلابة كافيتين لضمان قدرتها على تحمُّل الأحمال المطبَّقة عليه دون أن ينحني أو يتصدَّع في نقطة التحميل.
- يجب أن يكون قادراً على تحمُّل القوى المطبَّقة من الأرض، وأن يقاوم النزعة إلى الحركة تحت وطأة الأحمال الناجمة عن تغير في حجم الأرض بفعل

الصقيع والرطوبة وما شابه. يتحقق ذلك جزئياً بالتأكد من وضع الأساسات عند عمقٍ كافٍ تحت مستوى سطح الأرض، عادة بعمق 1 متر كحدٍ أدنى.

- يجب أن تكون الأساسات خاملةً، ولا تتفاعل مع عناصر في الأرض مثل الكبريتات القابلة للانحلال، التي قد تُفسد مواصفات المادة التي تتشكَّل منها الأساسات.

معايير الانتقاء

إن قاعدة انتقاء الأساسات واضحة تماماً. ومن المهم أن نتذكَّر أن أداء الأساسات يرتكز على العلاقة البينية ما بين الأحمال من المبنى، والطبقات الأرضية الداعمة. وقد تختلف طبيعة وحالات كل منها، مما يؤدي إلى أن تكون بعض حلول الأساسات أكثر ملائمةً من غيرها في حالات معينة. مع ذلك، وفي كل الحالات، يتم اختيار الحل الأكثر اقتصاداً، شريطة أن يفي بمتطلبات الأداء.

العوامل المرتبطة بحالات الأرض

في معظم الحالات تكون طبيعة الأرض التي سيُشيَّد عليها المسكن مستقرة بشكل مقبول، ومستوية، ومن تركيبة متماثلة. وتكون الأرض القريبة من السطح قادرة عموماً على دعم الحمولات الخفيفة نسبياً الناتجة من تشييد المسكن. وبالتالي، يجري تبنّي صيغة الأساسات الضحلة. في بعض الحالات لا يكون الوضع على هذا النحو، ولا بد من البحث عن حلول أساسات مناسبة. إن العوامل النوعية المرتبطة بطبيعة الأرض والمؤثرة في انتقاء الأساسات هي التالية:

مقدرة تحمُّل الأرض

درسنا في المقطع 1.4 تغيرات التربة ومدى تغيُّر درجة قدرتها على رفع الأحمال. إنها إحدى العناصر المفتاحية في انتقاء الأساسات المناسبة لكافة أنواع المباني.

عمق طبقات الدعم الجيدة

وعلى الرغم من أن الموقع المزمع تشييد المسكن فوقه قد يوافر أرضاً ذات قوة تحمُّل مناسبة، لكنها قد تكون على عمق كبير تحت السطح. في هذه الظروف لن يكون استخدام صيغةِ أساساتٍ ضحلة فاعلاً أو اقتصادياً، ولا بد من تبني صيغة أساسات أعمق، الأوتاد مثلاً.

تركيبة الأرض

مثاليًّاً، يجري تشييد المنازل على مواقع ذات حالات أرض متماثلة ومستقرة. ولكن مع ازدياد استخدام المواقع أكثر فأكثر في السنوات الأخيرة، تناقص عدد هذه المواقع المثاليَّة. وبالتالي، غدت المواقع المستخدمة لتشييد المساكن أقلَّ من مثاليَّة. إن ازدياد التوجه نحو البناء فوق مواقع "مُستهلكة"[1]، بدافع الحاجة إلى التطوير بطريقة أكثر استدامة، أدّى إلى تغيُّر أكبر في تركيبة الأرض. وليس غريباً أن نجد منازل قد شُيِّدت فوق مواقع تضم مساحات مكونة من أرض رَدْم. كما يمكن أيضاً اعتماد مواقع ذات مقدرة تحمُّل أقل من مثالية. تجعل هذه الحالات استخدام الأساسات الشريطية عموماً غير قابل للتطبيق.

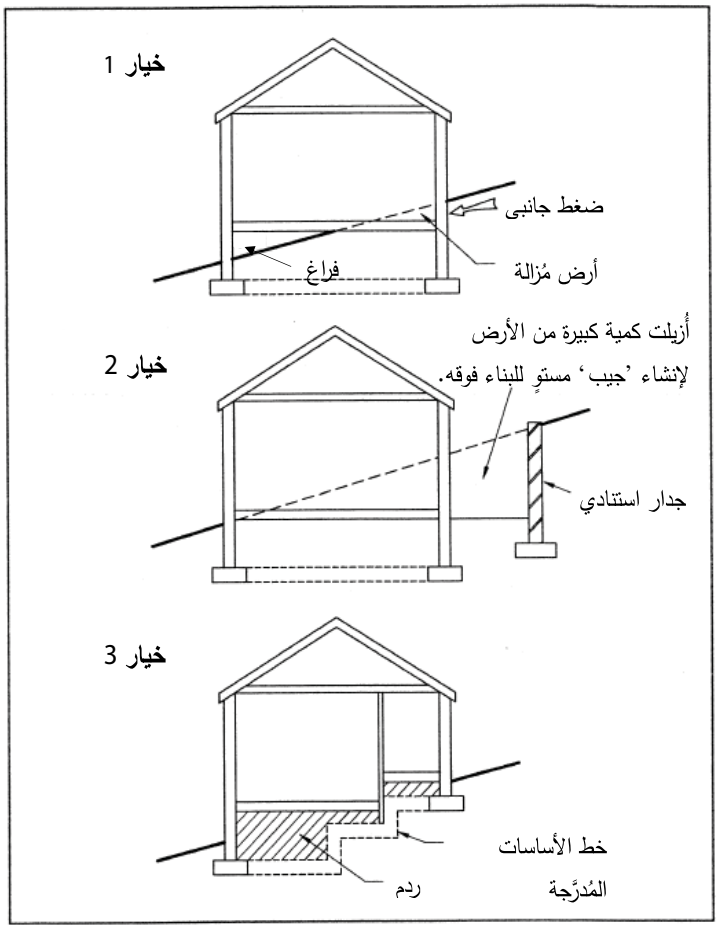
استواء الأرض وانحدارها

من النادر أن نجد مواقع بناء مستوية فعلياً ومنبسطة. في معظم الحالات، لا تُشكِّل التبايُنات والتغيُّرات الطفيفة في مستوى الأرض مشاكل عويصة. أما في الحالات التي تظهر فيها تغيرات كبيرة في المستوى فإن تصميم الأساسات سيتأثَّر. ثمة عوامل مهمة متعددة في هذا السيناريو .**أولاً،** لا بد من توفير قاعدة مستوية يبدأ منها البناء؛ وهذا يؤدي إلى الحاجة إلى تدريج الأساسات على المنحدر. **ثانياً،** ثمة احتمال لانزلاق كامل البنية بفعل الجاذبية. علاوة على الحاجة إلى دراسة تبعات وضع أجزاء من المبنى تحت مستوى الأرض و/ أو إحداث فراغات عميقة تحت الطابق الأرضي.

---

(1) (Brownfield): أرض استُخدمت سابقاً لأغراض صناعية أو تجارية، وقد تحتوي على مخلفات خطرة (المترجم).

ثمة حلول تصميمية متعددة يمكن اتباعها لتسهيل تشييد المباني فوق أرض منحدرة (الشكل 6.4). ولكل منها مزاياً وعيوب. يتمثَّل الخيار الأول في توفير أساسات مستوية تِنخفض في الأرض. وهذا يتطلب حفر جيب في الأرض عند النهاية المرتفعة من المبنى، وإنشاء فراغ تحت الأرض يكون عميقاً عند النهاية المنخفضة. ثمة عامل يجب أخذه بالاعتبار هنا، وهو مدى التحميل الجانبي المُطبَّق على جدران المبنى، حيث يكون مستوى



الشكل 6.4 البناء على المنحدرات

الأرض عالياً مقارنةً مع الطابق الأرضي من المبنى. كما يمكن أن يُسبب الحمل الجانبي تشوهاتٍ إن كان ذا مقدارٍ كافٍ.

إن تبني الخيار الثاني المُتاح هو أسلوب آخر في تجنُّب حدوث ذلك. وهو يعتمد على حفر جيب في الأرض المائلة وتشكيل جدار استنادي لحماية الجدار البنيوي للمبنى. إن إحدى القضايا التي تجب معالجتها عند تبني أي من هذين الخيارين هو الماء المنساب على المنحدر، وذلك لمنع تغلغلِهِ إلى داخل المبنى.

أما الخيار الثالث فيتمثَّل في إقامة أساسات مُدرَّجة، وهذا يؤدي إلى تغيُّر مستوى أرضية المبنى مع ارتفاع منسوب الأرض. أهم ما يميِّز هذا الخيار عدم الحاجة إلى إجراء حفريات عميقة في التربة. إضافة إلى تخفيض مستوى **الحمل الجانبي** المطبق على الجدران إلى الحد الأدنى. ومع ذلك، يجب الانتباه عند تبني هذا الخيار إلى ضرورة أن تتمتَّع الأساسات بقوة كافية عند حدود كل درجة لتجنُّب الكسر. وهذا يتطلَّب تضمين تراكبٍ كافٍ كما هو مفصَّل في الشكل 7.4.

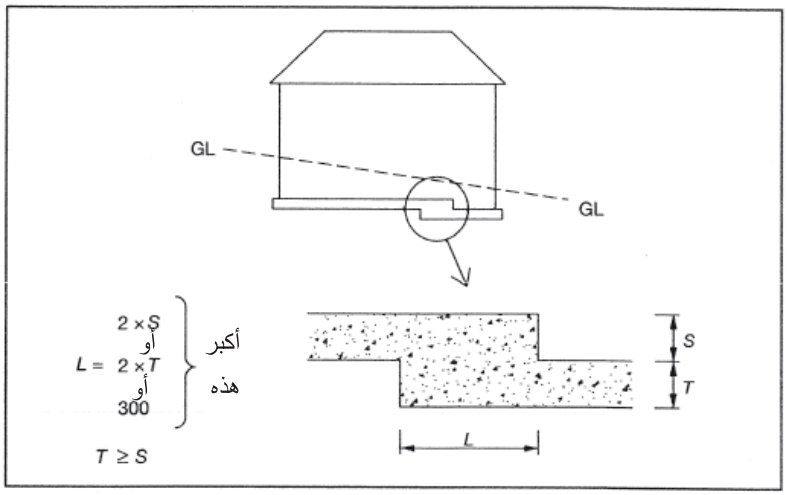
الحمل الجانبي؛ حملٌ يطبَّقُ من جانب العنصر البنيوي. قد تكون عواقب هذا الحمل انقلاب أو انزلاق أو انهيار العنصر. عند مواجهة أحمال من هذا القبيل بسبب اختلاف مستويات الأرض على جانبي الجدار، يُصطلح على تسميته "جداراً استنادياً". وظيفته حجز كتلة الأرض على أحد جانبي الجدار.

عندما تكون الأرض مائلة، فمن المنطق الاقتصادي أن نختار الأساسات المُدرَّجة بدلاً من إنشاء خنادق عميقة وأساسات عميقة بصورة مفرطة. يبين الشكل 7.4 الاحتياجات البُعديّة للدرجة لتتوافق مع قوانين البناء.

عوامل متعلقة بالأحمال المطبقة من المبنى

تُملي صيغةُ ونوع البناء المزمع إقامته طبيعةَ الأحمال الموجَّهة إلى

الأساسات ومقدارها. في حالة السكن المنخفض الارتفاع يكون مدى التحميل معتدلاً نسبياً. وهذا هو



الشكل 7.4 الدرجات في الأساسات الشريطية

أحد أسباب انتشار استخدام الأساسات الضحلة. تزداد الحاجة إلى اعتماد حلول أساسات أعمق كلما ازدادت الأحمال. ويعود سبب ذلك إلى أن الطبقات الداعمة في الأعماق الأكبر تكون أكثر تماسكاً، وبالتالي لديها القدرة على مواجهة أحمال أكبر. على النقيض من ذلك، فإن الطبقات القريبة من السطح تكون عموماً أقل تماسكاً وأقل قدرة على تحمِّل الأحمال.

3.4 أنواع الأساسات

مقدمة

تعتمد طبيعة الأساسات المناسبة لحالة محددة على عدة عوامل. إن مدى التحميل والطريقة التي يطبَّق فيها على الأساسات، مضافاً إليه طبيعة الطبقات الداعمة، عوامل تؤثر في التصميم. فعلى سبيل المثال، تُعالَجُ

الأحمال المركَّزة على مواقع مستوية بطريقة مختلفة جداً عن معالجة الأحمال الموزعة بانتظام على مواقع مائلة. تُشكَّل معظم صيغ الأساسات من الخرسانة، سواء المسلَّحة أو غير المسلَّحة، مع أن صيغاً أخرى مثل الأساسات الشَبكيّة الفولاذية تُستخدَم أحياناً في حالات خاصة.

في العموم، تنحصر حلول الأساسات المُتاحة لتشييد المساكن في صيغ بسيطة؛ تعرَّف عادة ضمن تصنيفات الأساسات الضحلة والأساسات العميقة.

تمرين

ضمن معرفتك الحالية، وقبل الشروع بقراءة بقية المقطع، بيِّن كم صيغة من صيغ الأساسات يمكنك ذكرها.

صِيَغ الأساسات الضحلة

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستفهم طبيعة ووظائف الأساسات الضحلة للتشييد المنخفض الارتفاع
- وستفهم طبيعة وصيغة تشييد الأساسات الضحلة
- وسيمكنك التعرف على العوامل المؤثرة في اختيار الأساسات الضحلة، وتقييمها

نظرة عامة

تعتمد طبيعة صِيَغ تشييد المنازل على واقع أن الأحمال المطبقة على الأرض معتدلة نسبياً، إضافة إلى كونها عموماً موزعة بانتظام عبر الجدران الحمَّالة الخارجية وأية جدران حمَّالة داخلية. ولهذا السبب كان خيار الأساسات الأكثر شيوعاً عبر التاريخ هي الأساسات الشريطية الضحلة. لكن ذلك ليس دوماً هو الحال، فمع تناقُص جودة الأرض المتاحة للبناء، أصبحت الصعوبات المرتبطة بالأساسات أكثر جديَّة. يتوافر طيفٌ من صيغ الأساسات الضحلة، ولا بد من دراسة طبيعة صيغة التشييد المُنتقاة،

والأحمال المتوقعة، ومقدرة تحمُّل الأرض، لاختيار صيغة الأساسات المناسبة.

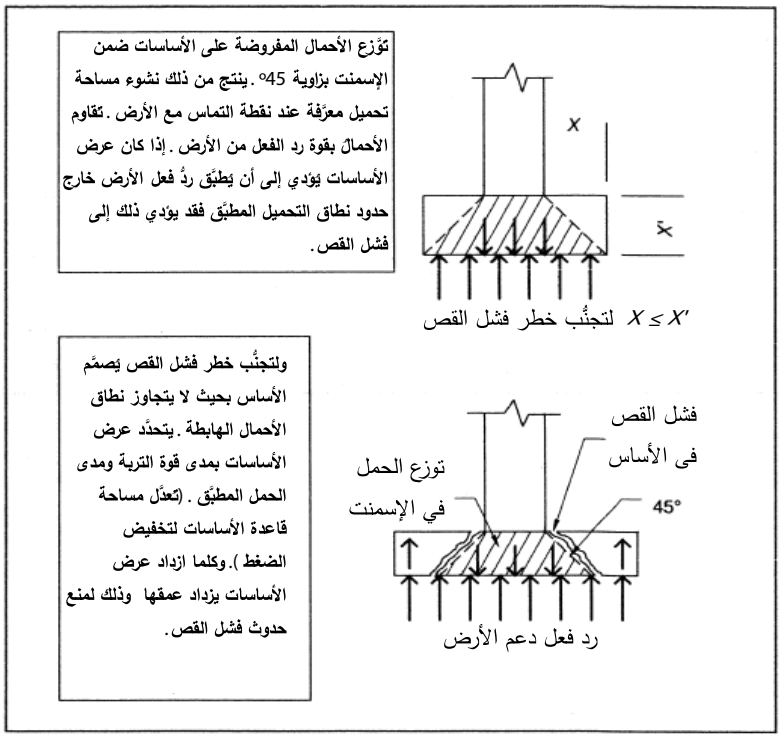
الأساسات الشريطية

يعَدُّ الأساس الشريطي البسيط المكون من **الخرسانة الصب** أكثر صيغ الأساسات الشائعة استخداماً على الإطلاق. وهو يستخدم عندما تُبنى جدران حاملة متصلة. يتألف الأساس الشريطي من شريط من الخرسانة الصب بعرض مناسب لنشر الأحمال المفروضة عليه على مساحة من الأرض لضمان عدم حدوث ضغط زائد. يقع توزُّع التحميل الضاغط ضمن الأساس الشريطي الخرساني ضمن نطاقٍ مُعرَّفٍ بخطوط تمتد بزاوية 45° انطلاقاً من قاعدة الجدار. بالتالي، ولتفادي فشل القصِّ على طول هذه الخطوط، يجب أن يكون عمق الأساسات كافياً ليَقع العرض الفاعل لقاعدة الأساسات ضمن هذا النطاق (الشكل 8.4).

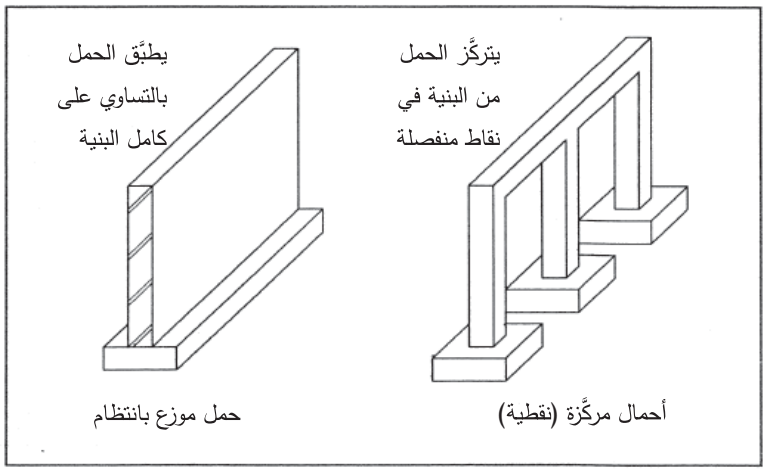
الخرسانة الصبّ، مُصطلح يُطلق على الخرسانة التي تُصبُّ في الخندق من دون استعمال التسليح - بكلمات أخرى كتلة من الخرسانة.

تُستخدم القواعد الشريطية في الحالات التي تكون فيها الأحمال المُطبَّقة من المبنى

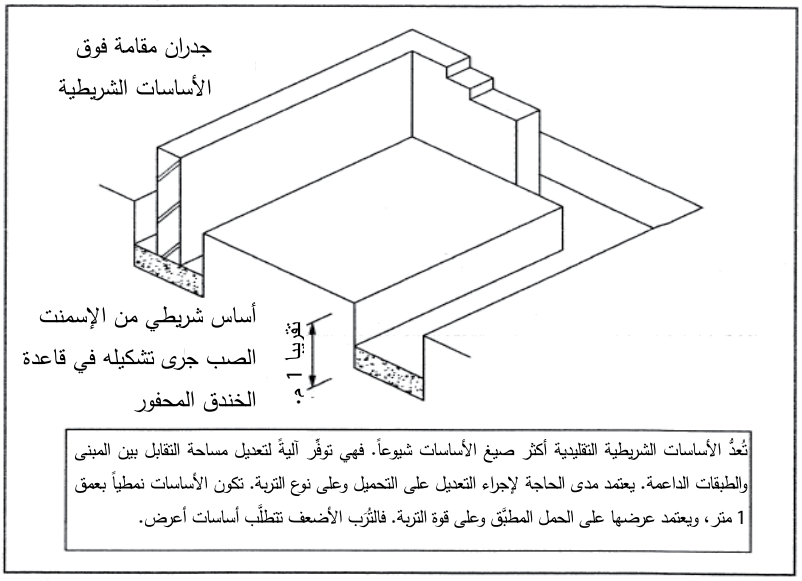
معتدلة نسبياً، كما هو الحال في بناء المنازل، وموزعة بانتظام (الشكل 9.4).



الشكل 8.4 تصميم الأساسات لتفادي فشل



الشكل 9.4 الأحمال المركَّزة والموزعة بانتظام



تُعدُّ الأساسات الشريطية التقليدية أكثر صيغ الأساسات شيوعاً. فهي توفّر آليةً لتعديل مساحة التقابل بين المبنى والطبقات الداعمة. يعتمد مدى الحاجة لإجراء التعديل على التحميل وعلى نوع التربة. تكون الأساسات نمطياً بعمق 1 متر، ويعتمد عرضها على الحمل المطبَّق وعلى قوة التربة. فالتُرَب الأضعف تتطلَّب أساسات أعرض.

الشكل 10.4 الأساسات الشريطية التقليدية

بما أن الجدران الخارجية للمساكن تنقل الأحمال البنيوية إلى الأساسات فهي عادة ما تكون منتظمة في توزيع الأحمال. في بعض صِيَغ التشييد تُنقل الأحمال بشكل أحمال موضعية أو أحمال نقطية (الشكل 9.4). في مثل هذه الحالات تُعالج الأحمال باعتماد أساسات مفصولة مُتوضِّعة عند كل نقطة تحميل. نادراً ما تُصادف هذه الطريقة في بناء المنازل.

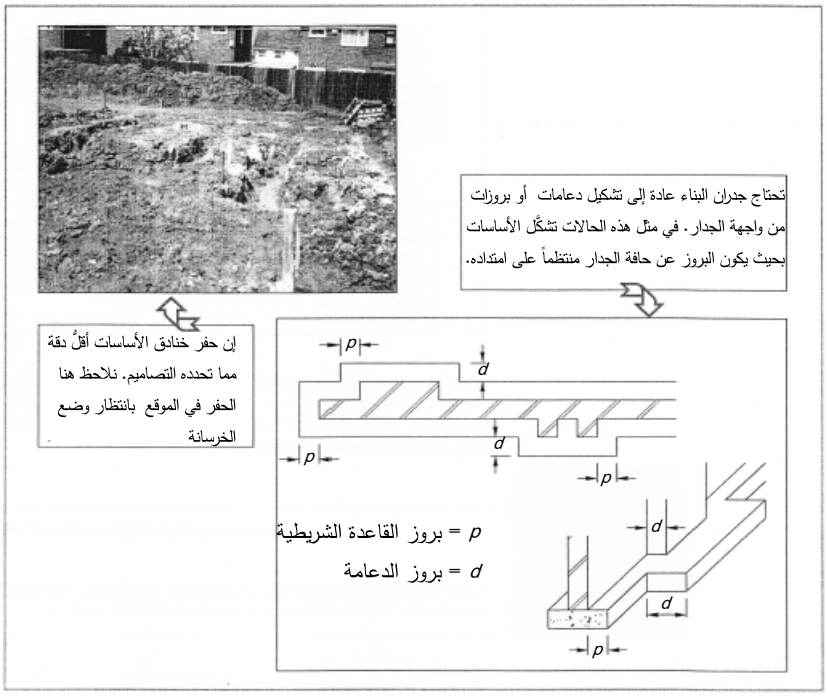
تُستخدم الأساسات الشريطية الضحلة في معظم حالات تشييد المنازل (الأشكال 10.4 و11.4). يَعتمد عرض الأساس على مقدرة التحمُّل الآمن للتربة وعلى مستوى الحمل المطبَّق. وكما ناقشنا سابقاً، يُعدّل عرض الأساس لتوفير مساحة اتصال مباشر كافية لتجنُّب الضغط المُفرط على التربة. يتناسب عمق الأساسات مع عمق الطبقات الحمّالة المناسبة، لكنه في العموم، يكون بحدود 1 متر بحيث يتجنَّب خطر تمدُّد وانكماش التربة القريبة من السطح، الناتج من فعل التجمُّد. إذا كان عمق الطبقات الحمّالة أكثر من هذا المستوى بكثير فقد نحتاج إلى اعتماد صيغة أساسات بديلة.

تمرين

اشرح كيف يمكن حدوث إخفاق القص في الأساس الشريطي، وكيف يؤثر ذلك في اختيار أبعاد الخرسانة.
من معرفتك الحالية بتشييد المنازل، بيِّن أي الأحمال المُطبَّقة من المبنى تحتاج لنقلها إلى الأساسات، وبأي طريقة تُنقل.

حفريات الأساسات الضحلة

تجري الحفريات لوضع الأساسات، بعد انتهاء عملية تحديد مواضع الخنادق باستخدام ألواح خشبية مؤقتة وخيطان.



الشكل 11.4 الأساسات الشريطية

إن أولى مراحل هذه العملية هي إزالة الطبقة العلوية للتربة من الموقع. تبدأ بعدها عملية حفر خنادق الأساس إلى العمق المطلوب. في المواقع الصغيرة جداً تجري هذه العملية يدوياً، إلا أن استخدام الحفارات

الميكانيكية الصغيرة في المواقع المتوسطة يجعل الحفر الميكانيكي عملياً واقتصادياً. أما في المواقع الكبيرة فإن استخدام المعدات الآلية هو القاعدة.

تتبع حفريات خنادق الأساسات سلسلة من العمليات المُوطَّدة، التي تضمن تشكيل الخنادق وفق معيار مناسب وبالمستويات المطلوبة من الأمان لعمال البناء.

تمرين

إن تسلسل العمليات المتضمَّنة في الحفر لوضع الأساسات مهم جداً.
اختر من قائمة النشاطات التالية العمليات المتضمَّنة في الحفر بترتيبها الصحيح:

- حفر الخنادق
- وضع الخرسانة
- التسوية وكبس قعر الخنادق
- تخطيط الموقع
- حفريات سطح الموقع
- وضع ألواح الخشب على جوانب الخندق
- تشذيب جوانب الخندق

إذا ما زاد الحمل المفروض على الأساسات، أو نقصت مقدرة تحمُّل الأرض، فإن عرض الأساسات المطلوب لتجنُّب الضغط المفرط على الأرض سيزداد. ولمقاومة فشل القص في الأساسات العريضة لا بد من جعلها سميكة جداً، للأسباب المشروحة سابقاً؛ وهذا أمر غير اقتصادي. لهذا، ولإنقاص سماكة الأساسات المطلوبة مع المحافظة على مقاومة فشل القص أو الإنحاء، يجري تسليح المناطق المعرَّضة للإجهاد والقص. يصطلح على تسمية هذه التركيبة بـ " أساس شريطي عريض مسلَّح" الشكل (12.4).

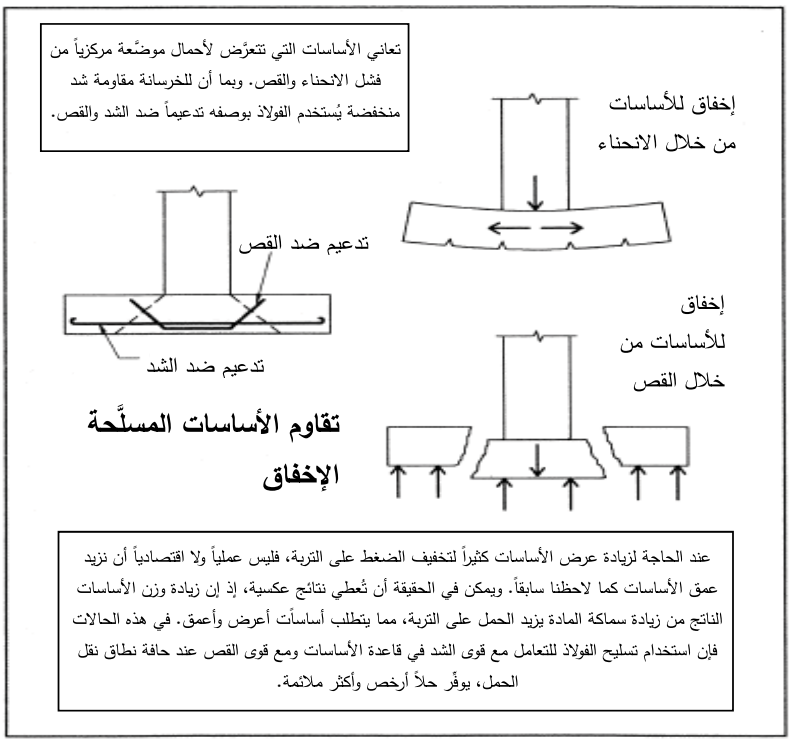
إن إحدى المشاكل العملية في تشييد جدران بدءاً من أساسات شريطية عند الأعماق المطلوبة هي الحاجة لتنفيذ حفريات ذات عرض كافٍ يسمح للعمال بوضع الآجر في المنطقة تحت مستوى الأرض. ولهذا تُحفَر الخنادق عادة بعرض أكبر من المطلوب، ببساطة لتوفير أساسات بعرض كافٍ. عند العمل في تربة متماسكة، تكون جوانب الخنادق متماسكة، وتدعم نفسها أثناء الحفر من دون استخدام دعائم أرضية أو قوالب أساسات مؤقتة، وهذا

يعني إمكانية استخدام أساسات شريطية عميقة (الشكل 13.4).

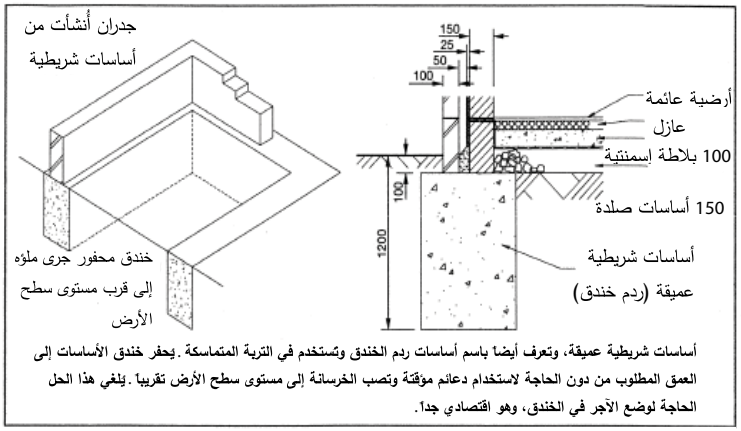
تُعتبَر هذه الطريقة في تشكيل الأساس كافية وفاعلة وظيفياً ومن حيث الوقت والكلفة في الموقع. يُحفر الخندق بعرض يفي بمتطلبات تحمُّل الأحمال وبعمقٍ كافٍ لتفادي تأثُّر النطاق بتغيُّرات الرطوبة وفعل الصقيع. تُستخدم الخرسانة بعد ذلك لملء الحفرة إلى مستوى قريب من سطح الأرض، وبالتالي يلغي الحاجة لوضع الكثير من الآجر أو الخرسانة تحت مستوى الأرض.

تمرين

لماذا تُناسب الأساسات الشريطية العميقة أنواعاً معينة من التربة؟
ما هو تأثير قوة التربة المنخفضة في تصميم الأساسات الشريطية



الشكل 12.4 تصميم الأساسات الشريطية العريضة لتجنب فشل القص



الشكل 13.4 الأساسات الشريطية العميقة

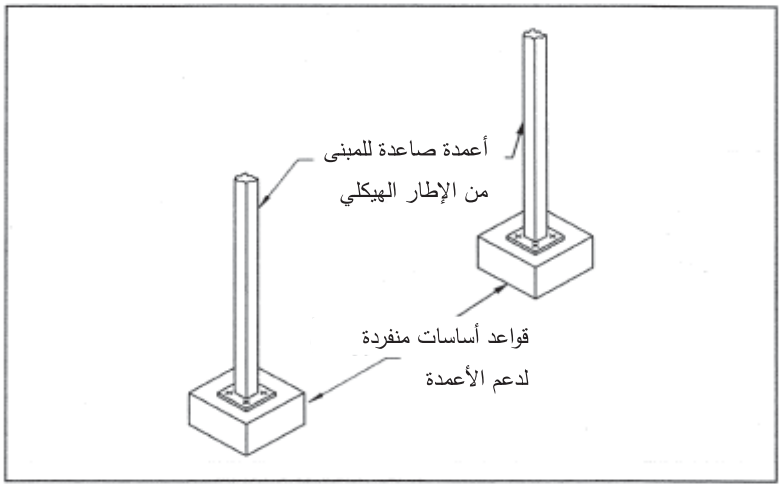
الأساسات المنفردة

نادراً ما تُستخدم الأساسات المنفردة في تشييد المنازل. ويأتي نقاشها هنا باختصار لإعطاء مفاهيم عامة عن وجودها وصيغتها، إذ يمكن استخدامها بين الفينة والأخرى لدعم عناصر مثل أعمدة مواقف السيارات المغلقة، والأروقة، وما شابه.

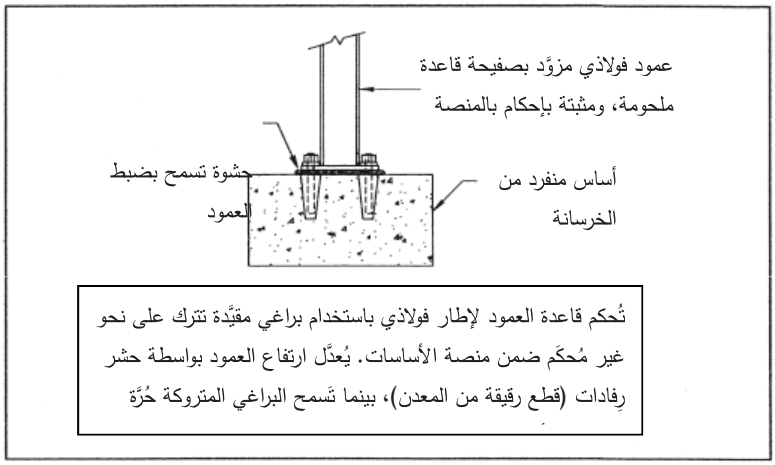
في بعض الحالات، مثل المباني المؤطَّرة، تطبَّق الأحمال من المبنى على الأساسات على هيئة أحمال نُقطيّة. في مثل هذه الحالات، تستخدم عادة أساسات منفردة. إن مبدأ تصميم الأساس المنفرد هو ذاته المتَّبع في تصميم الأساسات الشريطية، أي أن تكون مساحة قاعدة الأساس ذات أبعاد كافية لتنقل التحميل بأمان من العمود إلى الأرض من دون تجاوز قدرة تحمُّلها. تكون القاعدة عادة مربعة الشكل ويطبق تحميل العمود مركزياً لتفادي الدوران، وتشكَّل عادة من الخرسانة المسلَّحة؛ ومع أن استخدامَ مواد تشكيل أخرى، مثل الفولاذ ممكنٌ، إلا أنها نادرة في التشييد الحديث. ونتيجة لتركيز الأحمال المطبقة على **الأساسات المنفردة**، من الضروري جداً أن تُدعَّم بشكل كافٍ ضدَّ القصِّ وضدَّ الإنحاء أيضاً.

تُستخدم **الأساسات المنفردة** بكثرة في تشييد المباني الصناعية والتجارية التي تستخدم أُطُراً هيكلية لنقل الأحمال عوضاً من البنية الحمّالة المرتبطة بكثير من المنازل. يؤدي استخدام الإطار الهيكلي إلى تطبيق أحمال نقطية على الأساسات.

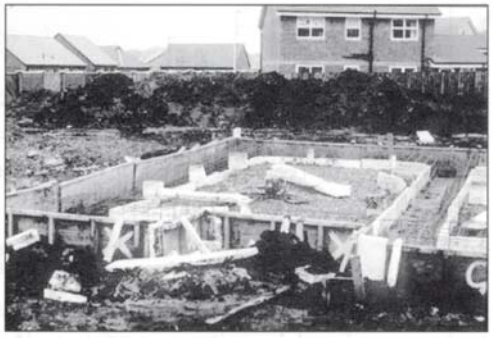
يمكن لطبيعة توضُّع الأعمدة الحمّالة على قواعد الأساسات أن تتغير كثيراً وفقاً لاختلاف الحالات. يبين الشكلان 14.4 و15.4 بعضاً من الطرائق الشائعة.

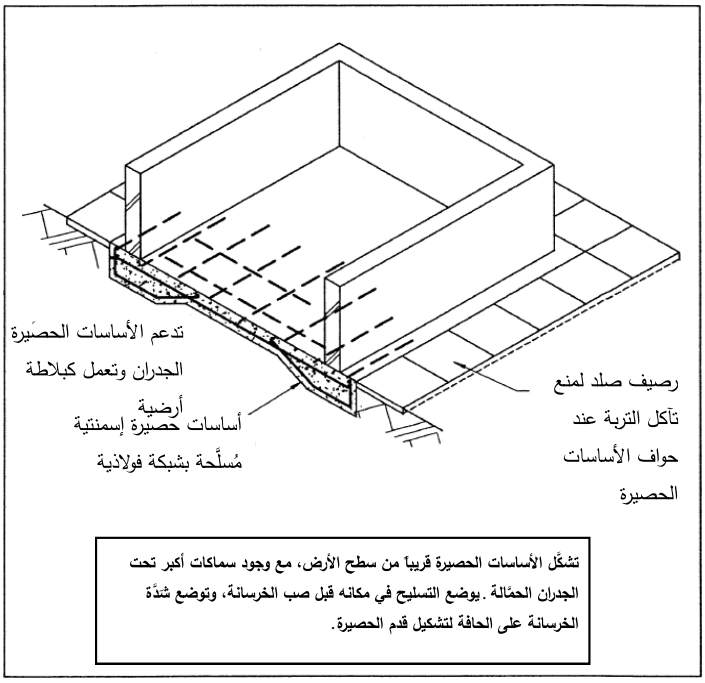


الشكل 14.4 الأساسات المنفصلة



الشكل 15.4 التثبيت المعياري للعمود على أساس منفرد





الشكل 16.4 الأساسات الحصيرة

الأساسات الحصيرة

تشيَّد الأساسات الحصيرة (الشكل 16.4) على شكل بلاطة متواصلة من الخرسانة المسلحة، تمتد تحت كامل المبنى. وبالتالي تُنثر الأحمال من المبنى فوق مساحة كبيرة تفادياً لإجهاد التربة المفرط. تعمل الأساسات

حرفياً مثل الحصيرة. ومع ذلك، فمن المؤكد أن يكون التحميل مركزاً على محيط البلاطة حيث تتوضَّع الجدران الخارجية، وفي نقاط متوسطة على امتداد السطح الرئيسي، ناتجة من التحميل من الجدران الداخلية وما شابه. ولهذا تُزاد سماكة الحصيرة في تلك المواضع و/ أو تزوَّد بتسليح إضافي. يصطلح على تسمية التسميك على المحيط بـ"قدم" (الشكل 17.4) وهي تؤدي وظيفة ثانوية مهمة تتمثل في منع تآكل التربة الداعمة عند حواف الحصيرة. وإذا لم يُمنع التآكل فقد يحدث تلفٌ للحصيرة ذو نتائج خطيرة.

تُستخدم أساسات من هذا النوع عموماً في تشييد المباني الخفيفة نسبياً، مثل المنازل، على أرض ذات قدرة تحمُّل منخفضة. إن إحدى مزايا هذه الصيغة من الأساسات هي أنه في حال حدوث انخفاض في التربة يتحرك المبنى كوحدة كاملة، كما أنها تحول دون الحركات التفاضلية، مما يؤدي إلى المحافظة على سلامة المبنى. تُستخدم الأساسات الحصيرة عموماً في تشييد المنازل ذات الإطار الخشبي.

تمرين

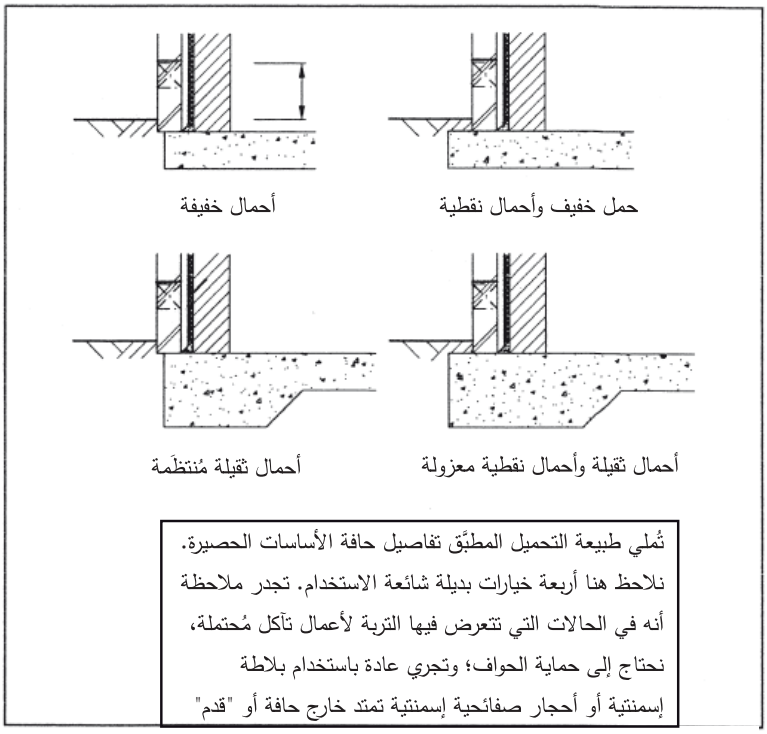
من الواضح وجود حلول تصميمية متعددة للتزويد بأساسات ضحلة للمساكن. وقد أصبح لديك الآن إدراك للمعايير التي تُختار الحلول على أساسها. باستخدام هذه المعايير، اختر طراز أساسات من قائمة الخيارات التالية لكل من الحالات المدرجة أدناه: خيارات الأساسات: حصيرة سطحية؛ شريطية؛ شريطية عريضة؛ شريطية عميقة؛ مُنفردة

حل 1: تشييد مسكن ذي طابقين في منطقة ذات طبقات داعمة من الصخر القاسي

حل 2: تشييد مسكن ذي طابقين في منطقة ذات تربة صلصالية متماسكة وصلبة

حل 3: تشييد مسكن ذي طابقين في منطقة ذات تربة صلصالية طرية

حل 4: تشييد مسكن ذي طابقين في منطقة ذات تربة من الردم الأرضي



الشكل 17.4 تفاصيل حافة الحصيرة

صيغ الأساسات العميقة

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستفهم طبيعة ووظائف الأساسات العميقة للتشييد المنخفض الارتفاع
- وستفهم طبيعة وصيغة تشييد الأساسات العميقة
- وسيمكنك التعرّف على العوامل المؤثرة في اختيار الأساسات العميقة، وتقييمها

نظرة عامة

إن استخدام صيغ الأساسات العميقة لتشييد المساكن ليس شائعاً. يعود

أحد أسباب ذلك إلى تكلفة تشكيل الأساسات العميقة. ومع ذلك، فإن الأسباب الرئيسية هي أسباب وظيفية، إذ يجري التعامل مع الأحمال المنخفضة نسبياً التي تفرضها المساكن، بكفاءة بالصيغ الضحلة كالأساسات الشريطية. أدّى الاحتياج المتزايد لتطوير مواقع بمواصفات أرض ذات جودة أقل إلى الاستخدام المتزايد لصيغ الأساسات العميقة. ويعود احتياجها إلى قدرتها على تدبير مواقع تكون فيها جودة الأرض القريبة من السطح ضعيفة أو متغيِّرة. وبالتالي فإن صيغ الأساسات الأعمق تكون ضرورية في بعض الحالات.

الأوتاد

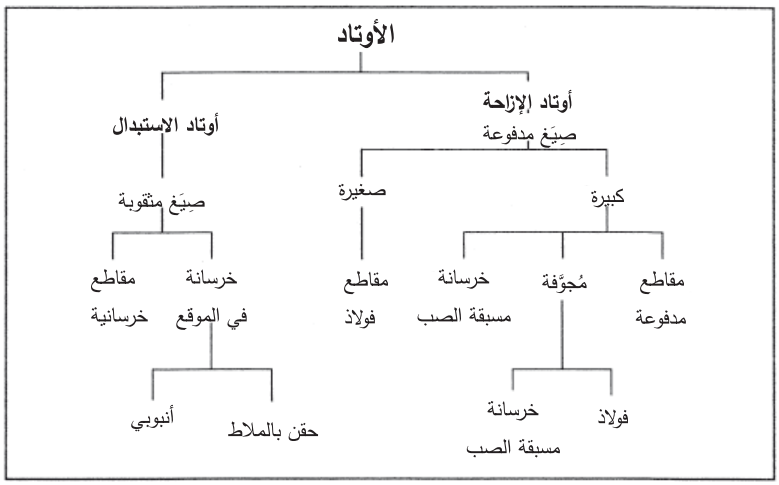
توصف الأوتاد عادة بالأعمدة ضمن الأرض، لأن القاعدة التي تعمل بموجبها شبيهة بتلك التي يعمل بموجبها العمود التقليدي، من حيث أنها تنقل التحميل من المستوى الأعلى إلى الوسط الحمّال في المستوى المنخفض. ويمكن تصنيف الأوتاد بطريقتين (الشكل 18.4): إما بالطريقة التي تُرسى بها، أو بالطريقة التي تَنقُل فيها الأحمال إلى الأرض (الشكل 19.4). وبالتالي تُستخدم التصنيفات التالية لتعريف أنواع الأوتاد:

- تعريف بواسطة طريقة الإرساء
  - ـ أوتاد الإزاحة (مدفوعة)
  - ـ أوتاد الاستبدال (مثقوبة)
- تعريف بواسطة آلية نقل الحمل
  - ـ أوتاد الاحتكاك
  - ـ أوتاد التحمُّل الطرفي

أوتاد الإزاحة

تُرسى أوتاد الإزاحة ضمن الأرض بدفع أو بإقحام وتد صلب أو غلاف أجوف إلى المستوى المطلوب تحت الأرض، وبالتالي إزاحة التربة المحيطة به. في حالة الأوتاد الصلبة، تُدفع أوتاد **مسبقة الصب** حسب الطول

المطلوب ضمن التربة باستخدام أداة دفع، وبالمقابل قد تُستخدَم الأداة لدفع سلسلة من مقاطع مسبقة الصب، توصل تباعاً أثناء تقدُّم العمل. يُعدُّ استخدام الطريقة الثانية الأكثر فاعلية، إذ قد يختلف الطول المطلوب من وتدٍ إلى آخر. وبالتالي فإن استخدام أوتاد مسبقة الصب مؤلفة من قطعة واحدة يتطلَّب تعديلاً لطول الوتد في المكان، إلا أن عملية تقصير أو تطويل أوتاد القطعة الواحدة تكون مهمة صعبة في الموقع.

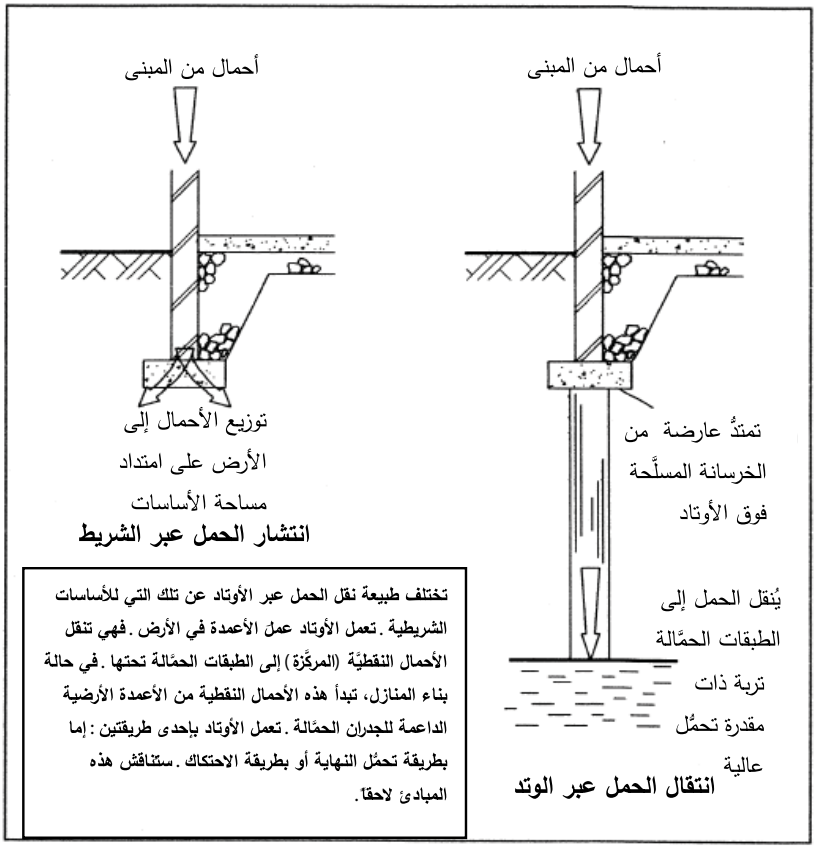


الشكل 18.4 فئات الأوتاد

يمكن لعناصر البناء الخرسانية المسلَّحة التي تُستخدم في تشييد المنازل أن تُصنَّع في الموقع بصب الخرسانة في موقعها. بالمقابل يمكن تصنيعها في بيئة معملية واستخدامها كمكونات جاهزة. ثمة عناصر مثل الأساكف [عتبة الباب أو عتبات النوافذ العلوية] قد تأخذ هذه الصيغة. تسمى هذه العناصر **مُسبقة الصبّ**.

لقد أدّت صعوبات توفير أوتاد حسب الطول الصحيح، مترافقة بخطر تلف الوتد الناجم عن قوة الدَّفع الطَّرْقية، إلى تبنِّي استخدام أوتاد قشرية أو مُجوَّفة [تُدفع ضمن الأرض]. في هذه الطريقة (الشكل 20.4) تُدفع عبوات جوفاء أو أغلفةٌ، مكوَّنة من مقاطع قصيرة، داخل الأرض باستخدام أداة

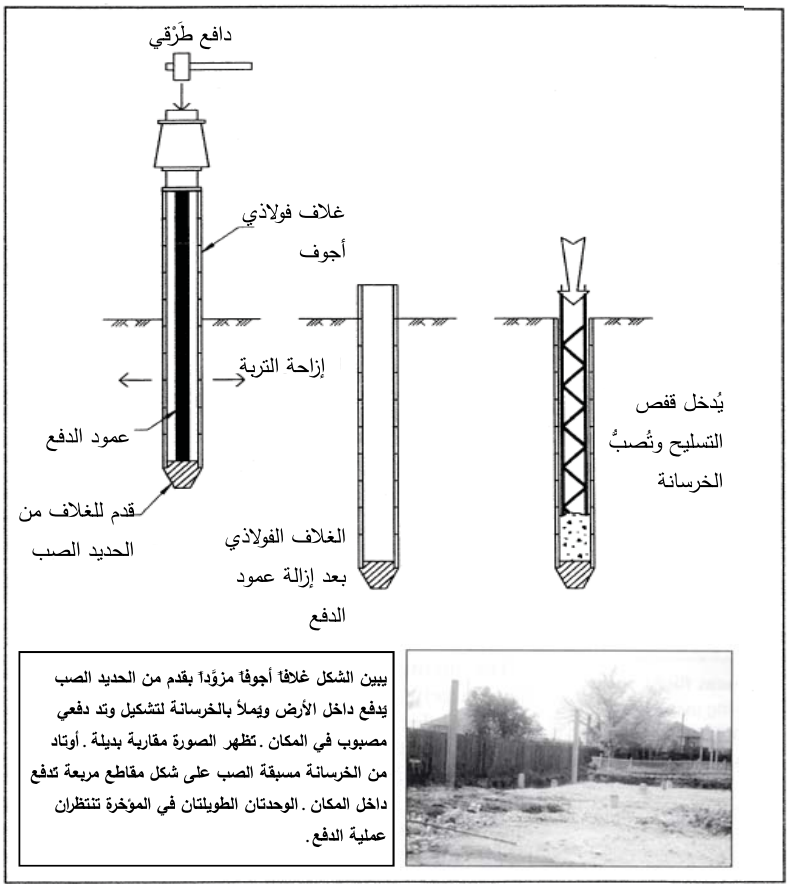
طَرْق؛ تُصبُّ بعدها الخرسانة في الفراغ خلال سحب الأغلفة، ويكون التسليح الفولاذي قد أُنزل ضمن الفتحة. نكون بهذه الطريقة قد شكَّلنا وتداً في موقعه ضمن الأرض. يؤدي اهتزاز غلاف الوتد أثناء سحبه من الأرض إلى تشكيل سطح صلبٍ لجوانب الوتد، وبالتالي نحصل على أفضل مزايا دعم الاحتكاك الذي توفره الأرض.



الشكل 19.4 انتشار الحمل من الأساسات الضحلة

كانت صيغة الوتد، صلبة أم مجوَّفة، فإن دفع الوتد/ الغلاف يجري بمساعدة قَدَم أو حذاء دفع على هيئة أداة مُدبَّبة من الحديد الصب مثبَّتة في قاعدة الوتد لتسهيل عملية التغلْغُل في التربة. لهذه الطرائق من الإرساء عدة

مساوئ تتمثَّل في توليد مستويات عالية من الضجيج والاهتزاز نتيجة لعملية الدفع. لذلك فهي تُعتبر غير مناسبة في المواقع المُكتظَّة، إذ يمكن أن تؤثر في الهياكل البنيوية للمباني المجاورة، ولا في المناطق التي لا يُرغب فيها بالضجيج. لكنها قد تُستخدم، وبنتائج فاعلة، لتدعيم أرض ضعيفة من خلال ضغط التربة حول الأوتاد.

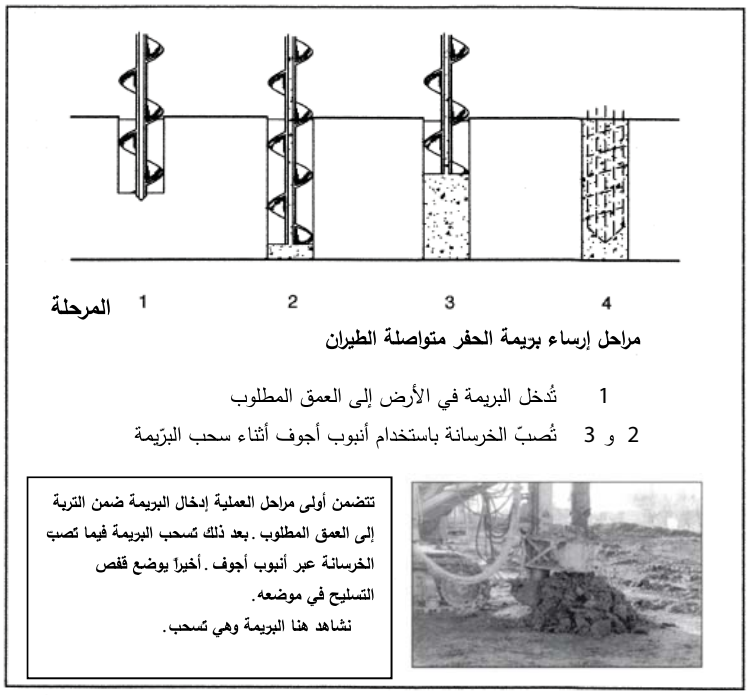


الشكل 20.4 إرساء أوتاد الإزاحة

أوتاد الاستبدال

بخلاف أوتاد الإزاحة، تُرسى أوتاد الاستبدال من طريق إزالة حجم من التربة واستبداله بوتد داعم للحمل (الشكل 21.4). تُحفر الحُفر إما باستخدام

كبّاش[2] يُسقط ويُرفع تكرارياً، مزيلاً التربة أثناء قيامه بذلك، أو باستخدام مثقاب دوراني أو برّيمة. مع تقدُّم الحفر، تُحمى الجوانب من الانهيار بإدخال عبوة جوفاء أو غلاف مصنوع غالباً من الفولاذ، أو باستخدام سائل غروي يسمى "بنتونايت". يُستبدل البنتونايت في ما بعد بالخرسانة عند صبِّه في الحفرة، ثم يُخزَّن للاستخدام لاحقاً. هذه الطريقة أقل ضجيجاً من طريقة الإزاحة ولا ينتج منها ضررٌ للمباني المجاورة.



الشكل 21.4 إرساء أوتاد الاستبدال

لقد جرى استبدال طرائق إرساء أوتاد الاستبدال الموصوفة أعلاه بتقديم طريقة **برّيمة الحفر متواصلة الطيران**، أو آلية حقن الملاط (الشكل 22.4).

(2) كباش (سطل): أداة تُلحق بآلة الحفر ذات جزأين مُتمَفْصلين أحدهما ذو أسنان يستخدم للحفر أثناء الحركة الأمامية. وعند رفعه يجتمع الجزءان ثم يتحركان معاً لإزالة التربة (المترجم).

هذه الطريقة فاعلة جداً وذات إمكانية إرساء سريعة جداً. تُثبَّت برّيمة حفر بالطول المطلوب على أداة نقّالة وتُستخدَم لحفر فجوة الوتد.

الشكل 22.4 إرساء أوتاد باستخدام بريمة الحفر متواصلة الطيران

يكون العمود المركزي للبرّيمة أجوف، وموصول إلى نظام ضخّ خرسانة يسمح بصبّ الخرسانة أثناء سحب البرّيمة. وبالتالي لا حاجة

لاستخدام دعائم مؤقتة لجوانب الحفرة. وعند سحب البرّيمة يُدفع قفص التسليح ضمن الخرسانة من الأعلى. وبهذا يُشكَّل الوتد بسرعة وبفعالية وبالحد الأدنى من الإزعاج للمناطق المحيطة.

تَستخدم **البرّيمة متواصلة الطيران** (CFA) برّيمةً (مثقباً) طويلة لتشكيل الأوتاد في الأرض بسرعة وبدون ضجة.

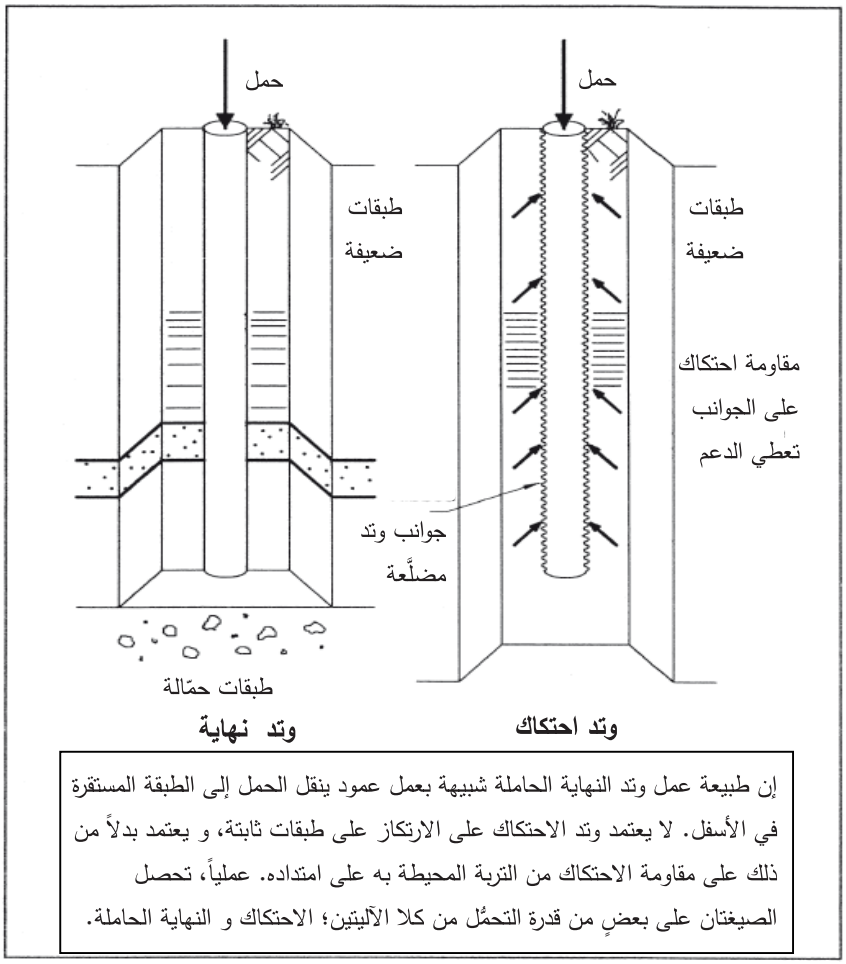
أوتاد الاحتكاك وأوتاد النهاية الحاملة

تعتمد الطريقة التي ينقل فيها الوتد حمله إلى الأرض على طبيعة تصميم الوتد، وتتأثر بشكل كبير بطبيعة الأرض التي يتوضَّع فيها. تستخدم الأوتاد بوصفها صيغة من صيغ الأساسات في العديد من الحالات، يَفرض كلٌ منها متطلباتٍ مختلفةً على تصميم الوتد ويَضع ضوابطَ على الطرق التي تعمل بها الأوتاد. ثمة حالات كثيرة ومتنوِّعة تتطلب استخدام الأوتاد، في ما يلي بعض أكثر الحالات شيوعاً.

- عندما لا تتوافر في الأعماق الضحلة من التربة مقدرة تحمُّل كافية، لكنها تتوافر في أعماق أكبر.
- عندما تكون طبيعة التربة في الأعماق الضحلة متباينة وذات أداء لا يمكن التنبؤ به، مثلما هي الحال في مناطق الرَّدم.
- عندما تكون التربة في الأعماق الضحلة معرَّضة للانكماش وللتضخم بسبب التغيرات الفصلية.
- عندما يمكن أن تتعرَّض المباني أو عناصرها لقوى رفع، وتحتاج إلى تثبيت في الأرض.

تمكن الملاحظة أنه في بعض هذه الحالات تكون إحدى صيغ الأوتاد أكثر ملائمة من غيرها نتيجةً للطريقة التي تعمل بها. تعمل أوتاد النهاية الحاملة على التحميل المباشر على تربة ذات مقدرة تحمُّل مناسبة بعد تجاوزها الطبقات غير المناسبة، بينما تُدعم أوتاد الاحتكاك بتأثير الاحتكاك بين التربة وجوانب الوتد على امتداده (الشكل 23.4)؛ ومن ثم تشكيل

حواف على جوانب الأوتاد كما وصفنا سابقاً. عملياً، تحصل كافة الأوتاد على دعمها من خلال تركيبة مُجتمعة من هذه العوامل.



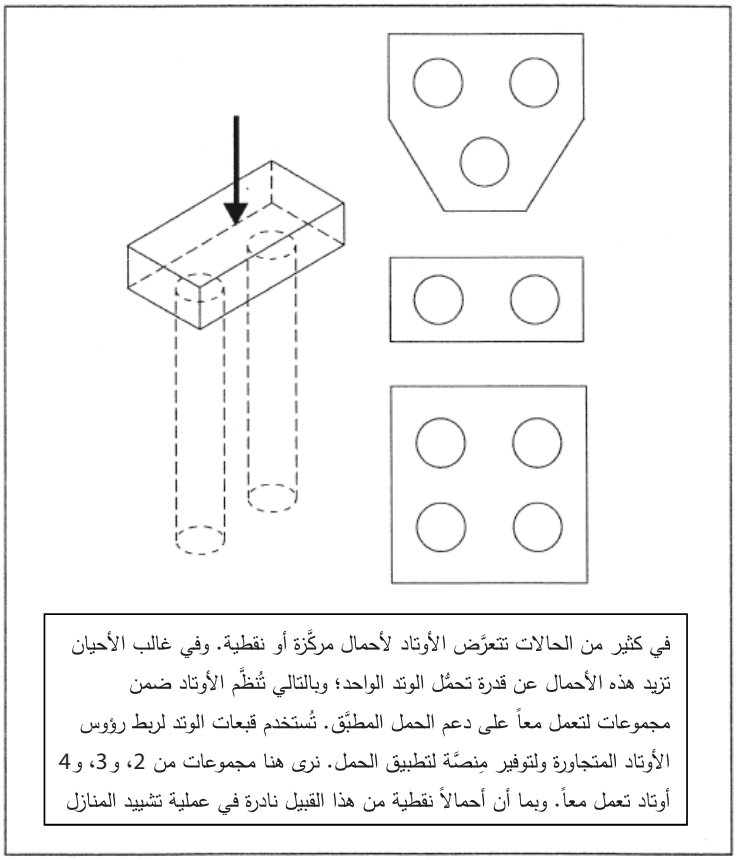
إن طبيعة عمل وتد النهاية الحاملة شبيهة بعمل عمود ينقل الحمل إلى الطبقة المستقرة في الأسفل. لا يعتمد وتد الاحتكاك على الارتكاز على طبقات ثابتة، و يعتمد بدلاً من ذلك على مقاومة الاحتكاك من التربة المحيطة به على امتداده. عملياً، تحصل الصيغتان على بعضٍ من قدرة التحمُّل من كلا الآليتين؛ الاحتكاك و النهاية الحاملة.

الشكل 23.4 أوتاد الاحتكاك وأوتاد تحمُّل النهاية

وصل الأوتاد

عند إرساء الأوتاد لا تكون نهاياتها مستوية تماماً؛ وبالتالي لا بد من إنشاء منصة

تحميل تأخذ الأحمال من المبنى وترسلها بأمان إلى الأوتاد. تُعرف هذه المنصة بقبَّعة الوتد (الشكل 24.4)، وهي تُشكَّل من الخرسانة المسلَّحة، وقد تنقل الأحمال إلى وتد منفرد أو إلى مجموعة أوتاد. تُحمَّل القبعات بأعمدة المبنى، كما يمكن أن تأخذ أحمالاً من الجدران من طريق **عارضة أرضية** كما يبينه (الشكل 25.4).



الشكل 24.4 تشكيلات قبَّعة

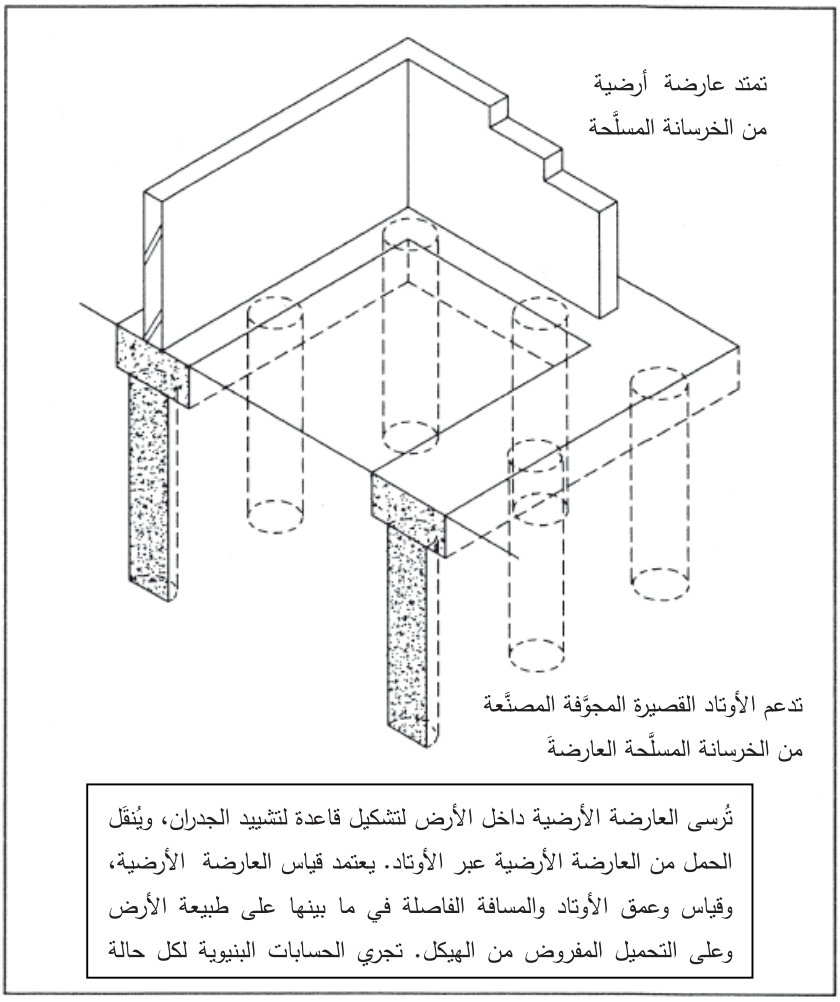
العارضة الأرضية هي عارضة من الخرسانة المسلَّحة تُصبُّ عند أو تحت مستوى الأرض. وتدعم عادة بأوتاد في نهايتيها، وظيفتها تقديم الدعم للأحمال الموَّزعة بانتظام المرتبطة بالجدران الخارجية أو بطبقات الإكساء.

تُعتبر الأوتاد أفضل البدائل لبناء المنازل على أراضٍ ذات قدرة تحمِّل ضعيفة أو تعاني من مشاكل خاصة تتعلّق بانكماش تربتها الصلصالية. ومع ذلك، ترتبط الأوتاد عادة مع تطبيق أحمال نقطية، مثل الأحمال المطبَّقة من أعمدة المباني ذات الأُطُر. وللسماح بنقل الأحمال الموزعة بانتظام من جدران المساكن المبنية بصورة تقليدية لا بد من توفير واجهة تقابُل مناسبة بين الجدار والأوتاد. ويتحقق ذلك باستخدام عارضة أرضية من الخرسانة المسلَّحة. تمتدّ العارضة فوق الأوتاد لتشكِّل دعامة مُتَّصلة لتشييد الجدران. ومن المشاكل المُحتمل حدوثها عند تبني هذه المُقاربة في تربة صلصالية قابلة للانكماش تمدُّد وتقلُّص حجم التربة وفقاً لاختلاف محتوى الرطوبة فيها على مدار العام. إذ قد يؤدي ذلك إلى حدوث انتفاخ أو رفع على الجانب السفلي من العارضة الأرضية الملاصقة للتربة في المستوى الضحل. يمكن تجنُّب المشكلة باستخدام لوح قابل للانضغاط يوضع بين الأرض والجانب السفلي من العارضة الأرضية.

لا توجد حاجة عند تشييد المساكن لاستخدام أوتاد تمتدُّ إلى أعماق كبيرة، إذ إن الأحمال غالباً ما تكون منخفضة. وبالتالي، فإن أحد أكثر الصيغ انتشاراً هو استخدام الأوتاد القصيرة المجوَّفة (الشكلان 25.4 و 26.4).

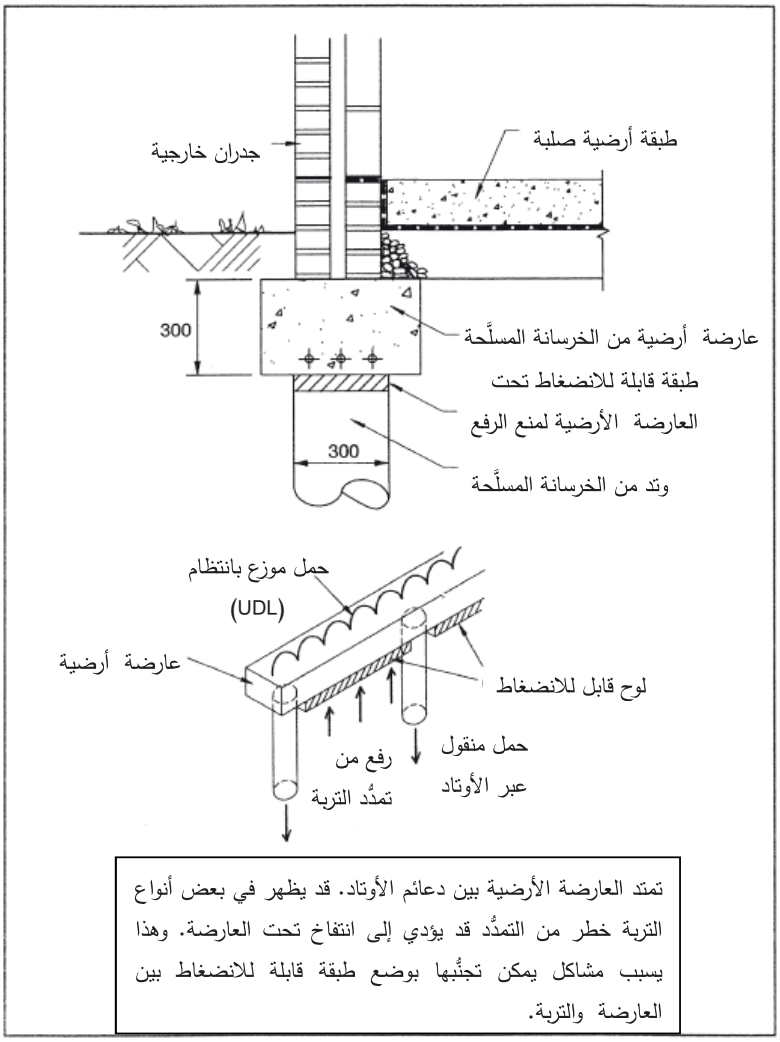
يُعدُّ تطوير نظم أساسات مسبقة الصبّ أو مسبقة الصُّنع أحد الابتكارات الحديثة في بناء المنازل. وهي تعتمد على استخدام أوتاد أو دعائم مع عوارض أرضية من الخرسانة المسلَّحة. توضع **الأوتاد في الموقع** لتعكس المخطط العام لجدران المنزل. توضع بعدها العوارض الأرضية المسبقة الصب لتوفر قاعدة متينة لتشييد الجدران. إن المبدأ البنيوي لهذا النظام هو المبدأ نفسه لنظام الوتد والعارضة التقليدية. ولكن استخدام العوارض المسبقة الصبّ يُسرِّع عملية التشييد بالاستغناء عن النشاطات المرتبطة بأعمال صبِّ الخرسانة، واختصار الزمن اللازم لمعالجة الخرسانة.

يوضِّح (الشكل 27.4) التفاصيل النمطية لمثل هكذا نظام.

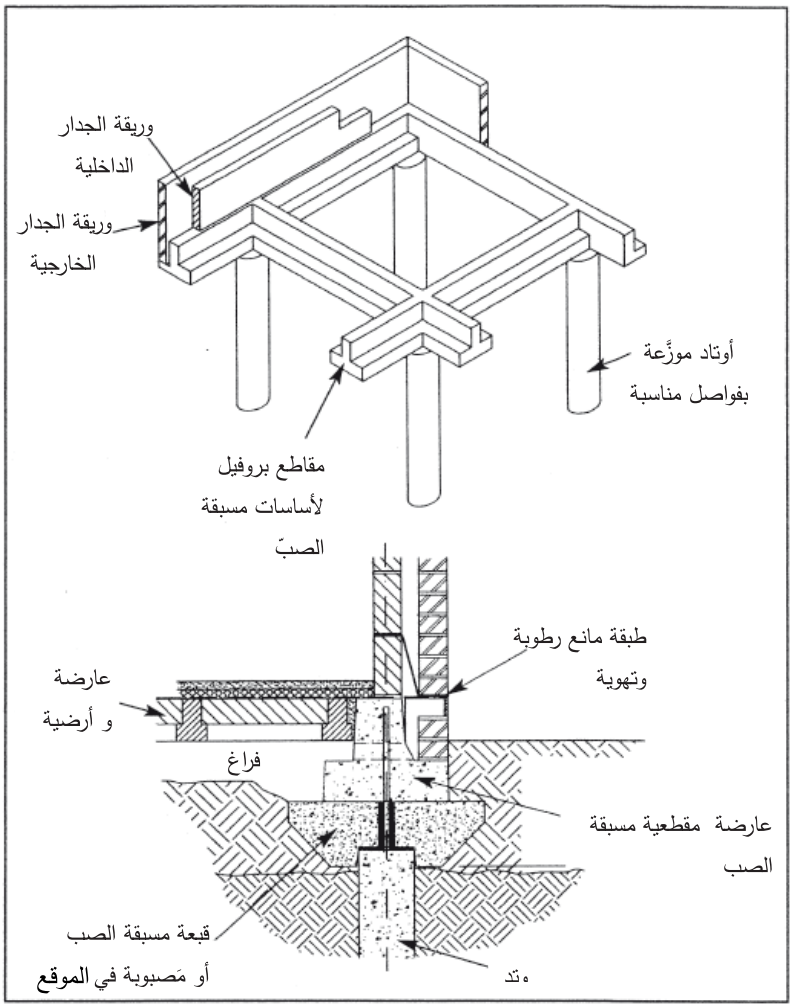


تُرسى العارضة الأرضية داخل الأرض لتشكيل قاعدة لتشييد الجدران، ويُنقَل الحمل من العارضة الأرضية عبر الأوتاد. يعتمد قياس العارضة الأرضية، وقياس وعمق الأوتاد والمسافة الفاصلة في ما بينها على طبيعة الأرض وعلى التحميل المفروض من الهيكل. تجري الحسابات البنيوية لكل حالة

الشكل 25.4 أساسات الوتد القصير



الشكل 26.4 عارضة أرضية من الخرسانة



الشكل 27.4 نظام أساسات مسبقة

تمرين

عند التعامل مع تشييد بحجم مسكن، تقتصر صيغ الأساسات العميقة على الأوتاد.
أجب على الأسئلة التالية باعتبار هذه الصيغة للأساسات.
تذكَّر: قد يكون هناك أكثر من إجابة صحيحة.

1. في أي من الحالات التالية يمكن استخدام الأوتاد بوصفها حلاً للأساسات؟
أ- عند وجود تربة صلبة غير متماسكة في أعماق قريبة من السطح.
ب- عندما تتكون التربة من صلصال صلبٍ.
ج- في مناطق الرَّدم.
د- في مناطق الخُث (فحم المستنقعات)
ه- في مناطق مخلفات المناجم

2. تُستخدم أوتاد حقن الملاط أو البرِّيمة متواصلة الطيران بشكل شائع. اختر الخصائص التي تعتبرها مزايا هذه الصيغة من التدعيم:
- سريعة
- اقتصادية
- أقلّ إزعاجاً
- مُعزِّزة للأرض
- قدرة تحمُّل

3. للأوتاد المدفوعة مزايا أيضاً. اختر الخصائص التي تعتبرها مزايا هذه الصيغة من التدعيم:
- سريعة
- اقتصادية
- أقلّ إزعاجاً
- مُعزِّزة للأرض
- قدرة تحمُّل

دراسة مقارنة: الأساسات

خيار الأساسات	المزايا	العيوب	متى تُستخدم
شريطية	- رخيصة - تقنية مالوفة - لا حاجة لمعدات خاصة	- تحتاج إطار عمل في التربة غير المتماسكة - النفاذ إلى وضع الآجر في الحُفرة	- جدران مُتَّصلة على أرض ذات قدرة تحمُّل مقبولة - تُستخدم في معظم حالات تشيد المساكن
شريطية عميقة	- لا حاجة لإطار عمل - إرساء منخفض للآجر تحت سطح الأرض - سريعة - رخيصة - لا حاجة لمعدات خاصة	- غير مناسبة للتربة عديمة التماسك - مُعرَّضة للحركة في التربة الصلصالية القابلة للانكماش	- في التربة المتماسكة، حيث لا يكون عمق الأساسات مفرطاً وعندما تكون الأحمال منتظمة ومستمرَّة
شريطية عريضة	- تسمح بزيادة التحمُّل في التربة الضعيفة - بزيادة العرض، تمكن من تجنَّب عمق الأساسات المُفرط	- يحتاج إلى تسليح لمقاومة الإنحاء والقص - مع زيادة العرض، يمكن أن تصبح غير اقتصادية مقارنة مع خيار الحصيرة	- جدران مُتَّصلة على ارض ذات قدرة تحمُّل ضعيفة
أوتاد	- اقتصادية عندما تكون الطبقة الحمّالة عميقة. - تجنَّب منطقة انكماش الصلصال. - تسمح باستخدام تربة غير مناسبة لأساسات تقليدية	- تحتاج لمعدات خاصة. - احتمال حدوث اهتزاز أو أضرار من الأوتاد المدفوعة. - متطلبات تصميم بنيوية أكثر تعقيداً	

			- تستخدم مع عوارض أرضية لدعم جدران المنزل عندما تكون الطبقة الحمّالة عميقة تحت مستوى الأرض - عند ضرورة تجنُّب طبقة الصلصال القريبة من السطح القابلة للانكماش - تُستخدم بصورة منفردة أو على شكل تجمعات لدعم أحمال نقطية متفرِّقة
حصيرة	- اقتصادية، إذ تجمع بين الأساسات وبلاطة الأرضية. - حفريات ضحلة لا تحتاج لمعدات مُكلفة	- تحتاج إلى تصميم التسليح. - يمكن أن تعاني من تآكل الحواف إذا لم تُحمى	- تستخدم للأحمال الخفيفة نسبياً على أرض ذات قدرة تحمُّل ضعيفة. - شائع مع التشييد باستخدام الإطار الخشبي. - تستخدم غالباً في مواقع الرَّدم أو في مواقع مستخدمة
نظام مُسبق الصبّ	- تزيد العملية الجافة السرعة. - سريعة - مناسب لحالات التحمُّل الضعيف	- غير مألوف - مُكلف مقارنة بالصيغ التقليدية. - أعمال تحضيرية مُسبقة	- يستخدم مع العوارض الأرضية لدعم جدران المنزل عندما تكون الطبقة الحمّالة عميقة تحت مستوى الأرض - عند ضرورة تجنُّب طبقة الصلصال القريبة من السطح القابلة للانكماش - يُستخدم بصورة منفردة أو على شكل تجمعات لدعم أحمال نقطية متفرِّقة

الفصل الخامس

الجدران تحت الأرض

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- فَهْم طبيعة البيئة التي تعمل ضمنها الجدران الواقعة تحت الأرض.
- إدراك العوامل المؤثرة في أداء الجدران تحت مستوى الأرض والمواد المستخدمة في تشييدها.
- التعرف على معايير انتقاء الحلول التصميمية المناسبة وتطبيقها، والاطلاع على صيغ وتفاصيل تشييد الخيارات المختلفة.

يحوي هذا الفصل على الفقرات التالية:

1.5 المتطلبات الوظيفية للجدران الواقعة تحت الأرض

2.5 خيارات الجدران تحت الأرض

3.5 مدخل الخدمات

نقطة معلومات:

- **الوثيقة** A المعتمدة من قوانين البناء؛ البنية
- BS 5997: دليل قوانين الممارسة المعيارية البريطانية لخدمات المبنى
- BS 6515: مواصفات مداميك البوليثين المانعة للرطوبة المستخدمة في البناء
- BS 8110: الاستخدام البنيوي للخرسانة
- BS 8215: قانون الممارسة لتصميم وتركيب مداميك منع الرطوبة المستخدمة في تشييد المبنى

1.5 المتطلبات الوظيفية للجدران الواقعة تحت الأرض

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قد تعرَّفت على الوظائف الرئيسية للجدران تحت الأرض.
- وستكون قادراً على التعرف على القضايا المفتاحية المؤثرة في انتقاء الحلول التصميمية المناسبة.
- وستُدرك العوامل المتغيِّرة المرتبطة بانتقاء مواقع البناء التي من الممكن أن تؤثِّر في أداء الجدران الواقعة تحت الأرض.

نظرة عامة

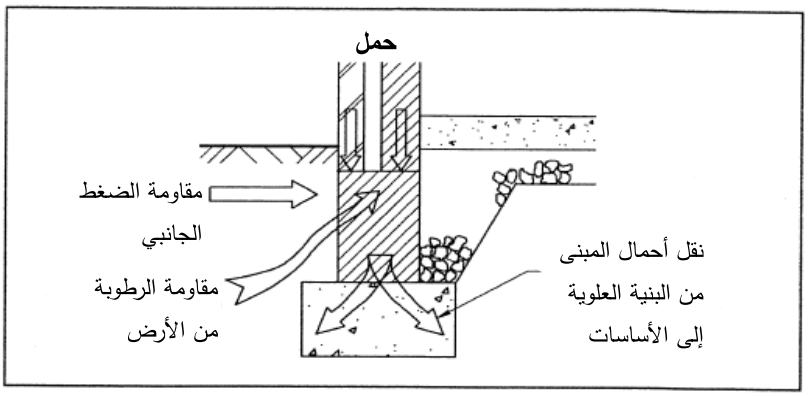
توفِّر مقاطعُ الجدران الموجودة تحت مستوى الأرض رابطاً ما بين البنية العُلوية للمبنى والأساسات. إذ يجب نقل الأحمال من المبنى بأمان عبر هذه الجدران، كما يجب التأكُّد من عدم دخول الرطوبة من الأرض إلى المبنى. في ذات الوقت، تتعرض الجدران إلى أحمال جانبية من الأرض المحيطة بها، قد تُصبحُ – اعتماداً على المستويات النسبية للأرض على جانبي الجدران – **ضغطاً هيدروستاتياً** يدفع بالرطوبة عبر البنية. سندرس في هذا المقطع الوظائف البنيوية للجدران تحت الأرض وتبعات انتقاء الخيارات المختلفة على عملية التشييد وعلى كلفة المبنى.

الضغط الهيدروستاتي، مصطلح يستخدم لوصف الضغط على الرطوبة في الأرض والمتعلق بالعمق. فكلما ازداد العمق، يُدفع الماء بفعل الضغط إلى مناطق مثل الفراغات والفجوات ذات الضغط الأخفض.

إن المتطلبات الوظيفية الرئيسية لهذه الجدران التحت أرضية هي الاستقرار البنيوي، ومنع الرطوبة، والديمومة (الشكل 1.5). بما أن الجدران تقع تحت الأرض فهي غير مرئية؛ وبالتالي ليس لمظهرها أهمية تُذكر.

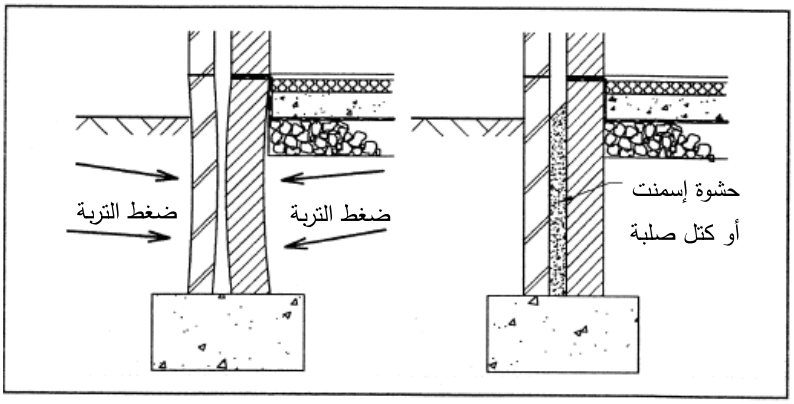
ديمومة الجدران تحت الأرض

كما لاحظنا سابقاً، يمكن للبيئة التي تتواجد فيها بعض عناصر البنية تحت سطح الأرض أن تكون بيئة عدائية لمواد التشييد. يَفرض ذلك بعض الضوابط على طبيعة تشييد الجدران تحت سطح الأرض. تتعرض هذه الجدران للرطوبة الأرضية معظم الوقت. ويعتمد مدى التعرُّض على طبيعة التربة وعلى مستوى المياه الجوفية، ولكن في معظم الحالات تكون الجدران تحت الأرض في بيئة رطبة. ولذلك تُفضَّل المواد ذات المسامية المنخفضة؛ إذ قلَّما تعاني من تلفٍ نتيجة لتجمُّد الماء القريب من سطح الأرض في فترات الطقس البارد. تميل المواد المساميّة [النَفوذة] إلى امتصاص رطوبة الأرض، التي تتمدَّد عند التجمُّد مُسبِّبة تَشظية وهشاشة المادة.



الشكل 1.5 وظائف الجدران تحت الأرض

تتعرض الجدران في هذه المناطق إلى ضغوط عالية أيضاً من كلٍّ من المبنى فوق الأرض ومن الأرض ذاتها. إن للقوة الجانبية التي تُسببها كتلة الأرض المحيطة بالجدران أثراً ضغطياً كبيراً، وبخاصة في حالة الجدران ذات الفجوة (الشكل 2.5).



الشكل 2.5 مفاعيل ضغط التربة على الجدران تحت الأرض

ولمقاومة تأثير هذا التحميل تُملأُ الفجوة تحت مستوى الأرض بمزيج ضعيف من الخرسانة، أو تُشيَّدُ الجدران من الآجر الصلب أو البلوك [اللبنات] لغاية سطح الأرض من دون وجود فجوة. البلوك المستخدم في هذه المنطقة عالي الديمومة ذو كثافة عالية ومساميّة منخفضة. ويختلف كثيراً عن صيغة البلوك المستخدمة عادة فوق الأرض. يعرف هذا النوع من البلوك بـ "بلوك الخنادق" ويصنَّع بشكل خاص للاستخدام تحت سطح الأرض.

ثمة عامل آخر يجب أخذه بالاعتبار، يتمثَّل في الطبيعة المؤذية المُحتمَلة للتربة التي توضع فيها الجدران. ففي التُرَب الصلصالية ثمة احتمال لتَلَف الخرسانة بفعل الكبريتات الذائبة. وبالتالي من الضروري إجراء تحرٍّ شامل للموقع للتعرف على المواد ذات التأثير المُحتمل في ديمومة الجدران. تتسبَّب مهاجمة الكبريت للخرسانة وللملاط الإسمنتي المستخدم في تدميك جدار الآجر أو البلوك، في التمدُّد والهشاشة وفقدان القوة. وهذه المفاعيل غير عكوسة ولها تبعات كبيرة على الديمومة.

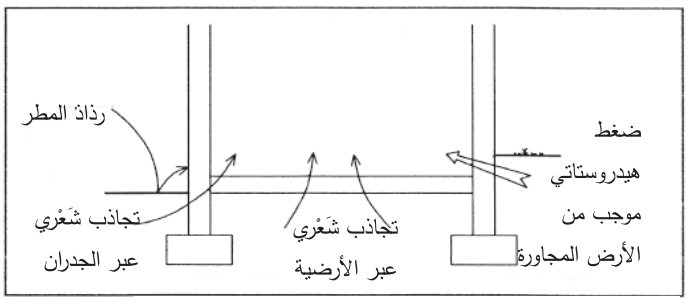
القوة والاستقرار

يُعتبر مطلب توافر الجدران تحت الأرض قاعدةً راسخة تُشيَّد فوقها البنية العُلوية للمسكن، أهم العوامل المؤثرة في انتقاء صيغة هذه الجدران. تتطلب قوانين البناء أن لا يزيد الحمل المنقول عبر قاعدة الأساسات عن 70 kN/m بشكل منتظم. يُحدد هذا القَيد، إضافة إلى مقدرة التحمُّل الآمنة

للطبقات الداعمة، مساحةَ قاعدة الأساسات المناسبة التي يمكن أن تتغير. تُحدَّد مساحة مقطع الجدران تحت الأرض عادة بسماكة جدران البنية العُلوية. وبالتالي فثمة مجال محدود لتغيرات شروط التحميل. إن مستويات الضغط الممارس على الجدران الواقعة تحت سطح الأرض عالية نسبياً، حيث تُوجَّه الكتلة المتراكمة لكامل المبنى فوق الأرض عبر هذه الجدران. لذا وجب أن تكون قوة الآجر أو البلوك المُستخدم كافية لضمان قدرتها على مقاومة الأحمال من دون خطر التداعي أو التهشُّم. يُستخدم عادة آجر أو بلوك ذو مقاومة تهشُّم /N 5-7 mm^2. تعتبر مفاعيل التلَف المحتملة للأحمال الجانبية، الناجمة عن التربة المحيطة، الأكثر اعتباراً في المناطق التي تعاني من انكماش التربة الصلصالية. إذ ينتج من التضخُّم الموسمي للصلصال زيادة في مستويات الضغط الجانبي الممارس على الجدران. ولا بد من اعتماد آليات تضمن أن لا تُسبِّب هذه المستويات فشل الجدران.

منع الرطوبة

ثمة ممرات متعددة تمرّ خلالها المياه الجوفية إلى المبنى (الشكل 3.5). ومن الضروري منع دخول الرطوبة إلى المبنى لضمان بقاء الأجواء الداخلية مناسبة. تكون طبيعة الجدران تحت الأرض بحيث لا تسمح للرطوبة بالمرور إلى داخل المبنى حتى لو كانت هذه الجدران رطبة. يتحقق ذلك باستخدام مواد خاصة مقاومة للرطوبة. يصطلح على تسميتها مداميك مقاومة الرطوبة (Damp Proof Courses) (DPCs).



الشكل 3.5 أساليب مرور الماء إلى داخل الأبنية

توضع المداميك المقاومة للرطوبة لمنع تراكم الرطوبة من مختلف المصادر، ويتحدد موضعها حسب الحاجة للتعامل مع الرطوبة المتزايدة ومع رذاذ المطر. وقد استخدمت على مر العصور مواد متعددة تشمل الأردواز ومواد بوليمرية حديثة.

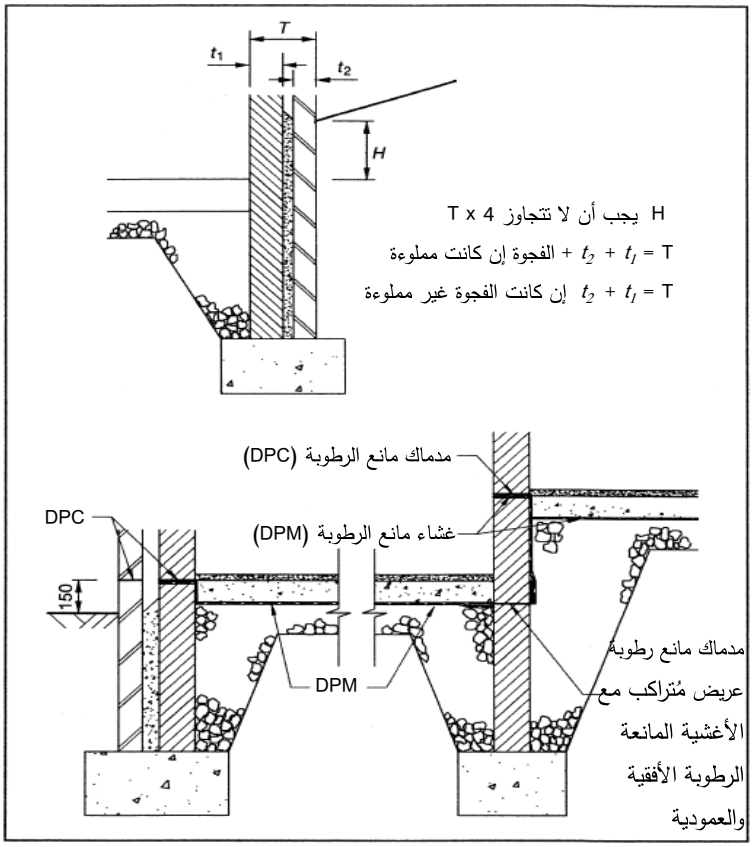
توضع المداميك المقاومة للرطوبة في الجدران الخارجية والداخلية، ولا بد من ربطها مع أغشية منع رطوبة كتيمة (Damp Proof Membranes) (DPMs) في الأرضيات لتشكيل حاجز متصل. وتوضع عادة على مسافة 150 مم كحد أدنى فوق مستوى الأرض الخارجية لتجنب رذاذ المطر، كما أنها تتضمن "ثقوب رشح" في الطوب الموجود تحتها لتسمح للماء أن يرتشح من فجوة الجدار إلى الخارج.

مستويات الأرض المختلفة

في بعض الحالات يكون تشييد المباني على مواقع مائلة ضرورياً (الشكل 4.5). في مثل هذه الحالات، نحتاج إلى إقامة جدران تحت مستوى مدماك مانع الرطوبة لفصل الفراغ تحت الطابق الأرضي عن الأرض الخارجية، وعلى الجدار في هذه الحالات تنفيذ مهام إضافية عدا التي ناقشناها سابقاً. على الجدران الممتدة تحت سطح الأرض إلى عمق كبير أن تقاوم الأحمال الجانبية المفروضة من التربة المحيطة. وفي هذا السياق يمكن اعتبارها جدران إسناد، بالإضافة إلى دعم الجدران والبنية العلوية فوقها. وبالتالي فعليها أن تكون ذات صيغة صلبة قادرة على مقاومة طيف القوى المطبقة، مع محافظتها على ديمومتها ضمن البيئة تحت الأرض.

إضافةً إلى متطلبات الاستقرار البنيوي، فإن منع تسرُّب المياه الجوفية غالباً ما يكون ضرورياً؛ في بعض الحالات يكون تغلغل الماء إلى حد معين مقبولاً، عند وجود نظام صرف تحت الأرض على سبيل المثال. في مثل هذه الحالات يُضخ الماء خارجاً عبر حوض مُجمِّع لمنع تراكمه مع مرور الزمن. يتطلب منع تسرب الرطوبة من هذه الفجوات تحت الأرض تزويد كامل محيط المبنى تحت الأرض بعناصر مانعة للرطوبة عمودياً وأفقياً. تسمى هذه الطريقة لمنع الرطوبة "الخَزْن". تستخدم مواد كتيمة لتشكيل

الخزان، مثل الاسفلت المصطكاوي، أو المواد البيتونية، أو أي طيف من المنتجات المتخصصة ذات الطبيعة المطاطية. من الضروري أن يكون الخزن مُتَّصلاً كما في حالة مدماك مانع الرطوبة وغشاء مانع الرطوبة، ويجب أن يحافظ على سلامته على امتداد المنطقة المطلوب توفير كتامتها. وبالتالي، يجب أخذ الحيطة الشديدة في المناطق التي تَخترق منها عناصرُ من المبنى، مثل العوارض والأعمدة، الأرضيةَ أو الجدران التي هي تحت الأرض. ولهذا أهمية خاصة إذ تؤثر المياه الجوفية في هذه الجدران بضغط هيدروستاتي موجب. ويجب أن تكون المواد المانعة للرطوبة قادرة على تحمل مثل هذا الضغط.



الشكل 4.5 البناء في مواقع مائلة

تمرين

- حدد العوامل التي تؤثر في ديمومة الجدران تحت الأرض
- ماذا تفهم من المصطلح (الخزن)؟

2.5 خيارات الجدران تحت الأرض

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستتعرف على بدائل التشييد الرئيسية المتاحة لتشكيل الجدران تحت سطح الأرض.
- وستدرك القوى المطبقة على هذه المقاطع من الجدران، والطرق التي تتعامل بها صيغ التشييد المختلفة معها.
- وستفهم تبعات نوع التربة ومستوى الأرض على اختيار الحل التصميمي.
- وستقدر مضامين كلفة انتقاء الخيارات المختلفة، وضمن سيناريو معين، ستكون قادراً على الحكم بشكل صحيح على الانتقاء الأفضل.

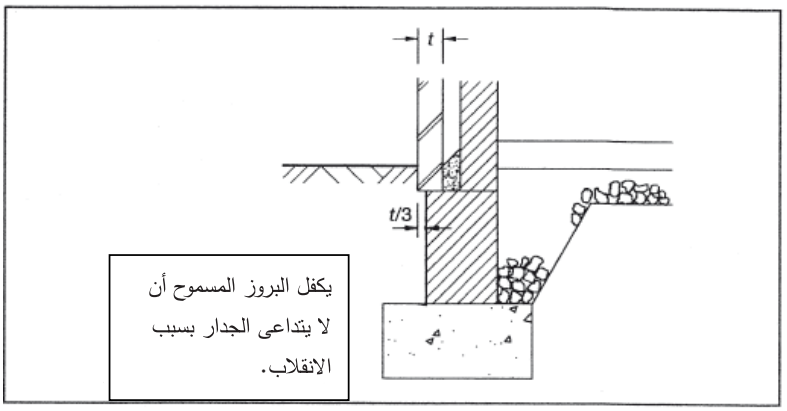
نظرة عامة

جرى في المقطع السابق وضع المتطلبات اللازمة للجدران تحت الأرض. ومن الواضح، أن الاحتياجات الوظيفية الأساسية هي ذاتها لكافة المساكن، لكن ثمة عوامل متعددة جداً مرتبطة بطبيعة الموقع وبخصائص التربة. وكما هي الحال في معظم عناصر تشييد المساكن ثمة طيف من البدائل المقبولة متوافر لأية حالة مُعطاة. وبوجود هذا الطيف من البدائل يعتمد مبدأ الانتقاء على الكلفة، حيث يجري عموماً اختيار الحل الأوفر. لا تعتمد اقتصادية الخيار المُنتقى على أن تكون المواد رخيصة فقط، ولكن على بساطة التصميم وعلى مهارة اليد العاملة المطلوبة أيضاً. عادةً ما تكون صيغ التشييد السريع أبسط وأرخص بسبب التوفير في كلفة اليد العاملة المرتبطة بتخفيض زمن التنفيذ المطلوب.

عند تشييد المساكن "التقليدية" ثمة خياران رئيسيان لتشييد الجدران تحت الأرض: خيار التجويف المملوء وخيار "بلوكة" الأساسات. يمكن استخدام هذين الخيارين أيضاً، مع بعض التعديلات التفصيلية المناسبة، للتشييد باستخدام الهياكل الخشبية. وفي بعض الحالات أيضاً، هناك خيار الأساسات الشريطية العميقة أو أساسات الخنادق المملوءة. ومع أن هذا يعتبر خياراً للأساسات وليس للجدران، فإن اعتماده يلغي الحاجة لوجود جدران تحت الأرض. ولهذا جرى ذكره هنا في هذه الفقرة.

تشييد الفجوة المملوءة

على الجدران تحت الأرض أن توفِّر قاعدةً لتشييد جدران البنية العلوية. وبالتالي تعتمد سماكة الجدران تحت الأرض على سماكة الجدران فوق الأرض وليس على معايير وظيفية محددة ويجب أن لا يكون مقطع الجدار السفلي أضيق كثيراً من مقطع الجدار العلوي (الشكل 5.5).

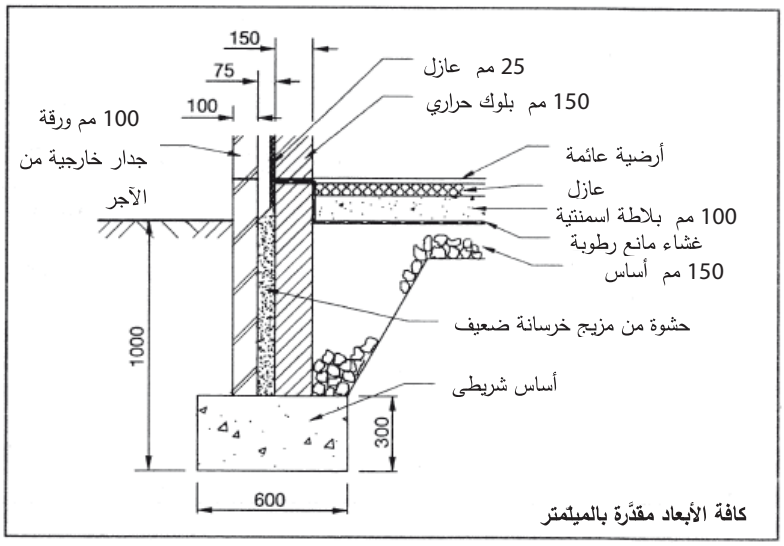


الشكل 5.5 متطلبات قوانين البناء للبروز

لهذا السبب تصمم سماكة الجدران تحت مستوى سطح الأرض عادة لتكون بقدر سماكة الجدران فوقها. بالتالي، وعند اعتماد طريقة تشييد الفجوة التقليدي يجب أن تكون سماكة الجدار 250 مم بالحد الأدنى. ومع تغير المتطلبات الحرارية للجدران الخارجية ازدادت هذه السماكة في السنوات الأخيرة، وأصبحنا نرى جدراناً بسماكات 300 مم وأكثر. وللأسباب

المبينة سابقاً لا يُرغب بتشكيل فجوات تحت سطح الأرض، إذ يجب عندها تجنُّب خطر انضغاط ورقتي الجدار على طرفي الفجوة. يُعد إنشاء مقطع جداري مصمت تحت الأرض أحد طرق تحقيق ذلك. لكن إنشاءه سيكون مكلفاً وبطيئاً. وبالتالي فمن الشائع أن نبني جداراً ذا فجوة تُملأ بعدها، ولغاية سطح الأرض، بمزيج ضعيف من الخرسانة (الشكل 6.5). تُحقق هذه الطريقة النتيجة المرجوة وتخفض الكلفة في ذات الوقت.

من الشائع أن يُبنى المقطع تحت الأرض باستخدام كتل من الخرسانة الكثيفة حتى عندما تُشكَّل الورقة الخارجية من الجدار الموجود فوق الأرض من الآجر، وهذا أيضاً لأسباب اقتصادية، فالكتل الخرسانية أرخص وأسرع في الإرساء من الآجر، وبما أنها مخفية تحت الأرض فليس ثمة متطلبات جمالية.

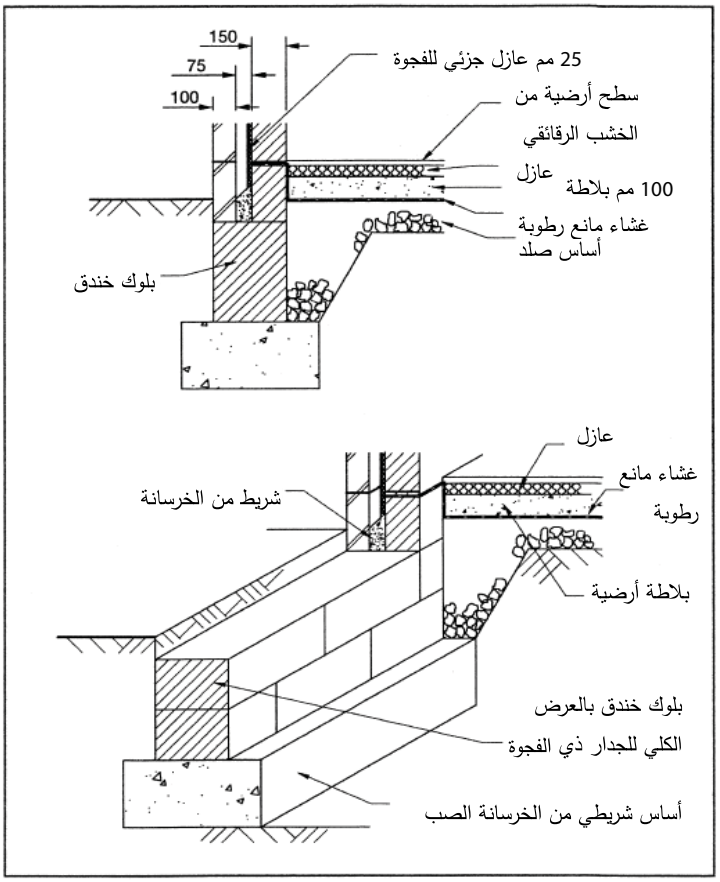


الشكل 6.5 تشييد الفجوة

تشييد بلوك الأساس

يؤدي استخدام كتل ضخمة مصممة خصيصاً للأساسات إلى زيادة في الفاعلية وما ينتج منها من تخفيض الكلفة (الشكل 7.5). يتوافر بلوك

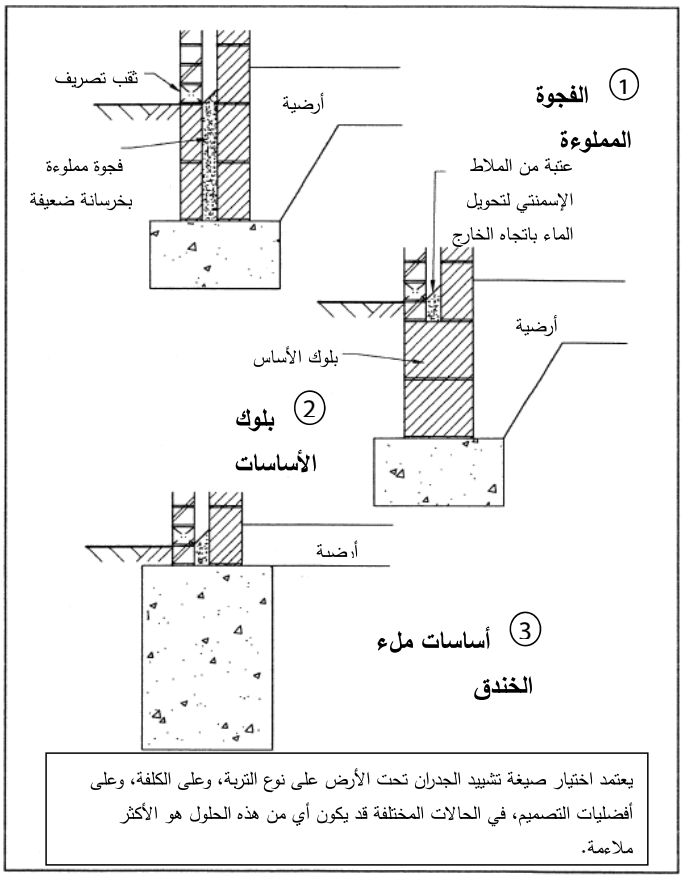
الأساسات بقياسات متنوعة لتستوعب سماكات جدران الفجوة الشائعة الاستخدام، وتسمح أبعاد البلوكة لكامل سماكة الجدار ذي الفجوة فوقها أن تُنفَّذ في كتلة واحدة تحت الأرض. ومع أن ذلك يؤدي إلى استخدام كتل أكبر بكثير من تلك المستخدمة فوق الأرض، وبالتالي الأصعب في تداولها، إلا أن لذلك فائدة الكفاءة. فبدلاً من بناء ورقتين منفصلتين للجدار ذي الفجوة التي تُملأ بعدها بالخرسانة، يُنشأ الجدار بعملية واحدة، مما يؤدي إلى توفير كبير في الوقت وفي اليد العاملة. ثمة فائدة إضافية أخرى تتمثل في إعادة ملء الخندق المحفور لتشكيل الأساسات والجدران في وقت قصير بعد التشييد.



الشكل 7.5 تشييد بلوك

أساسات مَلء الخندق

يرتبط تشكيل **أساسات ملء الخندق** بالتُّرَب شديدة التماسك بين جزيئاتها، كما هو الحال في التُرَب الصلصالية. لقد جرى استعراض أسباب تبنّي هذه الصيغة بالتفصيل ولن نكرر ذلك هنا. لكنها تستحق الذكر لأن استخدامها يجمع ما بين بعض وظائف الجدران تحت الأرض ووظائف الأساسات. إن صب الخرسانة لغاية سطح الأرض يوفِّر قاعدة مستقرة لتشييد الجدران فوق الأرض، وهو سريع واقتصادي.



الشكل 8.5 نظرة عامة لخيارات الجدران تحت الأرض

يلخص الشكل 8.5 خيارات تشييد الجدران تحت الأرض.

تمرين

اذكر سببين لملء الفجوة في الجدران الخارجية تحت مستوى سطح الأرض عند استخدام الأساسات الشريطية التقليدية.
ما الفوائد التي نجنيها من استخدام بلوك الأساسات؟
حدد فوائد الأساسات الشريطية العميقة مقارنة مع الأساسات الشريطية التقليدية.
ادرس البدائل التالية للجدران تحت الأرض:
- تشييد الفجوة المفتوحة.
- تشييد الفجوة المملوءة.
- تشييد بلوك الخندق.
- الاساس الشريطي العميق.

ما هي مزايا وعيوب كل من هذه الخيارات؟
ارسم كل من الخيارات السابقة، وبين عليها موقع مدماك منع الرطوبة.

تعرف **أساسات ملء الخندق** أيضا بالأساسات "الشريطية العميقة".

دراسة مقارنة: الجدران تحت الأرض

الخيار	المزايا	العيوب	متى تستخدم
الفجوة المملوءة	- تقنية مألوفة - استمرارية طبيعية لتشييد الجدار فوق الأرض وتحتها - عرض متغير	- يحتاج لرصف الآجر في الخندق - يتضمن عدة نشاطات بناء - مكلف نسبياً من حيث الوقت	- تشييد فجوة تقليدية عندما يكون النفاذ إلى الخندق سهلاً، وعمق الأساسات قليل
بلوك الأساسات	- رخيص - نشاط بناء وحيد - زمن منخفض للوضع في الخندق	- طيف محدود من السماكات - يحتاج لرصف وحدات كبيرة في الخندق	- تشييد فجوة تقليدية أو جدار صلب عندما يكون النفاذ إلى الخندق سهلاً، وعمق الأساسات قليل
أساسات الخندق المملوء	- رخيص - لا حاجة لدعم مؤقت للخندق - يوفِّر الوقت مقارنة مع رصف الآجر في الخندق	- لا يستخدم في التربة غير المتماسكة - يتطلب دراسة مداخل الخدمات تحت الأرض - احتمال التداعي في الترب الصلصالية شديدة الانكماش	- تشييد فجوة تقليدية أو جدار صلب في تربة متماسكة عندما يدعم الخندق ذاته من دون تسنيد، وعندما يكون العمق المطلوب غير مفرط

3.5 مدخل الخدمات

مقدمة :

- بعد دراسة هذا المقطع ستتعرف على الخدمات الرئيسية الواجب تزويد المساكن بها.
- وستدرك اسلوب تجهيز مداخل الخدمات.
- وستفهم العوامل المؤثرة في شكل وفي تصميم هذه المداخل المتنوعة.
- وستتعرف بشكل عام على القوانين الناظمة لذلك.
- وستدرك تبعات إمرار الخدمات عبر بنية المسكن تحت الأرض.

نظرة عامة :

قد يكون استخدام المصطلح (مداخل الخدمات) مضللاً بعض الشيء. إذ يتطرق هذا المقطع أيضاً إلى الخدمات التي تغادر المبنى لا يمكن تجنُّب اختراق الغلاف الخارجي للمبنى بالخدمات الداخلة والخارجة. ولن نتعامل هنا مع الخدمات بشكل محدد هنا؛ إلا أن التعرف عليها بصورة عامة ضروري لفهم مضامين تصميم وتشكيل ممرات دخول وخروج مناسبة.

تُعرف الخدمات الرئيسية التي تُوفَّر للمبنى عموماً **بالخدمات النفعية** أو "النفعيات" **[المرَافق]**. كانت هذه الخدمات تُوفَّر في الماضي من قبل موردي القطاع العام، ولكن في الوقت الحالي جرى انتقالها إلى عدد من شركات المرافق في القطاع الخاص. ومع ذلك فما زالت تخضع لقوانين صادرة عن مكاتب تنظيم حكومية. أدى التحول إلى عدد كبير من موردي القطاع الخاص إلى إعطاء المستهلكين فرصة شراء المرافق من مصادر متنوعة. وهذا لا يؤثر في مداخل الخدمات إلى المسكن، حيث يستخدم المورّدون كافةً بنيةَ التوزيع التحتية ذاتها المخصصة للغاز وللكهرباء، ولخدمات الاتصالات في معظم الحالات. يشذُّ عن ذلك توريد خدمات الاتصالات الكابلية، التي ما تزال بُناها التحتية قيد التطوير والتي يجري توفيرها من قبل مورّدي خدمة الكابلات.

تنقسم خدمات المبنى عموماً إلى خدمات نفعية وخدمات بيئية. تتضمن **الخدمات النفعية [المرافق]** الغاز والكهرباء والماء والمجرور [الصرف الصحي]. وتتضمن الخدمات البيئية التدفئة والإضاءة والتهوية وما إلى ذلك. تُدعم الخدمات البيئية بواسطة توفير الخدمات النفعية.

طبيعة إمدادات الخدمات إلى المساكن :

يمكن تصنيف إمدادات الخدمات إلى المساكن بعدة طرق. إن أحد أكثر طرق التصنيف ملاءمةً لغاية هذا الكتاب هي باعتماد الصيغة التي تأخذها البنى التحتية لتوزيع هذه الإمدادات. إن الصيغ الثلاث التي نهتم بها هي: الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة، والأنابيب ذات الأقطار الصغيرة، والكابلات. يبين الجدول 1.5 الخدمات المشمولة في ذلك.

الجدول 1.5 صيغ إمداد الخدمة

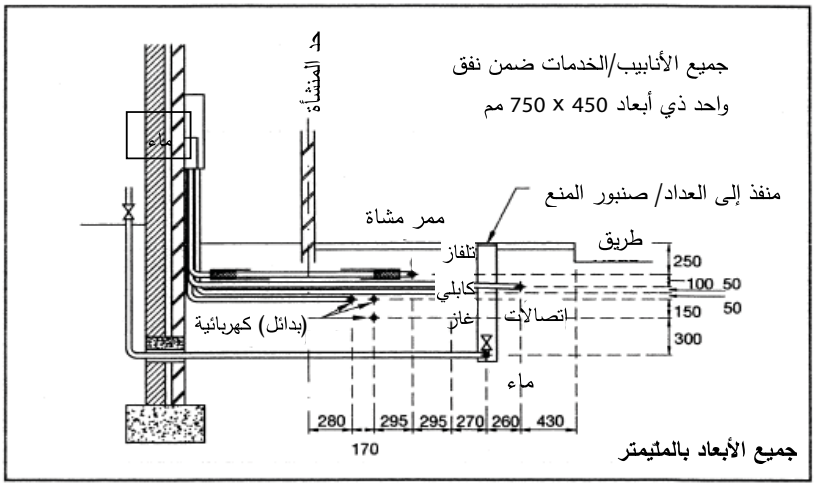
الصيغة	التوصيف
أنابيب ذات أقطار كبيرة	أنابيب الصرف الصحي (لغاية 100 مم)
أنابيب ذات أقطار صغيرة	أنابيب إمداد المياه الرئيسية (25 مم) أنابيب إمداد الغاز الرئيسية (25 مم)
كابلات	إمداد الكهرباء الرئيسي وصلات الهاتف وصلات الاتصالات الكابلية (وتتضمن التلفاز والهاتف وما شابه)

إن الشركات المسؤولة عن توزيع هذه الخدمات مسؤولة أيضاً عن توفير وصل الخدمات إلى المساكن. وهذا ليس واضحاً كما يمكن أن يبدو، إذ قد تتنافس محلياً عدة شركات لتوريد الخدمة. وفي كل الأحوال ثمة حاجة للتنسيق بين إمدادات الخدمات خلال مرحلة تشييد المبنى لضمان تنفيذ الأعمال الرئيسية بصورة فاعلة من دون التكرار غير الضروري. وللمساعدة في عمليات التنسيق بين الخدمات، تقدم مجموعة الخدمات المتحدة الوطنية [1] (NJUG) الاستشارات

(1) في المملكة المتحدة (المترجم).

اللازمة. تُموَّل هذه المجموعة من قبل مُزوِّدي الخدمات النفعية وهي توفِّر مركزاً لنشاطاتهم المشتركة ولمتطلباتهم. تقدم المجموعة بشكل خاص نصائح تتعلق بمداخل الخدمات العامة، وبإقامة المداخل، وبتوضع العدادات.

كان من الشائع في الماضي أن يحفر كل مزوِّد خدمة خنادق مستقلة لإمداد خدمته إلى المسكن، مما أدى إلى وجود عدد هائل من الخنادق، وإلى فترات إرساء مديدة. تنصح مجموعة الخدمات المتحدة أن يُحفر خندق عام لتسيير إمدادات الخدمة إلى المسكن (الشكل 9.5).



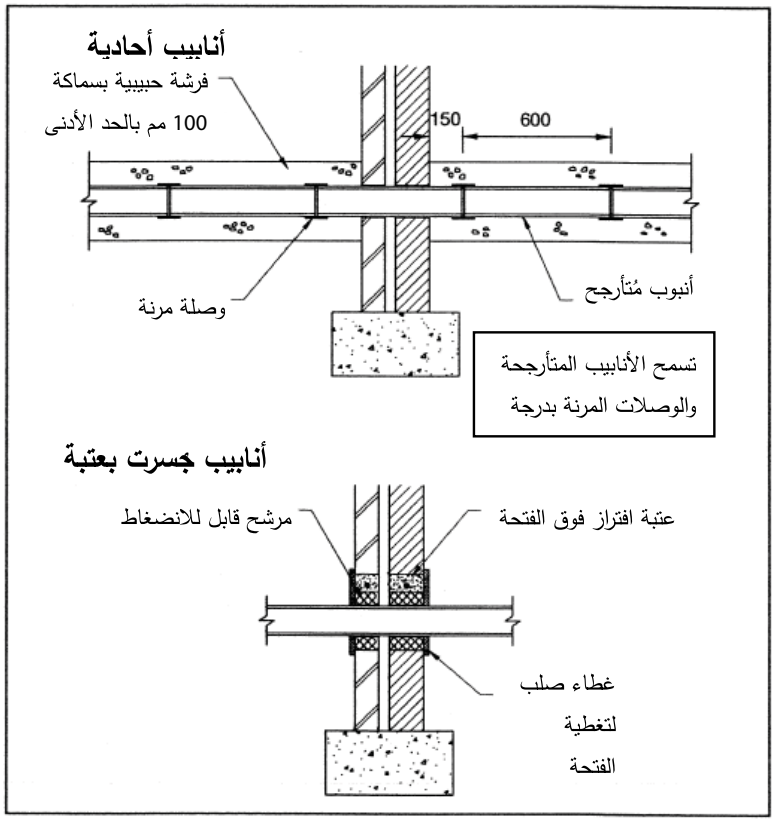
الشكل 9.5 خندق الخدمات

تحسنت طبيعة مداخل الخدمات إلى المباني مع تطور المواد المرنة المستخدمة في أعمال المجاري والأنابيب. وهذه بدورها سمحت باستخدام أنابيب ومجاري خدمة بأطوال متصلة من الأنابيب والمجاري، مع عدد أقل من الوصلات المطلوبة لمواجهة التغيرات الطفيفة للمسارات. كما جرى تسهيل عملية إمرار الخدمات حول العوائق المحتملة.

من المفيد دراسة كل من المجموعات الرئيسية من الخدمات بتفصيل أكثر.

الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة: الصرف الصحي

تختلف أقطار أنابيب الصرف الصحي المستخدمة في التمديدات الصحية بدءاً من 32 مم ولغاية 100 مم. ليس الهدف هنا عرض تركيب الخدمات الصحية ولكن فقط تفحص تبعات الحاجة لتسيير أعمال الأنابيب المرافقة عبر نسيج المبنى. ينحصر استخدام أنابيب الصرف ذات الأقطار الصغيرة فوق سطح الأرض، وتمرر عبر الجدران الخارجية بحفر ثقب بالقياس المناسب. وليس ثمة حاجة لدعم إضافي في الجدار المحيط.



الشكل 10.5 الأنابيب المارة عبر الجدران تحت الأرض

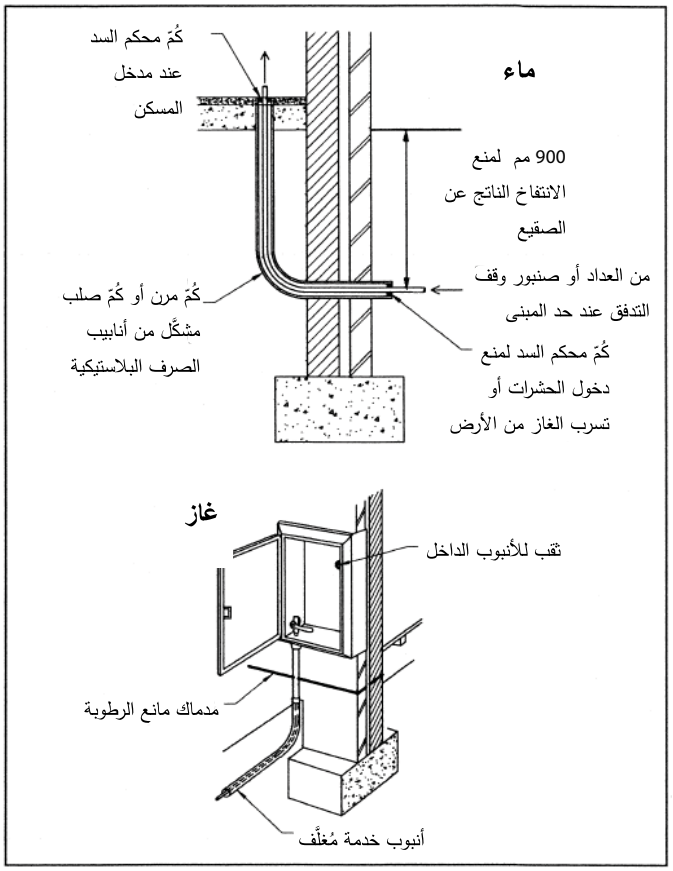
تشكل القياسات الكبيرة للأنابيب المستخدمة تحت الأرض تحدياً أكثر بما يتعلق بالجدران تحت الأرض (الشكل 10.5). نحتاج ضمن حيز المبنى

إلى وجود مجرور للصرف الصحي ضمن غلاف المبنى تحت الأرض يربط دورات المياه التي تُخدِّم الطابق الأرضي، وكنتيجة للاستخدام المتزايد لأنابيب صرف داخلية لتخديم التمديدات الصحية في الطابق العلوي. عندما تمر هذه الأنابيب عبر الجدران الخارجية تحت سطح الأرض فثمة احتمال حدوث عطب ناتج من حركة تفاوتية. ثمة سببان رئيسيان محتملان لهذه الحركة. **أولاً** احتمال حركة الأرض الناجمة عن الانتفاخ الذي يستحثه التجمد في التربة المحيطة بالمبنى .**ثانياً** خطر وجود حركة تتعلق بالهبوط الأولي للمبنى الجديد. تهبط كافة المباني الجديدة لدرجة صغيرة وذلك بسبب الرصّ البسيط للأرض الداعمة الذي يلي تشييد المبنى. وهذا عموماً لا يدعو إلى القلق ولا يؤثر في استقرار المبنى. ولكن إذا كان من المحتمل أن تتأثر الأنابيب المارة عبر الجدران فلا بد من احتواء الحركة. وإن لم يحصل ذلك فثمة احتمال لكسر أو تشويه أنابيب الصرف. وستكون عواقب ذلك فشل الأنابيب تحت الأرض وتسرب محتوياتها. ولتجنب ذلك ثمة مقاربتان مختلفتان لإرساء الأنابيب، تعتمد أولاهما على استخدام الوصلات المرنة التي تسمح للأنابيب المبنية داخل الجدار أن تتشوه ضمن حدود مقبولة. وتعتمد الثانية على استخدام عتبات داعمة فوق فتحة كبيرة. يكون حجم الفتحة بحيث يمكن احتواء الحركات الصغيرة من دون أن تتأثر الأنابيب. في هذه الحالة، تحاط الأنابيب بمادة قابلة للانضغاط وتزود بغطاء صلب لإحكام الفتحة ولمنع دخول الحشرات وما إلى ذلك.

الأنابيب ذات الاقطار الصغيرة : إمدادات الماء والغاز

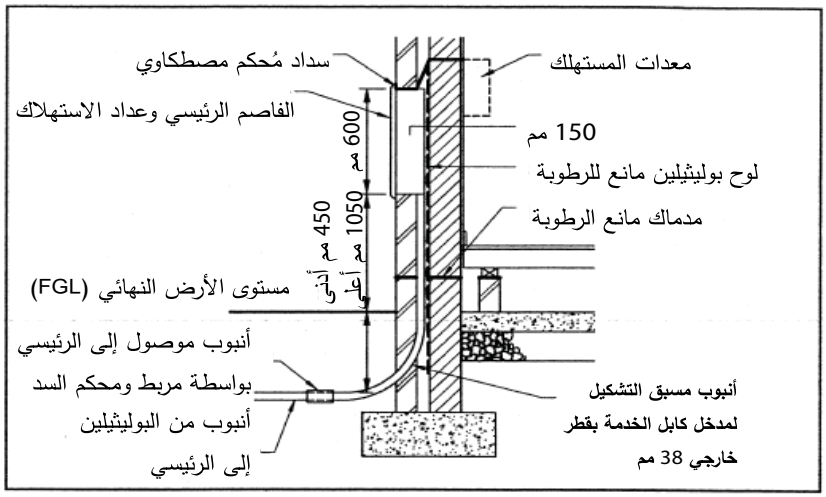
تتكون الأنابيب التي تزوِّد المساكن بالماء من قسمين. يعرف المقطع الواصل من المصدر الرئيسي إلى العداد أو إلى صمام القطع عند حد المبنى بـ "أنبوب النقل"، وتُرسيه شركة المياه. ويسمى المقطع الممتد من هذا الحد إلى المسكن بـ "أنبوب الخدمة" ويُرسيه متعهِّد البناء أو أي مستخدم آخر. يبلغ قطر أنبوب الخدمة 25 مم ويتشكَّل من أنابيب مرنة من مادة البوليثيلين متوسط الكثافة (MDPE). يمكن تمييز أنبوب تزويد الماء بسهولة من لونه الأزرق. يوضع الأنبوب في خندق ذو عمق مابين 750 مم و 1350 مم وذلك لحمايته من تأثيرات الصقيع، ولتقليل أثر الأحمال الضاغطة

الناجمة عن الآليات وما إلى ذلك. ويسمح في بعض الحالات استخدام خنادق ذات عمق أقل شريطة عزل الأنبوب ضد الصقيع. يمر الأنبوب، بدءاً من الخندق، عبر جدران المبنى تحت الأرض، صاعداً إلى صمام القطع ضمن المبنى. يُمرر الأنبوب ضمن "كُمٍّ أسطواني" ذي قطر أكبر، يُبنى ضمن الحائط، ويمر عبر أرضية المسكن، وذلك للسماح بمقدار من الحركة التفاوتية. تُسدُّ نهايتا الأنبوب بإحكام لمنع دخول الحشرات وغيرها ولمنع تسرُّب الغاز، مثل الميتان، من الأرض.



الشكل 11.5 تفاصيل مدخل الخدمة

يخضع إمداد الغاز للمنازل لقوانين صارمة، كما أن القواعد التي تحكم إرساءه مُلزمة (الشكل 11.5). يُدفن أنبوب الخدمة على عمق لا يقل عن 375 مم تحت الأرض، ويخرج من الأرض عند الواجهة الخارجية لجدار المسكن. من الشائع في الأبنية القديمة أن نجد عداد الغاز موضوعاً ضمن المبنى. أما في المباني الحديثة فيوضع العداد خارجاً ويحفظ ضمن علبة عداد محمية. وهذه العلبة سهلة الوصول لمُورد الغاز لأغراض قراءة العداد وللسماح بقطع الإمداد في حالات الطوارئ. يمر أنبوب الإمداد من علبة العداد إلى المسكن عبر الجدار الخارجي فوق سطح الأرض، ويكون مجهزاً بكُمّ اسطواني لمنع تسرب الغاز إلى الفجوة. وقد جرى الحديث عن تفاصيل عملية الإرساء هذه في الفصل الثاني.



الشكل 12.5 علب مدخل الخدمة

الخدمة الكابلية: الكهرباء والاتصالات

إن طبيعة الخدمات التي تستخدم الكابلات تجعلها أسهل في التجهيز من الخدمات التي تستخدم الأنابيب، وتعكس طريقةُ دخولها إلى المسكن ذلك. في حالة إمداد الكهرباء، كما هي في حالة إمداد الغاز، أصبح شائعاً الآن استخدام عدادات خارجية (الشكل 12.5). ثمة حرية أكبر كثيراً في تموضع الكابلات التي تمدُّ الكهرباء إلى العداد إذ يمكن رفعها ضمن

فجوات في الجدار إذا تطلب الأمر ذلك. تتغير الخدمات في مجال الاتصالات بسرعة. وبالتالي فمن الأنسب اعتماد استخدام مجاري إدخال ضمن خندق الخدمات المشتركة للسماح بالتوسع المستقبلي. توصل هذه الخدمات عند الجدار الخارجي للمنشأة إلى علب توزيع، وتدخل إلى المبنى عبر الجدران الخارجية فوق سطح الأرض.

تمرين

اذكر أربع وصلات خدمة تُنفَّذ عادة إلى البيوت الحديثة.
اذكر الصيغ الثلاث التي تُصنَّف بها هذه الخدمات.
اشرح سبب استخدام خندق خدمات مشتركة.
ما هي الأخطار المحتملة من استخدام هذا الخندق وكيف يمكن تجنبها؟

دراسة مقارنة: وصلات الخدمات

الصيغة	الخيار	اللون[2]	معالجة الدخل	الحماية
كابلات	تغذية الكهرباء	أسود	دخول من خلال علبة مثبتة على الجدار تحتوي العداد مع منفذ خارجي	450 مم تحت مستوى الأرض على نحو نموذجي
	خدمات كابلية	متنوع، اعتماداً على مُزوّد المعطيات؛ الاتصالات وما شابه	كما يطلبه مورد الخدمة الكابلية	تأكد من فصل كابلات المعطيات عن كابلات التغذية لتجنب خطر التداخل الكهرطيسي
أنابيب ذات أقطار صغيرة	غاز	أصفر	دخول من خلال عداد خارجي موضوع ضمن علبة محمية مع منفذ خارجي؛ تأكد من وجود كُمّ عبر فتحة الجدار	600 مم بالحد الأدنى تحت مستوى الأرض

(2) المعتمد في المملكة المتحدة (المترجم).

	ماء	أزرق	مدخل عبر الجدار تحت سطح الأرض والطابق الأرضي إلى صنبور إغلاق داخلي	750 مم بالحد الأدنى تحت مستوى الأرض لتجنب الصقيع والعطب الناجم عن الأحمال على الأرض؛ توضع الأنابيب داخل أكمام منحنية ضمن الجدار والأرضية
أنابيب ذات أقطار كبيرة	مجرور صرف صحي	متنوع، عادة بني أو طيني	يوفّر تسهيلات للحركة التفاوتية في مكان المرور ضمن الجدران تحت الأرض، يجب استخدام عتبة أو أنبوب متأرجح	يمدّ في فرشة حبيبية؛ ويحمى من التخريب الفيزيائي كما تدعو الحاجة

الفصل السادس

الطوابق الأرضية

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- التمييز بين الخيارات المتنوعة لتشكيل الطوابق الأرضية للمساكن
- فهم المتطلبات الوظيفية للطوابق الأرضية ومعايير انتقاء البدائل
- فهم تفاصيل التشييد المرتبطة بكل حل من الحلول التصميمية المحتملة، وستدرك تسلسل العمليات المتضمَّنة في تشكيلها في الموقع.

يحوي هذا الفصل على الفقرات التالية:

1.6 وظائف أرضيات الطوابق الأرضية ومعايير الانتقاء

2.6 خيارات الأرضيات المدعَّمة أرضياً

3.6 خيارات الأرضيات المعلَّقة.

نقطة معلومات:

- BRE DAS الأرضيات الخشبية المعلَّقة: نصائح للاستخدام
- BRE دليل المبنى الجيد رادون 25 (غاز إشعاعي): دليل للإجراءات الوقائية في المباني الحديثة
- BS 6515: مواصفات مداميك البوليثين المانعة للرطوبة المستخدمة في البناء
- BS 8102: قانون الممارسة لحماية البنية من المياه الأرضية
- BS 8110: الاستخدام البنيوي للخرسانة.

1.6 وظائف أرضيات الطوابق الأرضية ومعايير الانتقاء

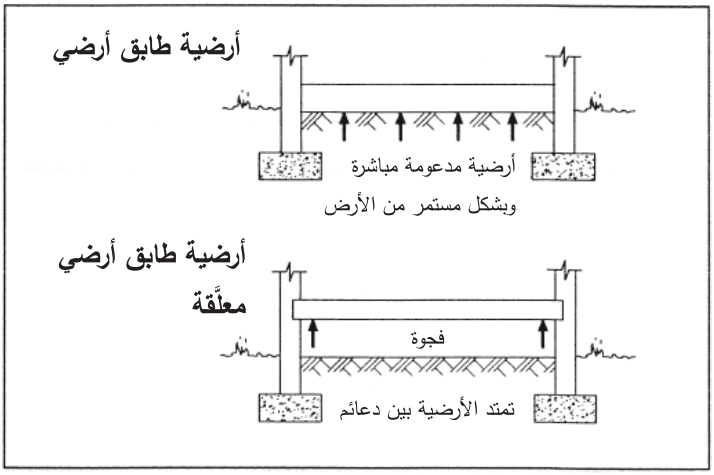
مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قد فهمت المتطلبات الوظيفية لأرضيات الطوابق الأرضية للمساكن.
- وستُقدِّر تبعات حالات الأرض وخصائص اختيار الموقع على انتقاء خيارات الطابق الأرضي.
- وستدرك مضامين صيغ تشييد الأساسات والجدران الخارجية على انتقاء حلول تصميم الطابق الأرضي.

نظرة عامة

تأخذ أرضيات الطوابق الأرضية صيغاً متعددة تعتمد، من بين أشياء أخرى، على طبيعة الموقع، وعلى نوعية التشييد، وعلى السرعة المطلوبة لإقامة المبنى. لكن كافة حلول التصميم المتاحة تحقق المتطلبات الوظيفية ذاتها. وستجري مناقشة المتطلبات الوظيفية بالتفصيل لاحقاً في هذا الفصل. تُصنَّف أرضيات الطوابق الأرضية ضمن مجموعتين رئيسيتين: الأرضيات المعلَّقة، والأرضيات المدعَّمة أرضياً (أو الأرضيات الصلبة). الفرق بين هاتين الصيغتين موضَّح كما يلي (الشكل 1.6):

- تُشكَّل الأرضيات الصلبة بحيث يكون الجزء السفلي من الأرضية على تماسٍ مباشر مع الأرض ومدعوماً منها.
- تُشكَّل الأرضيات المعلَّقة بحيث تكون العناصر البنيوية للأرضية ممتدة فوق ركائز، غير معتمدة على الأرض مباشرة لدعم بنيتها الهيكلية. وقد ينجم عن هذا وجود فجوة بين الأرضية والأرض.



الشكل 1.6 تصنيف الأرضيات

المتطلبات الوظيفية لأرضيات الطوابق الأرضية

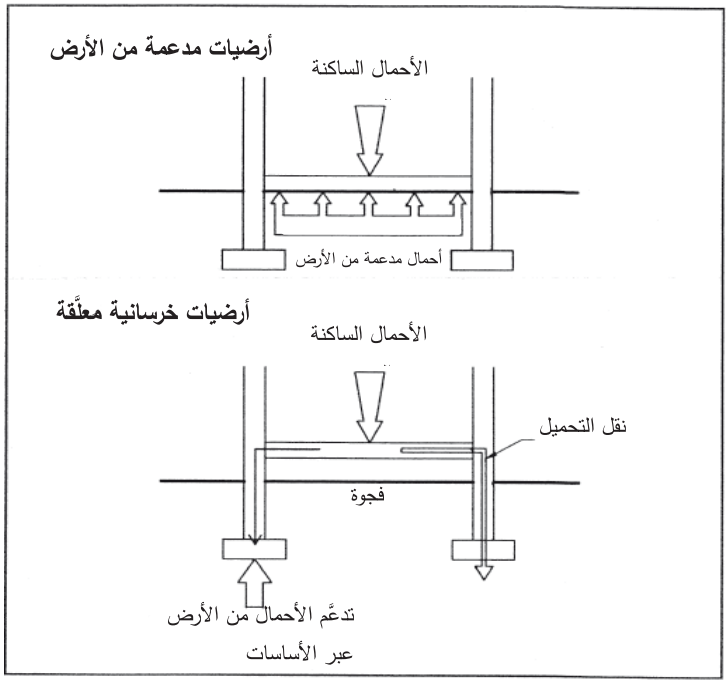
إن الوظيفة الرئيسية لأرضية الطابق الأرضي هي توفير منصة آمنة ومستقرة للنشاطات التي تجري ضمن المسكن. لكن، وإضافة إلى ذلك، ثمة عدد من الوظائف الأخرى التي لا تقلُّ أهميةً يجب أن تحققها الأرضية لتلبية احتياجات المستخدم ومتطلبات أخرى تفرضها قوانين البناء.

تُملي الأهمية النسبية لسمات الأداء هذه، طبيعةَ صيغة تشييد أرضيات الطوابق الأرضية. بالإضافة إلى وجود سلسلة من السمات تتعلَّق بالموقع المختار وبالصيغة العامة لتشييد المسكن، لها تأثير في اختيار الأرضية؛ ستجري مناقشتها بالتفصيل لاحقاً. لندرس أولاً الأداء العام أو المتطلبات الوظيفية لأرضيات الطوابق الأرضية من كافة الأنواع. يمكن إجمال هذه المتطلبات الوظيفية كما يلي:

الاستقرار البنيوي

يجب تصميم وتشييد الطابق الأرضي لأي مسكن بطريقة يستطيع من خلالها دعم الأحمال الساكنة والأحمال المتغيرة الممكن أن يتعرَّض لها.

وبالتالي يجب أن تكون صيغة التشييد بحيث تؤدي إلى أرضية صلبة يمكنها مقاومة أو ترحيل هذه الأحمال من دون حدوث تشوهات مفرطة ومن دون خطر الفشل البنيوي (الشكل 2.6). ففي حالة الأرضيات المدعَّمة من الأرض، يعتمد هذا على البنية الهيكلية للأرضية، التي هي على تماس مباشر مع الأرض، لنشر الأحمال بطريقة فاعلة. أما في حالة الصيغ المعلَّقة، فتعتمد الآلية على ترحيل الحمل إلى عناصر المبنى الداعمة، التي عادة ما تأخذ صيغة الجدران القَزَمة أو جدران الارتكاز المنخفضة الارتفاع.



الشكل 2.6 نقل الحمل عبر

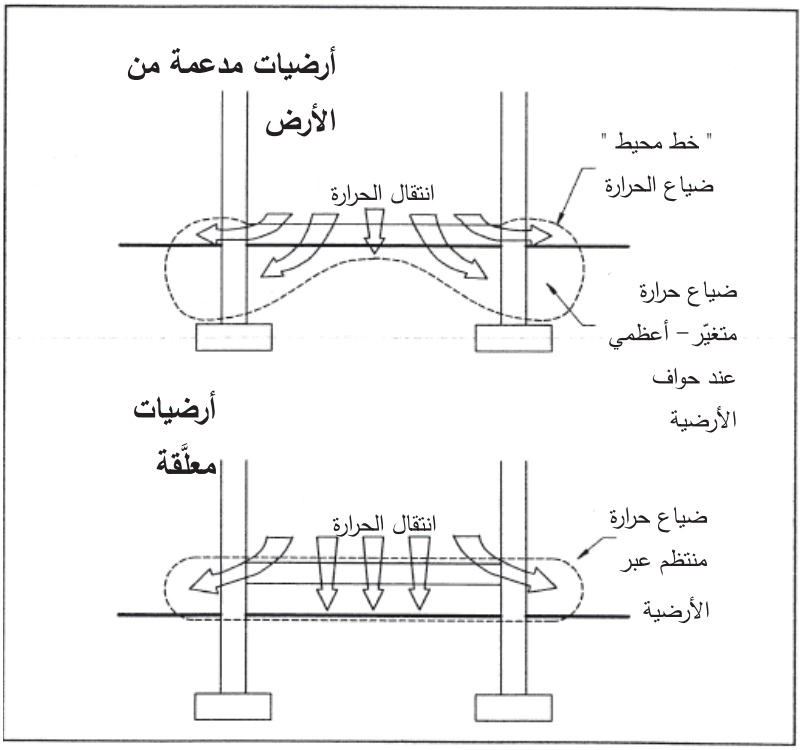
العزل الحراري

ثمة ضرورة أن توفِّر الطوابق الأرضية مقداراً من المقاومة لمرور الحرارة، مثلما هو الحال في كافة عناصر النسيج الخارجي للمباني (الشكل 3.6). يتغير مقدار الحاجة لاستخدام مواد عازلة تبعاً لبنية الأرضية ولتشكيلها. ولكن مع زيادة المستويات المطلوبة للعزل والتي تفرضها قوانين

البناء، ازدادت الحاجة لتوفير مواد عزل خاصة كجزء من تركيبة الأرضية. تختلف طبيعة ضياع الحرارة عبر الطوابق الأرضية بين أنواع الأرضيات المعلَّقة وأنواع الأرضيات المُدعَّمة من الأرض.

في حالة الأرضيات الصلبة، ينتج من تشكيل الأرضية التي هي على تماسٍ مباشر مع الأرض وجود منطقة محمية في قلب نطاق الأرضية. ويوفِّر ذلك مقداراً من العزل الفاعل للنطاق المركزي من الأرضية مما يمنع ضياع الحرارة. وفي فترات الطقس الباردة يمكن الافتراض عموماً أن داخل المبنى سيكون أدفأ من الخارج، بما في ذلك الأرض الداعمة للمبنى. تمتص الأرض الواقعة تحت الأرضية مقداراً من الحرارة من المبنى. إضافة إلى حدوث انتقال للحرارة من محيط الأرضية إلى الأرض المحيطة وإلى الجو الخارجي. كما سيكون هناك ضياع للحرارة عبر حواف الأرضية عند الملتقى مع الجدران الخارجية للمبنى بالقرب من مستوى الأرض. ولن تحدث هذه الآليات في مركز الأرضية، حيث يصل ضياع الحرارة إلى "حالة مستقرة" ويكون بمقدار منخفض جداً.

لهذا السبب يكون مستوى ضياع الحرارة عند حواف الأرضية أكبر بكثير منه في المنطقة المركزية. وبالتالي، من الأفضل اقتصادياً في حالة الأرضيات ذات المساحات الكبيرة، عزل الأرضية بمستويات مختلفة في المواضع المختلفة. في الماضي كان يُعزل عند محيط الأرضية فقط، مع ترك المنطقة المركزية غير معزولة. ولكن في حالة أرضيات المساكن، فإن أبعاد الأرضيات صغيرة جداً لتكون هذه المقاربة اقتصاديةً. فالتوفير المحتمل في كلفة المواد يقابله التعقيد المضاف لتفاصيل التشييد المختلفة. ولهذا، جرت العادة على عزل الأرضيات المدعمة من الأرض للمساكن كاملاً. ومع الزيادات المقترحة في متطلبات العزل للأرضيات والمتضمنة في قوانين البناء، فإن مقدار مواد العزل المطلوبة سيزداد أكثر.



الشكل 3.6 ضياع الحرارة عبر الأرضيات

في حالة الأرضيات المُعلَّقة، يؤدي وجود فجوة تحت الأرضية إلى مستوى منتظم لنقل الحرارة عبر الأرضية. تتعرض الفجوة لمرور الهواء، وبالتالي فمن غير الممكن تشكُّل منطقة مركزية ذات حالة مستقرة. ولهذا، من الضروري توفير مستوى منتظم من العزل عبر كامل الأرضية. وكما في حالة الأرضيات المدعمة من الأرض، يبقى احتمال حدوث ضياع للحرارة عند حواف الأرضية التي على تماسٍ مباشر مع الجدران الخارجية قائماً. يجب أخذ هذه الأمور بالحسبان عند دراسة مسألة التزويد بالعزل.

منع المياه الأرضية

جرى بحث مسألة منع مرور الرطوبة إلى داخل المسكن بالتفصيل في مكان آخر ضمن هذا الكتاب، ولكن من المفيد أن نتذكَّر أن هذا المطلب هو موضوع القسم (C) من قوانين البناء. من المهم جداً أن ندرك أنَّ احتمال

مرور المياه الجوفية إلى الطابق الأرضي للمسكن عاملٌ في غاية الأهمية. ولهذا السبب يجب أن تحتوي صيغة تشييد الأرضية، سواء كانت الأرضية مدعومة من الأرض أم معلَّقة، على تفاصيل مصمَّمة لوقف مرور الرطوبة.

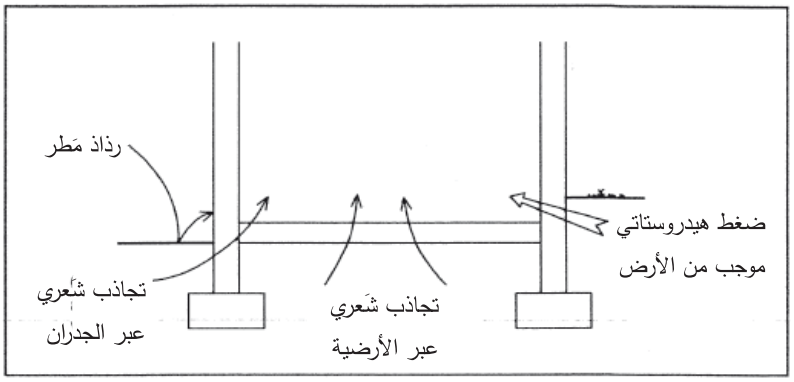
تُعتبر الخاصةُ الشعرية الآليةَ العادية لمرور الرطوبة عبر الطوابق الأرضية (الشكل 4.6). تُسحب الرطوبة إلى داخل المبنى نتيجة **للفعل الشَّعري** ضمن المواد المسامية، مثل الخرسانة. ويجب مقاومة هذا الفعل من طريق تضمين إما مواد كتيمة أو فواصل شعرية[1] ضمن الأرضية. في بعض الحالات قد يكون ثمة مشكلة مُضافة تتمثل في دفع الرطوبة إلى المبنى بواسطة الضغط الموجب. ويحدث هذا عندما تكون الأرضية تحت مستوى الأرض الخارجية. ومع أن مثل هذه الحالات أصبحت نادرة في وقتنا الحاضر، تبقى المشكلة قائمة في المباني القديمة ذات الأقبية، أو في المواقع التي يتغير فيها مستوى الأرض كثيراً، كما هو الحال في المواقع المنحدرة. في هذه الحالات ثمة احتمال أن يُدفع الماء إلى داخل المبنى بفعل الضغط الهيدروستاتي.

الفعل الشَعري أو الخاصية الشعرية هو ميل الماء إلى المرور عبر المواد المسامية بسبب خصائص السطح للفجوات ضمن المادة.

الديمومة

بما أن طبيعة البيئة التي يجب أن تعمل ضمنها الطوابق الأرضية عدائية، وجب أن يكون للمواد المستخدمة ديمومة بما يكفي لتوفير مدة حياة مُرْضية، وبالتالي يعتبر انتقاء المواد المناسبة ضرورياً لتعمِّر الأرضية طويلاً.

(1) تُحدث الفواصل الشعرية في الأرضيات بعرضٍ كافٍ لا تستطيع نقاط الماء تجاوزه والمرور خلاله بفعل الخاصة الشعرية (المترجم).



الشكل 4.6 طُرُق دخول الرطوبة عبر الأرضيات

توفير إكساء ملائم لسطح الأرضية

يجب أن توفِّر أرضية الطوابق الأرضية في المساكن سطحاً مستوياً وناعماً يسمح بوضع أغطية مريحة وزُخرفيّة للأرضية. يُمكن لعدم الانتظام الطفيف في سطح الأرضية أن يؤدي إلى تآكل مبكِّر للإكساءات. من الضروري أيضاً أن يكون الإكساء مستوياً وآمناً، إذ إن التموُّج الطفيف وعدم الانتظام يمكن أن يؤديا إلى إحداث مخاطر غير متوقعة.

ونتيجة لذلك، تُكسى الأرضيات الخرسانية إما باستخدام قدّة لوضع طينة (عادة مزيج من الإسمنت والرمل الناعم) أو باستخدام جلاّية (انظر لاحقاً في هذا الفصل).

العوامل المؤثرة في انتقاء أرضيات الطوابق الأرضية

يؤثر عدد من العوامل في انتقاء بدائل أرضيات الطوابق الأرضية. وتتعلق هذه العوامل بالأداء الوظيفي لكل خيار من الخيارات، كما أنها تأخذ بالحسبان ما يلي:

- الطبيعة العامة لصيغة التشييد
- طبيعة الموقع
- الأحمال المتوقَّعة
- إنهاء السطح المطلوب

- الكلفة

عند تقييم الحلول التصميمية الإفرادية لا بد من أخذ هذه العوامل بعين الاعتبار. يجب أن نتذكَّر دوماً أنه عند وجود بديلين يمكنهما تلبية المتطلبات الوظيفية بشكل متماثل، فمن المؤكد انتقاء الخيار الأرخص.

تمرين

رتب حلول الأرضيات التالية بحسب تقديرك للكلفة بدءاً من الحل الأرخص:
- خرسانية معلقة
- خشبية معلقة
- خرسانية صلبة

ما الذي يمكن أن يؤثر في كل نوع؟
ما فوائد وجود فجوة تحت الطابق الأرضي؟
ما الذي يجعلك تختار أرضية معلَّقة بدلاً من أرضية صلبة؟

2.6 خيارات الأرضية المدعَّمة من الأرض

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قد أدركت البدائل المتنوعة لتشكيل أرضيات مدعَّمة من الأرض للمساكن.
- وستدرك عناصر التأثير المتبادل الرئيسية بين الأرضيات والجدران.
- وستصبح على معرفة بمكونات تشكيلات الأرضية المختلفة.
- وستفهم وظائفها والآليات التي تُحقَق بها هذه الوظائف.

نظرة عامة

كما ذكرنا سابقاً فإن المواصفة الرئيسية للأرضيات المدعَّمة من الأرض هي أنها على تماسٍ مباشر مع الأرض تحتها، وهي تنقل أحمالها عبر منطقة التماس هذه. يطلقُ على هذه الأرضيات المصطلح "الأرضيات الصلبة"، حيث لا توجد فجوة أو مناطق فارغة ضمن التشييد. تأخذ الأرضيات

المدعمة من الأرض عدة صيغ، ومع أن جميع هذه الصيغ متشابهة في المبدأ، فإنها تختلف في تفاصيل التصميم والتشييد. يجب على جميع خيارات الأرضيات تلبية متطلبات الأداء ذاتها، وبالتالي فإن مستوى المرونة بشكل عام محدود. ومع ذلك توجد عدة بدائل، ويعود السبب في ذلك إلى إمكانية تبنّي عدة مواضع للعناصر الإفرادية المستخدمة في تجميع الأرضية.

تشييد الأرضيات الصلبة

كما لاحظنا سابقاً، يستخدم المصطلح "أرضية صلبة" لوصف الأرضيات المدعمة من الأرض؛ وتتبنى كافة الخيارات المقاربة ذاتها في التشييد وذلك باستخدام صيغة طبَقية تشمل عدة عناصر مستقلة. تعتبر بلاطة الأرضية عنصر دعم الأحمال الرئيسي، وعادة ما تأخذ شكل طبقة من الخرسانة الكتلية المصبوبة في الموقع إلى المستوى المطلوب. في الأرضيات التي تتعرض لأحمال كبيرة، أو عندما تكون سعة تحمُّل الأرض منخفضة، تُدعَّم البلاطة بقضبان من الفولاذ المطاوع أو بشبكة. في الظروف العادية تُستخدَم بلاطة بسماكة من 100 إلى 150 مم.

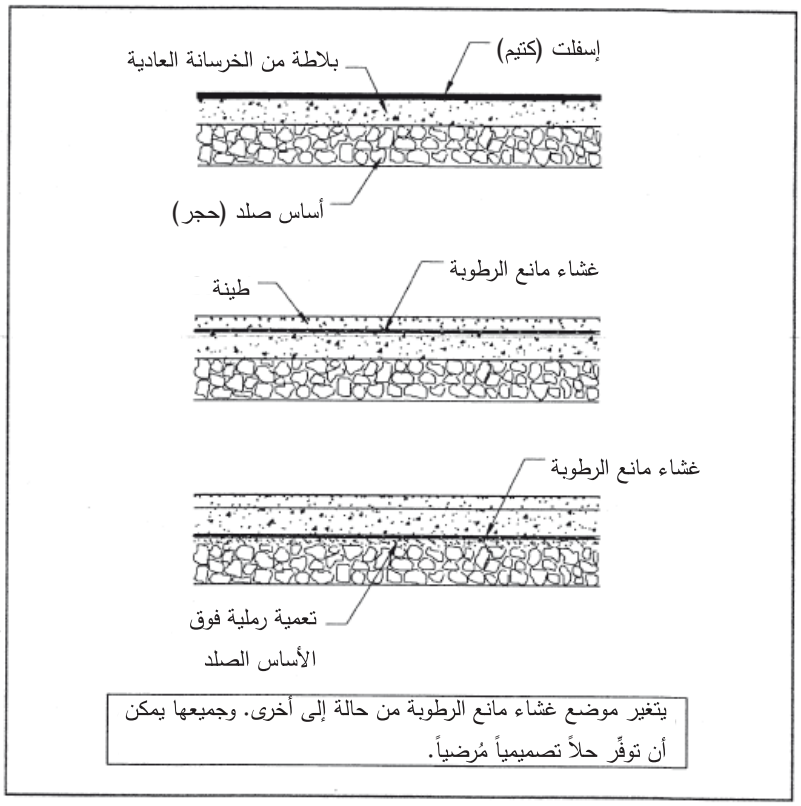
يجب أن يكون سطح الأرضية مناسباً لإجراء الإنهاء السطحي، أو أن يكون قابلاً للاستخدام مباشرة؛ إذ إن سطح البلاطة المصبوبة غالباً ما يكون غير مناسب. يتم الصقل النهائي بعدة طرق، لكن الطريقة الأكثر شيوعاً هي استخدام قدَّة لفرش الطينة (طبقة من الرمل والإسمنت بسماكة 50 مم) لتوفير سطح قابل للتآكل. البديل لهذا هو استخدام طبقة من الإسفلت المصطكاوي الكتيم، أو أن يُصقل سطح البلاطة المصبوبة مباشرة باستخدام جلاّية آلية.

كما لاحظنا سابقاً فإن منع الرطوبة يعتبر ذا أهمية قصوى في مناطق مثل الطوابق الأرضية، ولهذا السبب يُرسى غشاء مانع الرطوبة (DPM) إما فوق أو تحت البلاطة، ويرتبط مع مدماك مانع الرطوبة (DPC) في الجدران لتشكيل حاجز متَّصل. يُدعم مانع الرطوبة أيضاً بالتزويد بطبقة من الأساس الصلد تحت بلاطة الأرضية. تتألف فرشة الأساس الصلد من طبقة من الحجر المجروش أو من الآجر المكسَّر وتكون بسماكة 150 مم بالحد

الأدنى. تعمل الطبقة على توفير قاعدة مستوية ومنتظمة يمكن للبلاطة أن توضع فوقها. إضافة لذلك، تعمل الفجوات بين أجزاء الأساس الصلد على كسر المسار الشَعري للرطوبة الصاعدة من الأرض. وإذا لم تُضغط طبقة الأساس الصلد بشكل مناسب، فقد تتعرض للتصلُّد بعد تحميل الأرضية؛ ولهذا فإنها توضع على هيئة طبقات رقيقة بسماكة 100– 150 مم وتضغط بعناية مع تقدم العمل. توضع بعد ذلك طبقة رقيقة من الرمل الناعم أو الرماد فوق الأساس الصلد لمنع تمزيق غشاء مانع الرطوبة بواسطة الأجزاء الحادّة للأساس الصلد. تسمى هذه العملية بـ "التعمية". في الحالات التي يوضع فيها غشاء مانع الرطوبة فوق البلاطة، تعمل طبقة التعمية المضافة أيضاً على مقاومة مرور جزيئات الإسمنت الناعمة من الأرضية إلى الأساس الصلد، مما يُضعف الأرضية المنتهية.

الأساس الصلد هو طبقة من الحجر المجروش توضع وتُضغط لتشكِّل طبقة قاعدة للبلاطة. ويجب انتقاء المادة المستخدمة بعناية لتجنُّب إدخال ملوثات ضمن البناء. كان الآجر المكسور شائع الاستخدام قديماً، لكنه أصبح الآن نادر الاستخدام.

عند تشييد البلاطة، يمكن وضع غشاء مانع الرطوبة في عدة مواضع، كما يمكن له أن يأخذ صيغة الإنهاء الكتيم مثل الإسفلت، كما يبينه (الشكل 5.6).

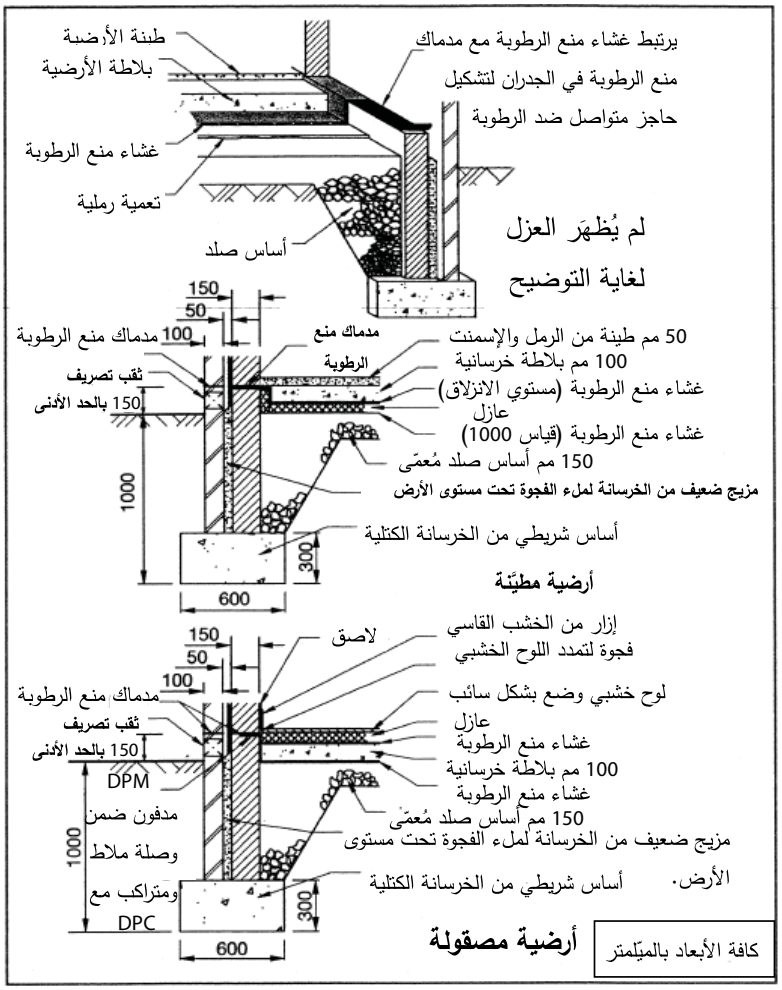


الشكل 5.6 موقع غشاء مانع الرطوبة

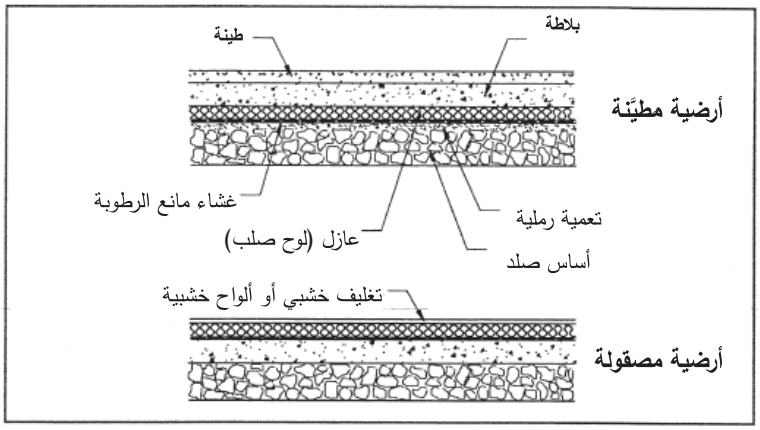
لجعل بلاطة الأرضية مُحكمة ضد الماء من الضروري إنشاء منطقة تراكب ما بين غشاء مانع الرطوبة في الأرضية ومدماك مانع الرطوبة في الجدران (الشكل 6.6).

لتخفيض ضياع الحرارة إلى مستويات مقبولة نحتاج إلى عزل الأرضية. ووفقاً لقوانين البناء، فإن قيمة U (معامل النقل الحراري) المطلوبة لأرضيات

الطوابق الأرضية تساوي نموذجياً 0,25 واط/م^2 كلفن. ولتحقيق هذا المستوى من المقاومة الحرارية، من الضروري استخدام طبقة من مادة عازلة ذات فاعلية عالية مثل البوليستيرين المُمدَّد، ويمكن وضعها في عدد من المواضع البديلة كما يبينه (الشكل 7.6).

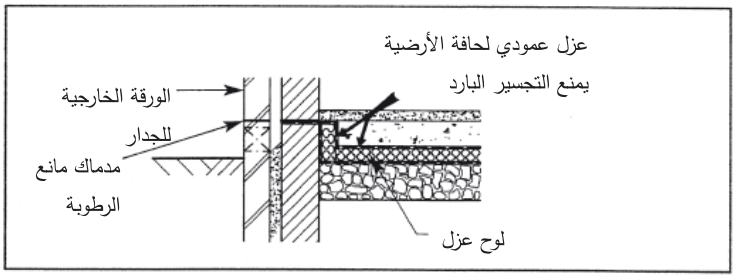


الشكل 6.6 نقاط الالتقاء بين الأرضية



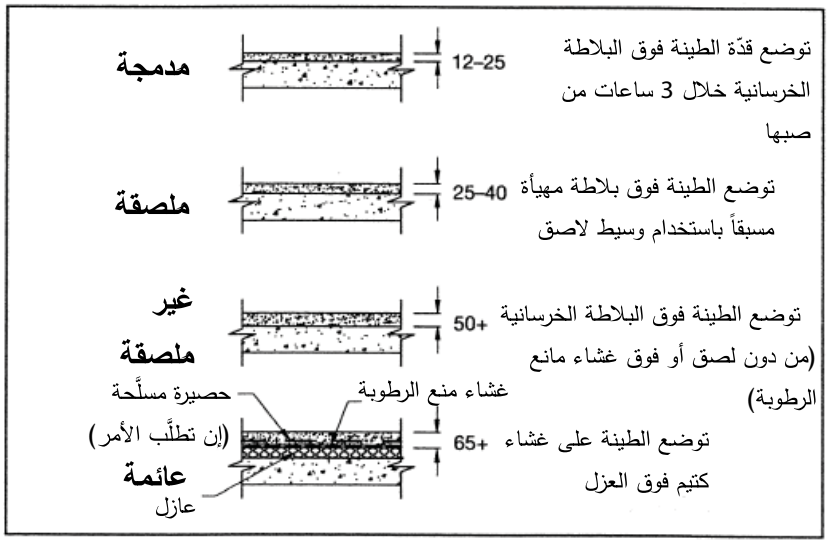
الشكل 7.6 طرق عزل أرضية الطابق

يَحدث معظم الضياع الحراري عند الحدود الخارجية للأرضية، وعادة بفعل **التجسير البارد** عند نقطة التماس بين الأرضية والجدار الخارجي. ولهذا السبب، يجري توفير العزل عمودياً أيضاً عند الوصلة بين العنصرين (الشكل 8.6).



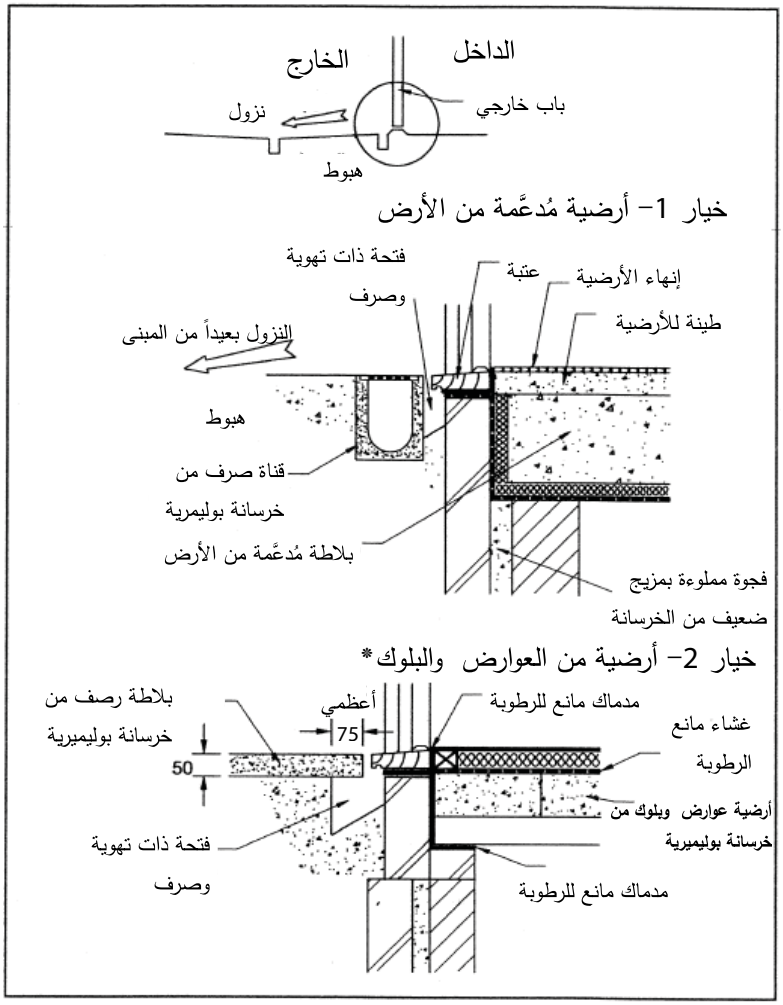
الشكل 8.6 منع التجسير

إذا استخدمنا القدة لإنهاء بلاطة الأرضية الخرسانية بدلاً من المِصقلة الآلية، فثمة عدد من الطرق التي يمكن من خلالها وضع الطينة. يبين الشكل 9.6 عدداً من البدائل؛ ويعتمد الاختيار على طبيعة استخدام المبنى وعلى الأحمال المتوقعة، إضافة إلى نوع الإنهاء الذي جرى انتقاؤه. عند وضع العزل فوق البلاطة وتحت طينة الأرضية، نحتاج إلى طينة أكثر سماكة لمقاومة التصدُّع إذ قد يتمزق العازل بتأثير الأحمال المطبقة.



الشكل 9.6 وضْع الطينة

نحتاج في بعض الأحيان لإجراء ترتيبات خاصة للأرضيات لتلبية حالات معينة، مثل دخول المعوقين. من المهم في هذه الحالة إزالة أي فرق في المستوى بين الرصيف الخارجي ومستوى الأرضية الداخلي للسماح بتنقل سلسٍ بين الخارج والداخل. يمكن تحقيق التوافق بين المستويين الخارجي والداخلي عند باب المدخل، لكن إنشاء سطوح مستوية في هذا الموضع يحتاج إلى تضمين تفاصيل لاعتراض مياه الأمطار. يبين (الشكل 10.6) خيارات التصميم المحتملة الهادفة إلى تسهيل دخولٍ مستوٍ إلى المباني من دون الحاجة إلى العتبات المرفوعة.



الشكل 10.6 مدخل المعوقين والعتبات المستوية

تمرين

ما هما الطريقتان اللتان يمكن من خلالهما صقل بلاطة أرضية خرسانية للتحضير لوضع سجادة؟

ما هي التعمية الرملية وأين توضع؟

حدد نقاط "الجسر البارد" المحتملة ضمن طيف من التفصيلات الأرضية. كيف يمكن تجنُّب حدوث الجسر؟

* يستخدم المصطلح **أرضية العوارض والبلوك** ليدل على طريقة محددة لوضع الأرضيات وخاصة في الطوابق الأرضية. ويمكن وضع هذه الأرضيات بسهولة، وتتألف الأرضية من عوارض خرسانية مشكَّلة على هيئة حرف T توضع في المكان وتُملأ الفراغات بينها ببلوك خرساني ثم تُلصق مع بعضها باستخدام مزيج من الرمل والإسمنت (المترجم).

3.6 خيارات الأرضية المُعلَّقة

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستتعرف على صيغ الأرضيات المُعلَّقة المتاحة للاستخدام في تشييد المساكن.
- وستفهم فوائد تبنّي تشييد الأرضيات المُعلَّقة والأسباب التي دعت لاستخدامها في المساكن.
- وستفهم طبيعة البدائل الخشبية والخرسانية.
- وسيصبح لديك معرفة بتفاصيل التشييد لكل منها.

نظرة عامة

في بعض الحالات لا يكون استخدام الأرضيات المدعَّمة من الأرض مناسباً نتيجة لعوامل وظيفية. وقد أصبحت رغبةُ استبعاد "**الحِرَف الرطبة**" من عملية التشييد عاملاً مهماً في عملية الانتقاء. لهذا السبب ولأسباب أخرى بدأ تبنّي الأرضيات المُعلَّقة يزداد شعبية. ويظهر هذا واضحاً في الصيغ الخرسانية المُعلَّقة، إذ إن البدائل الخشبية أصبحت أقل شعبية أولاً بسبب الكلفة، وبسبب قضايا تتعلق بالديمومة.

في الحالات حيث من الضروري توفير فجوة كبيرة تحت الطابق الأرضي، يصبح استخدام الأرضية المُعلَّقة أمراً ضرورياً. تتكون هذه الأرضية في صيغتها الأكثر تقليدية من سلسلة من العوارض الخشبية مغطاة بسطح تآكل متين مثل ألواح الخشب اللين. ما زال هذا النظام شائعاً في تشييد المساكن، ولكنه استُبدل في المباني التجارية والصناعية بأنظمةٍ أكثر

حداثة، قادرة على حمل الأحمال الضخمة من دون أن تكون عُرضة للتفسُّخ بمرور الزمن. تعتمد هذه الأنظمة عموماً على استخدام وحدات خرسانية مُسلَّحة مُسبقة الصبّ، مع بقاء استخدام بلاطات خرسانية مسلَّحة بسيطة، تُصبُّ في الموقع، خياراً قائماً.

"**الحِرَف الرطبة**" هي عمليات التشييد التي تتضمن استخدام مواد "رطبة" مثل الإسمنت، والملاط، والجص، والخرسانة. تزايد استخدام بدائل" جافة" لتجاوز الوقت الضائع المطلوب لجفاف تلك العناصر أو لتقسيتها، وللسماح بعمليات تالية تنفَّذ خلال ذلك.

أرضيات الطوابق الأرضية الخشبية

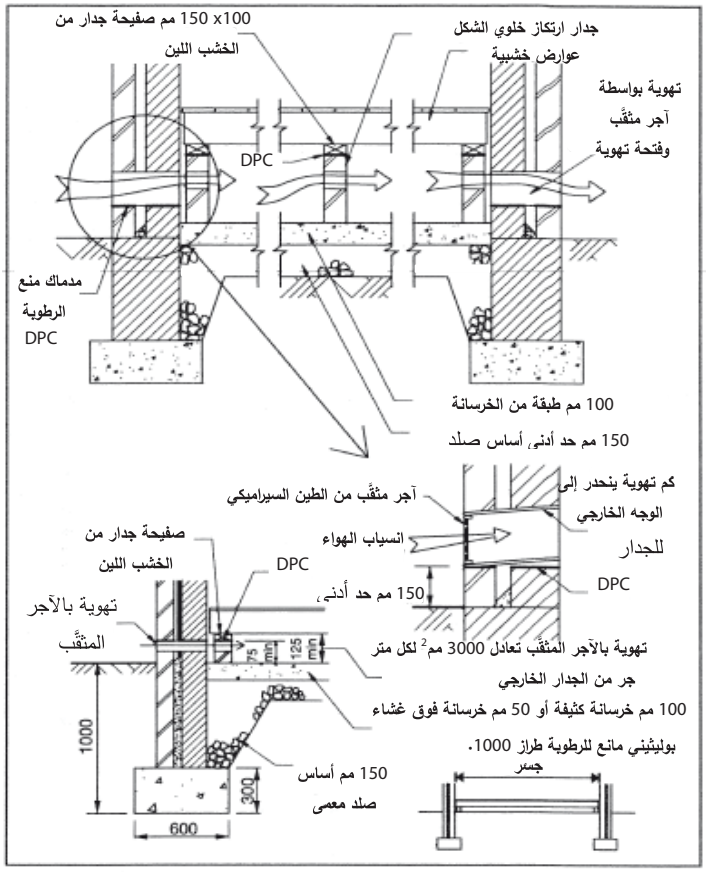
يُطلق على أرضيات الطوابق الأرضية الخشبية اسم الأرضيات "المُعلَّقة" أو "المُجوَّفة". وهي تمثل الصيغة التقليدية لأرضية الطابق الأرضي، ولها كثير من الفوائد للقاطن، بالرغم من الكلفة العالية، التي لا تشجِّع البنائيين على استخدام هذه الصيغة. يرى القاطنون هذه الأرضيات على أنها ممتعة جمالياً، كما أن ثمة توجُّه حديث لاستخدام ألواح أرضية مطلية أو ملونة بوصفها بديلاً مُفضَّلاً للسجاد. وبالمقارنة مع الأرضيات الخرسانية، فإنها أيضاً أكثر دفئاً وتوفِّر مقداراً من المرونة.

في ما عدا كلفتها المرتفعة نسبياً فإن لها بعض المزايا لمتعهد البنّاء أيضاً، إذ إن هناك دوماً فجوة هوائية تحت الأرضية، والتي تعتبر ممراً مفيداً جداً لإرساء أنابيب الماء، مثل أنابيب التدفئة المركزية، ولتمرير التمديدات الكهربائية أيضاً. إن عملية إرساء هاتين الخدمتين سهلة جداً في المنشآت ذات الأرضيات المُعلَّقة.

ينتج من الطبيعة الاسترطابية للخشب احتمال حدوث تعفُّن وتخرُّب ناتج من الرطوبة، وبالتالي يجب إبقاء الخشب بعيداً عن أية رطوبة. في بدايات القرن الماضي، كانت العادة أن تُرسى عوارض أرضيات الطوابق الأرضية مباشرة في الجدران الخارجية للمبنى، وسواء كانت الجدران الخارجية صلبة أو ذات فجوة فإن هذه العملية تترك العوارض عُرضة

لامتصاص الرطوبة. وقد عانت معظم مباني هذه الحقبة التي لا تزال قائمة من مشاكل في أرضياتها، وقد استُبدلت الأرضيات الخشبية المعلَّقة للكثير منها بأرضيات خرسانية صلبة بسبب مشاكل التعفُّن.

بصرف النظر عن عمر المبنى، جرت العادة على تهوية الفجوة تحت الأرض لمنع حالات الرطوبة التي يمكن أن تسبب العفن. يبين الشكل 11.6 هذا التقليد في الأرضيات الخشبية المجوَّفة الأكثر حداثة، حيث أصبح الآن إجراءاً معيارياً منعُ حدوث تلامس مع الجداران الخارجية للمبنى وذلك بوضع العوارض الأرضية فوق جدران ارتكازية منخفضة الارتفاع.

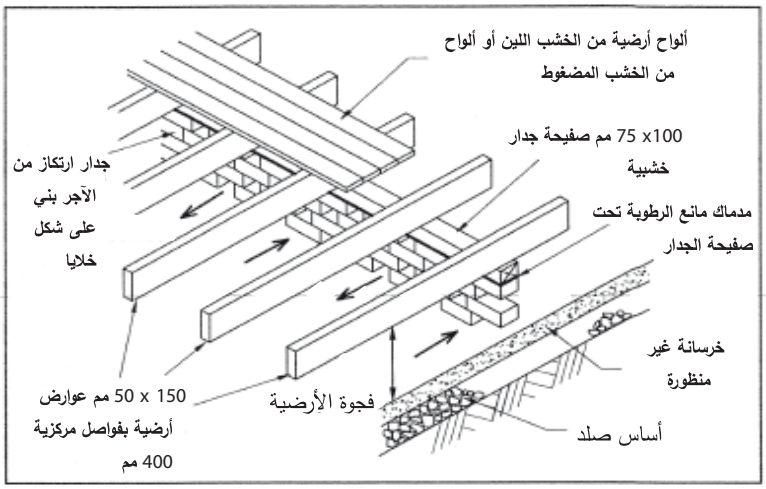


الشكل 11.6 تفاصيل الأرضية الخشبية

يبين الشكل 11.6 التهوية المتقاطعة المرغوبة المتوافرة من خلال استخدام آجر مثقَّب. كما يبين أيضاً استخدام صفائح جدران خشبية تأخذ الأحمال النقطية من كل عارضة وتنشرها على طول جدران الارتكاز المنخفضة الارتفاع. وقد بُنيت هذه الجدران بمقطع سداسي (مع عدد من قطع آجر ناقصة) للسماح للهواء تحت الأرضية أن ينساب بطريقة مناسبة. إن أحد أسباب كون هذه الأرضية غالية نسبياً مقارنة مع البدائل الأخرى، هو الحاجة إلى أرضية خرسانية إضافية لدعم جدران الارتكاز المنخفضة الارتفاع. ويشار إلى هذه الخرسانة عموماً، وكما هو مبين، بطبقة الخرسانة "غير المنظورة"، وهي تتطلَّب، كما هو الحال في بلاطة الأرضية، طبقة مناسبة من الأساس الصلد لدعمها.

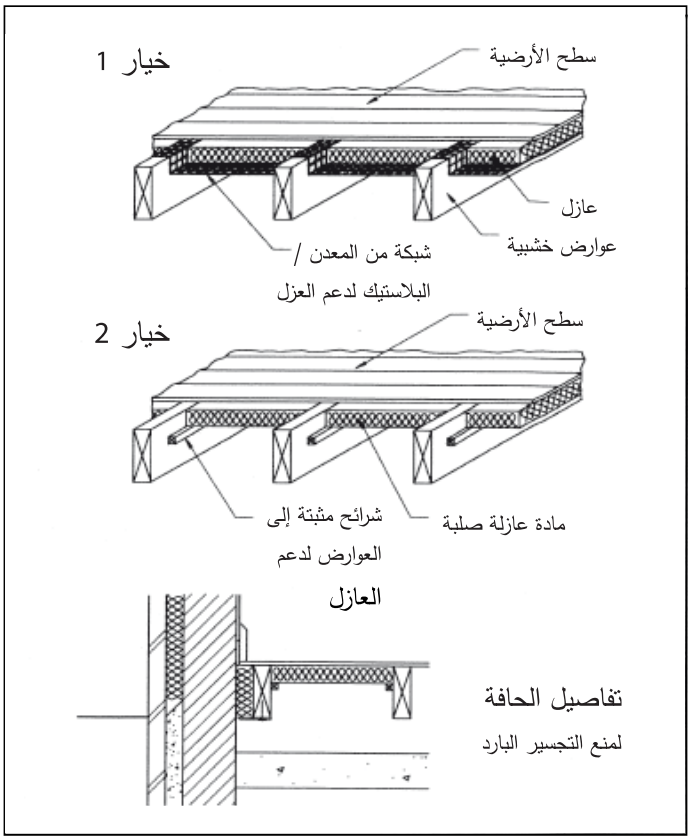
يبين الشكل 12.6 ذات الأرضية الخشبية من خلال مقطع توضيحي، يساعد على معرفة بنية جدار الارتكاز منخفض الارتفاع ووظيفة صفيحة الجدار بتفاصيل أكثر.

إن أحد الانتقادات التي توجه إلى الأرضيات الخشبية يتعلَّق بحفظ الحرارة. إذ لا يوجد غير لوح الأرضية يفصل داخل المسكن عن الفجوة الهوائية تحت الأرض. وعادة ما تكون الحرارة تحت الأرض منخفضة.



الشكل 12.6 مقطع في أرضية خشبية معلَّقة

ويساعد هذا، مع حركة الهواء، في المحافظة على الخشب؛ لكنه من جهة أخرى يساعد أيضاً على ضياع الحرارة عبر الأرضية. تمكن معالجة ذلك بسهولة بوضع عازل صلب بين العوارض، كما هو موضح بالشكل 13.6.



الشكل 13.6 إرساء الأرضيات الخشبية

يظهر الشكل أيضاً تفاصيل الحافة التي نحتاجها إذا رغبنا تجنُّب الجَسر البارد عند حواف الأرضية.

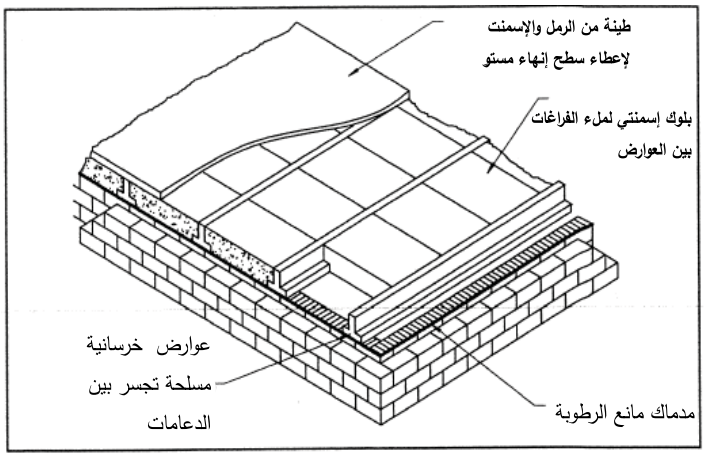
أرضيات العوارض والبلوك

يعتمد تشكيل أرضيات العوارض والبلوك على توفير سلسلة من العوارض المقطعية المسلحة موضَّعة ضمن فواصل ضيقة (نمطياً 600 مم)،

تَجْسِر بين الجدران الداعمة. عادة ما تكون هذه العوارض على شكل حرف T مقلوب لتسهيل دعم البلوك الذي سيوضع بينها. يضاف بعد ذلك طينة من الرمل والإسمنت فوق الأرضية لإعطاء سطح ناعم قابل لوضع السجاد والإكساءات الأخرى.

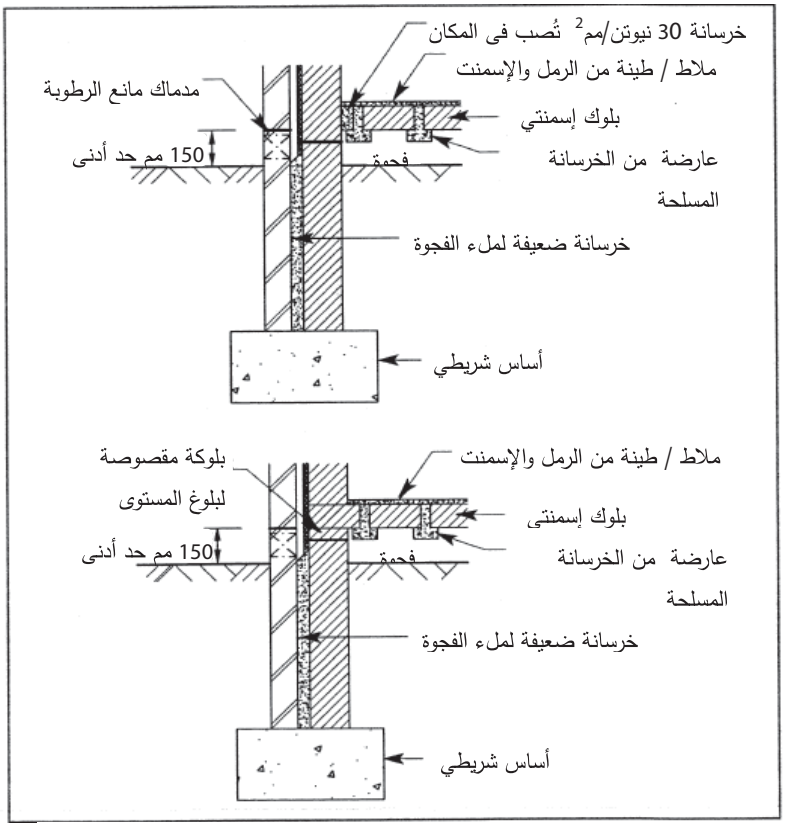
ميزة هذا النظام أنه يحتوي على سلسلة من الوحدات الصغيرة يمكن تشكيلها بسهولة في الموقع من دون الحاجة لتجهيزات مُمكننة.

وكما يبين الشكل 14.6، من المقبول إسناد هذا النوع من الأرضيات على السطح الداخلي للجدار الخارجي ذي الفجوة. ويعود السبب في ذلك إلى أن الأرضية ليست خشبية ولكن خرسانية. عندما تكون الأرضية مستندة إلى الجدران، خارجية كانت أم داخلية، يوضع مدماك مانع الرطوبة دوماً تحت مكونات الأرضية كما هو موضح بالشكل.



الشكل 14.6 أنظمة الأرضيات الخرسانية (العوارض والبلوك) مسبقة الصب

يوضع البلوك لملء الفراغات بين العوارض الخرسانية المسلحة، ومن السهل إنهاء البلوك عند حواف الأعمدة بقص البلوكة إلى الطول المطلوب. في الحافة الأخرى للأرضية تبقى فجوة صغيرة بين العارضة القريبة من الجدار الخارجي والجدار بحد ذاته. يبين الشكل 15.6 طريقتين لوضع طينة إنهاء الأرضية في هذا الموضع.

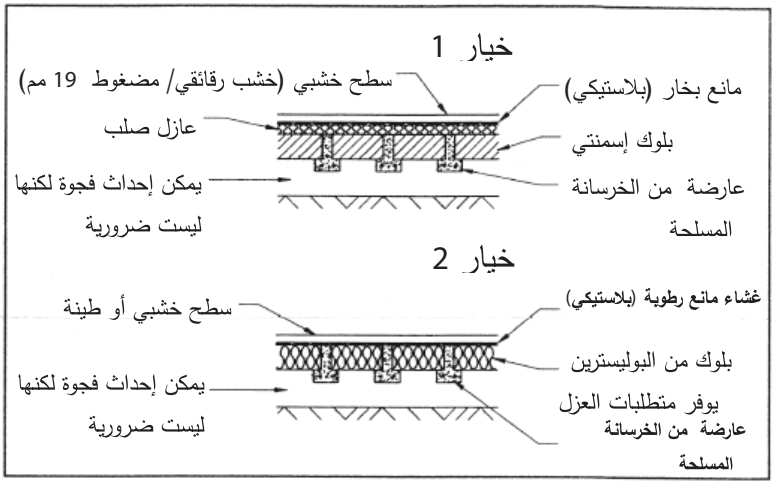


الشكل 15.6 تفاصيل الحافة في أرضيات العوارض والبلوك

كما يبين الشكل أيضاً أنه قد لا نحتاج إلى وضع خرسانة غير منظورة مع هذا النوع من الأرضيات في حال إزالة طبقة التربة العلوية. بالإضافة إلى عدم الحاجة لاستخدام آجر تهوية مفرَّغ، إذ إن الأرضية غير معرضة للتلف بسبب الرطوبة في جو الفجوة تحت الأرض. هذا يعني أيضاً احتمال أقل لضياع الحرارة في هذه الأرضية مقارنة مع البديل الخشبي. ومع ذلك، فمن الممكن تضمين عازل في أرضية العوارض والبلوك لتلبية متطلبات العزل الواردة في قوانين البناء (الشكل 16.6)

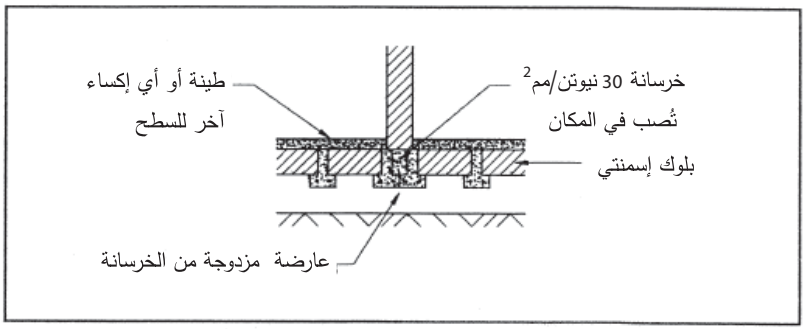
إذا تطلب الأمر دعم جدران الفصل الداخلية، من الممكن استخدام

عوارض مزدوجة تُملأ بخرسانة رطبة تحت الجدار الفاصل كما هو مبين في الشكل 17.6. يؤدي هذا الإجراء عملياً إلى إقامة عارضة خرسانية مسلحة أكبر تحت الفاصل.

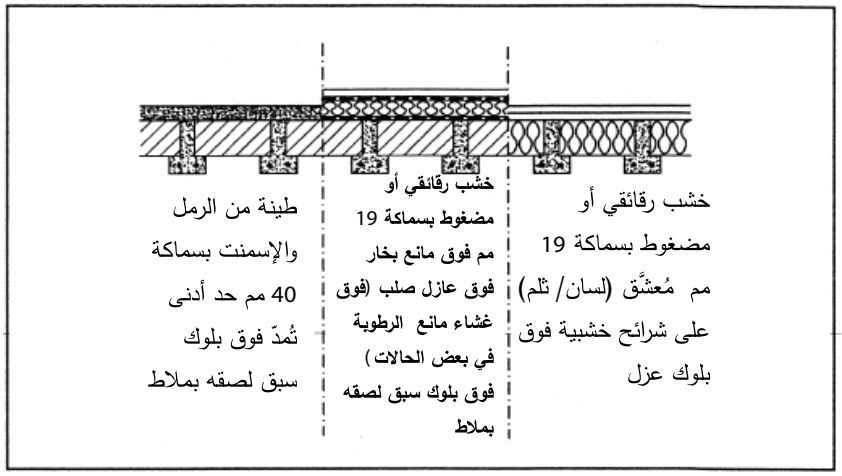


الشكل 16.6 إرساء أرضيات العوارض والبلوك

يعطي الشكل 18.6 بعض التفاصيل البديلة ضمن خلاصة لبعض خيارات الأرضيات المختلفة المتاحة مع استخدام حل أرضية العوارض والبلوك.



الشكل 17.6 دعم الفواصل الداخلية – أرضية العوارض والبلوك



الشكل 18.6 أرضيات العوارض والبلوك – الحلول البديلة

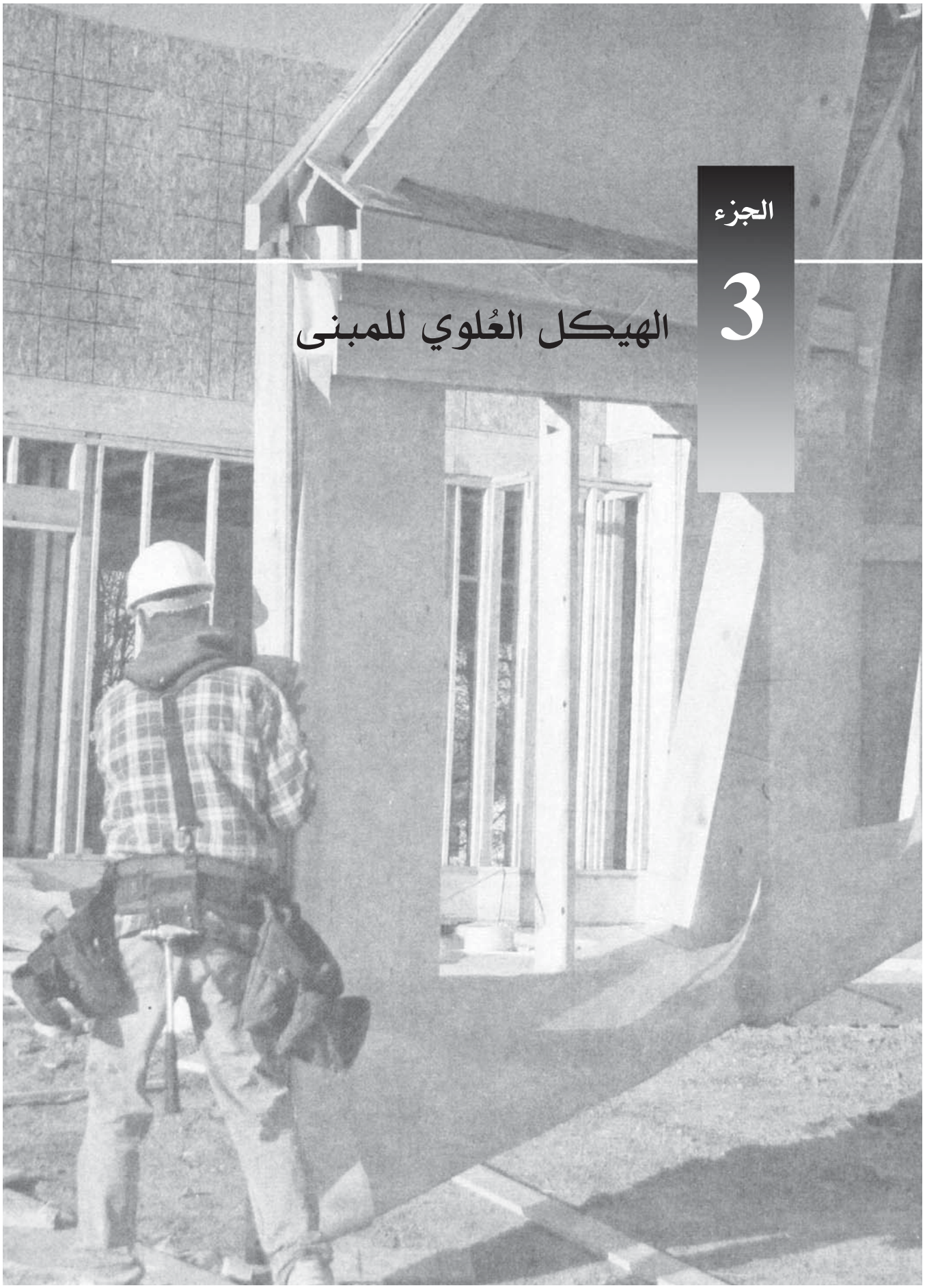
تمرين:

كيف يمكن تحسين جودة العزل في الأرضيات الخشبية المعلقة التقليدية؟
أعط سببين لاستخدام الجدران الداعمة منخفضة الارتفاع.
كيف يمكن إنهاء أرضية العوارض والبلوك لاستقبال الإكساءات الأرضية النهائية، مثل السجاد؟
ماهي المزايا التي تملكها أرضيات العوارض والبلوك مقارنة مع البدائل الخشبية؟

دراسة مقارنة: أرضيات الطوابق الأرضية

الخيار	المزايا	العيوب	متى يستخدم
خرسانة صلبة	- رخيصة - تقنية مألوفة - تفاصيل بسيطة للإرساء ومقاومة الرطوبة - أداء تحمُّل جيد	- العملية الرطبة تبطئ التشييد - تتضمن عدة عمليات - غالية عندما تتعامل مع فجوات عميقة	- أكثر صيغة شيوعاً للطوابق الأرضية - تستخدم في المواقع المستوية نسبياً بتصميم أساس تقليدي
خشبية معلَّقة	- صيغة أرضية مرنة - يمكنها التعامل مع مواقع منحدرة وفجوات أرضية عميقة	- احتمال مشاكل تعفُّن إذا تعرَّضت للرطوبة - غالية - سعة تحمُّل محدودة	- نادراً ما تستخدم في بناء المنازل الحديثة - تُعتَمَد أحياناً في المشاريع ذات الجودة العالية

عوارض وبلوك	- رخيصة - سريعة - مقدرة تحمُّل جيدة - يمكنها التعامل مع مواقع منحدرة وفجوات عميقة	- أغلى من تشييد الأرضية الصلبة على مواقع مستوية مع فجوات صغيرة	- أصبحت شائعة جداً في بناء المنازل - مناسبة خاصة للمواقع المنحدرة، وللمواقع ذات حالات الأرض الضعيفة، وللمواقع التي تتضمن فجوات تحت أرضية عميقة



الجزء

3

الهيكل العُلوي للمبنى

الفصل السابع
الجدران الخارجية

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- إدراك مواصفات الأداء الوظيفي المطلوبة من الجدران الخارجية
- ربْط الأداء الوظيفي ببدائل التصميم للجدران الخارجية
- فهْم العلاقة بين متطلبات العزل الحراري المتغيرة للجدران وتطوّر تصميم الجدار
- إدراك التفاصيل اللازمة لضمان توازن الجدار
- فهْم الدور الذي يلعبه الجدار في نقل الأحمال من عناصر أخرى، مثل الطوابق العليا والسقف

يحتوي هذا الفصل على المقاطع التالية:

1.7 وظائف الجدران الخارجية ومعايير الانتقاء
2.7 التشييد التقليدي للجدار الخارجي
3.7 تشييد الإطار الخشبي
4.7 تشييد الإطار الفولاذي الخفيف
5.7 الفتحات في الجدران الخارجية

نقطة معلومات:

- **الوثيقة** A المعتمدة في قوانين البناء، البنية
- **الوثيقة** L المعتمدة في قوانين البناء، حفظ الوقود والطاقة
- BS EN 845: مواصفات العناصر المساعدة في الأبنية، العتبات
- BS 1243: مواصفات الأربطة المعدنية لتشييد الجدار ذي الفجوة [لم تعد موجودة، لكنها ملحوظة في قوانين البناء]
- BS 3921: مواصفات الآجر الطيني
- BS 5268: الاستخدام البنيوي للخشب
- BS 5977: العتبات [الأساكف]
- BS 6073: وحدات البناء الخرسانية مسبقة الصّب: مواصفات وحدات البناء الخرسانية مسبقة الصب
- BS 8103: دليل الممارسة لجدران البناء في المنازل
- BS 8215: دليل الممارسة لتصميم وإرساء مدامك منع الرطوبة في تشييد المباني
- P301: تصميم المبنى باستخدام مقاطع فولاذية مشكّلة على البارد: التشكيل الهيكلي باستخدام الفولاذ الخفيف في التشييد السكني

1.7 وظائف الجدران الخارجية ومعايير الانتقاء

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستتعرَّف على المتطلبات الوظيفية للجدران الخارجية.
- وستفهم تبعات هذه المتطلبات على صيغة التشييد.
- وستدرك الأسس وراء كل منها، والدوافع وراء تطوّر المستويات المتزايدة لمتطلبات الأداء.
- وستدرك تشابك بعض المتطلبات الوظيفية، وتكون قادراً على تمييز أهميتها النسبية.
- وضمن سيناريو مُعيَّن، ستكون قادراً على وضع سلسلة من المعايير لاختيار حلول الجدار الخارجي المناسبة.

نظرة عامة

جرت مناقشة متطلبات الأداء لنسيج المبنى سابقاً؛ ومع هذا، فمن المناسب إجمالها هنا كونها تتعلق مباشرة بتشييد الجدران الخارجية. في العموم تشمل هذه المتطلبات:

- القوة والاستقرار
- منع الرطوبة/ الحماية من الطقس
- العزل الحراري
- الديمومة
- العزل الصوتي
- الجمالية

إضافة إلى ذلك، فإن مستوى قابلية البناء أمر مهم. و" قابلية البناء" مصطلح يستخدم ليوفّر قياساً لمدى تعقيد صيغة المبنى وتفاصيل التشييد. وقد بدأت تزداد أهميته لما له من تأثير مباشر في وقت وكلفة وجودة التشييد.

عند دراسة أي من الحلول التصميمية المُحتملة للجدران الخارجية، من الضروري أن نتذكَّر أن النتيجة النهائية تأتي من الحاجة لتلبية هذه المتطلبات الوظيفية.

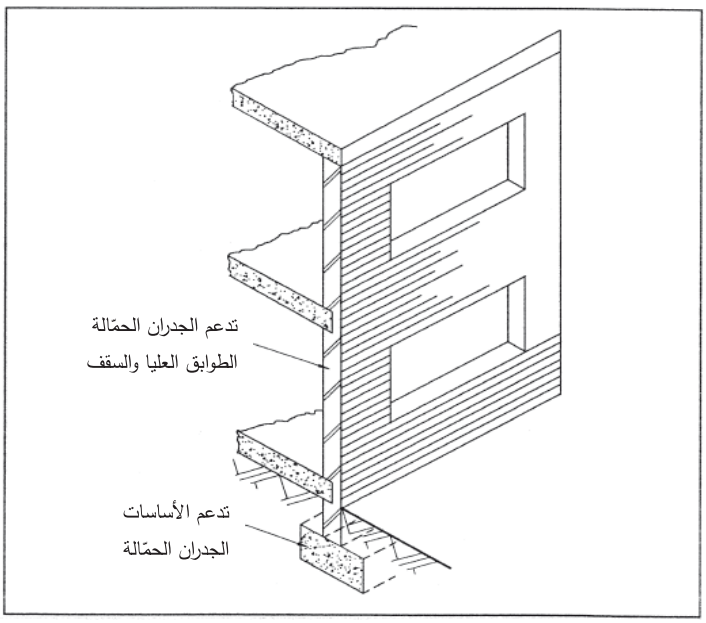
القوة والاستقرار

إن تحقيق المستويات المطلوبة من استقرار البنية ضروري إذا كان للمبنى أن يتحمَّل الأحمال المفروضة عليه خلال فترة حياته، فيجب أن تُنقل الأحمال العمودية والمائلة والجانبية بأمان عبر البنية إلى الطبقات الحمّالة. وقد تأخذ الجدران الخارجية أو لا تأخذ دوراً فاعلاً في عملية النقل هذه، وذلك اعتماداً على الصيغة البنيوية للمبنى. في بعض الحالات تعمل الجدران الخارجية فقط بوصفها عازل في وجه العوامل الجوية للمبنى، ولا تحمل أياً من أحمال البنية الساكنة أو المتغيّرة.

من المناسب دراسة الجدران الخارجية ضمن فئات تتعلق بمدى ما تقوم به بوصفها عناصر حمّالة للمبنى.

الجدران الحمّالة

في التشييد السكني الحديث، وفي كثير من المباني الأقدم، تُصمَّم معظم الجدران لتكون جدراناً حمّالة (الشكل 1.7)، بحيث أنها تحمل ثقلها الذاتي، إضافة إلى بعض عناصر التحميل من باقي أجزاء المبنى، مثل أحمال الأرضية والسقف. تُعتبَر لَبنات البناء أكثر المواد استعمالاً، حيث البلوك الإسمنتي أو الآجر موجود دوماً في هذه الصيغة من التشييد. تُنقل الأحمال المرسلة عبر الجدار إلى الأساسات تحت مستوى الأرض. ولضمان المحافظة على الاستقرار، وضِعت ضمنَ قوانين البناء بعضُ الضوابط المتعلقة بارتفاع وسماكة الجدران، وبعدد الفتحات وموضعها. يعتبر وضع قيود جانبية ضرورياً لمقاومة الأحمال الجانبية المطبَّقة على المبنى من الرياح وغيرها. سنتحرى هذه المواضيع بالتفصيل ضمن هذا الفصل.



الشكل 1.7 الجدران الحمّالة

يُعدّ استخدام الجدران الحمّالة النموذج المتَّبع في تشييد المساكن المنخفضة الارتفاع. وهو ما يعرف بالتشييد " التقليدي". تَبنّى عددٌ من بنّائي المنازل في السنوات الأخيرة صيغة تشييد الإطار الخشبي على الرغم من أن شعبيته قد عانت بسبب الدعاية السيئة المتعلقة ببعض الإخفاقات المبكِّرة لهذه الصيغة. يعتبر التشييد باعتماد الجدار الحمال أو الإطار الخشبي الخيارين الواقعيين الوحيدين لمعظم المساكن. إن أحد السمات الهامة لجدران المنزل الخارجية الحمّالة التي يجب أن يعرفها الطالب، هي أنه بصرف النظر عن صيغة الجدار ذي الفجوة (بناءً كان أم إطاراً خشبياً)، فإن القسم الداخلي من الجدار هو الذي يحمل الحمل البنيوي من الطابق العلوي والسقف.

تمرين

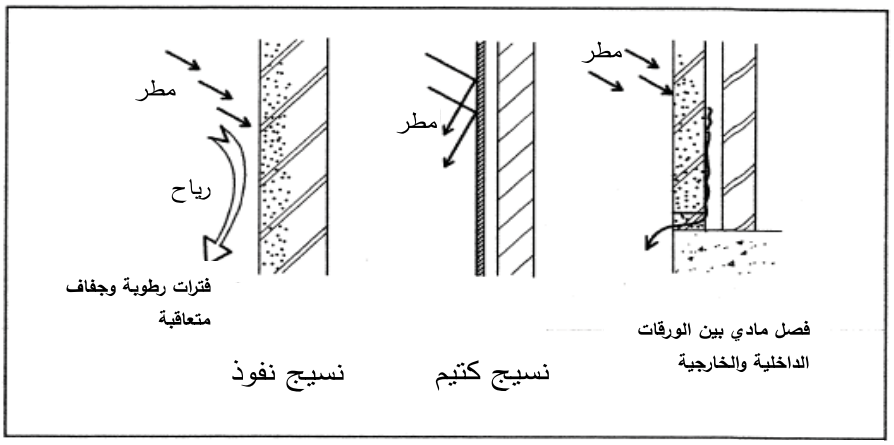
- اذكر ثلاثة معايير أداء تتوقَّع أن يوفرها الجدار الخارجي الحمّال ورتبها حسب الأهمية.
- كيف يمكن تلبية المعيار الأهم لديك من خلال تصميم الجدار.

منع الرطوبة

قد يكون منع الرطوبة هو الغاية الرئيسية لتشييد الجدار الخارجي من وجهة نظر معظم مستخدمي المبنى. إذ تأتي القدرة على حجب الريح والمطر والثلج والحرارة المفرطة أو الوهج الناتج من الشمس في أعلى قائمة متطلبات المستخدم. ومع ذلك فيجب تحقيقها مع المحافظة على أفضل استخدام للضوء الطبيعي وللتهوية. كما يحتاج المستخدمون أيضاً للدخول والخروج من المبنى، ولهذا نحتاج إلى تشكيل العديد من الفتحات في غلاف المبنى. وتجب معالجة هذه الفتحات بعناية لضمان أن لا تكون ممراً لدخول الرطوبة إلى داخل المبنى. في التشييد الحديث ثمة ثلاث مقاربات مختلفة لتحقيق منع الرطوبة، ويَعتمد اختيار إحداها على طبيعة المبنى، وعلى استخدامه، وعلى موقعه. هذه الصيغ هي: التشييد النَّفوذ الصلب، كما هو مستخدم في المباني القديمة المبنية من الآجر، والإكساء الكتيم، وتشييد فجوة البناء، كما في معظم المنازل الحديثة (الشكل 2.7)

التشييد النفوذ الصلب

استمرَّ استخدام الجدران الخارجية المشكَّلة من مواد نفوذة، بمستويات مختلفة من الفاعلية، لسنوات كثيرة. ومع أنها غير مرغوبة حالياً في إنجلترا، ما زالت هذه الصيغة شائعة جداً في سكوتلاندا وفي مناطق أخرى حيث مستويات التعرض للعوامل الجوية عالية. ويمكن الحصول على مستويات جيدة من مقاومة العوامل الجوية إذا كانت سماكة الجدران كافية. يعتمد هذا إلى حد ما على حقيقة أن الفترات الطويلة لهطول المطر المستمر نادرة؛ ولذلك يقتصر المقطع المُشبع من الجدار على النطاق الخارجي له، إذ إن التجفيف الناجم عن حركة الهواء يكبح الماء قبل دخوله إلى داخل المبنى. يبقى النِّطاق المركزي من الجدار رطباً على الدوام، إذ لا يمكن لتأثير التجفيف الناجم عن حركة الهواء تجفيفُ كامل سماكة الجدار قبل أن يتعرَّض الجدار مجدداً لهطول المطر. ولتحسين أداء الجدران من هذا الطراز، يستخدم طلاء خارجي من الملاط الطيني لإعطاء مستوى أعلى من مقاومة العوامل الجوية. لكن ذلك قد يُسبب مشاكل على المدى الطويل، مع إمكانية أن تؤدي الحركة الحرارية إلى حدوث تشققات، مما يسمح للماء بالدخول والاحتجاز وراء طبقة الطلاء الواقية.



الشكل 2.7 الجدران الخارجية – خيارات مقاومة الرطوبة

التصفيح الكتيم أو المقاوم للعوامل الجوية

مقاربةٌ بديلة لمنع الرطوبة تُستخدم في الجدران الخارجية وتتمثل في تغليف الجدار أو تصفيحه خارجياً، وتُقدِّم مستوى كبيراً من مقاومة العوامل الجوية. تُستخدم مواد مثل صفائح أو ألواح الفولاذ والألمنيوم، أو الزجاج أو البلاستيك لتشكيل طبقة كتيمة مستمرة للجدار البنيوي. تَشيع هذه الصيغة من التشييد في المباني الكبيرة، مثل الوحدات الصناعية والكتل المتعددة الطوابق، حيث تُرفع الألواح الكبيرة إلى مَوضعها بمساعدة رافعة. إن الحاجة لاعتماد هذه التقنيات أدَّت إلى جعل هذه الصيغ لا تصلح للتشييد المنزلي الذي ما زال يعتمد بكثافة على اليد العاملة. يمكن استخدام التصفيح المقاوم للعوامل الجوية في المنازل، مثل وضع قرميد السقف فوق شرائح خشبية ولبّاد. إن صفائح وألواح التصفيح الكبيرة غير مقبولة جمالياً لمثل هذه الأبنية الصغيرة نسبياً، ويقتصر استخدامها في أنماط البناء الأكبر، مثل المكاتب.

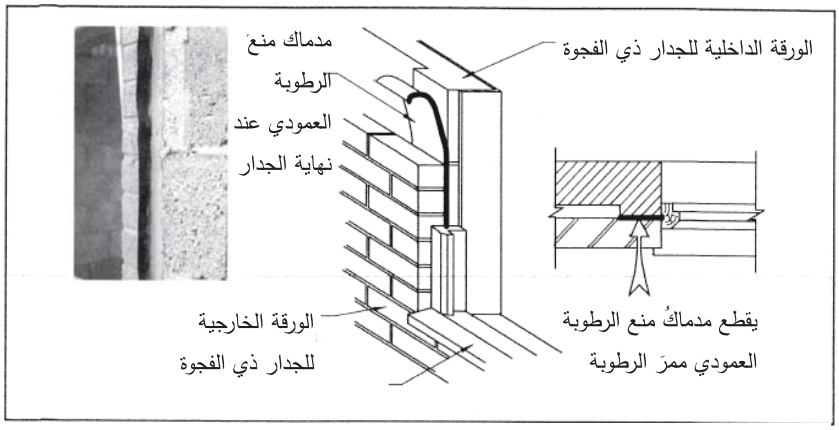
إن أحد العيوب الممكنة لهذه الصيغة، هي أنه في حال حدوث إخفاق موضعي في المادة المستخدمة، قد يكون مستوى الماء المتغلغل إلى الداخل كبيراً، لأن المادة المحيطة لا تمتصُّ شيئاً من الماء. أما في صيغة التشييد النَّفوذ، فيجري امتصاص الرطوبة من أي شقٍّ أو صدعٍ بواسطة المادة ذاتها، مما يحدُّ من مدى مرور الرطوبة إلى الداخل.

تشييد الفجوة

إن أكثر صيغ الجدار الخارجي المستخدمة اليوم للتشييد السكني هي جدار البناء ذو الفجوة. يتمثَّل المبدأ الذي تعمل به هذه الجدران في إنشاء قَطع في الممر الشعري للرطوبة. يعتمد تغلغل الماء عبر المواد النفوذة على **الخاصية الشعرية**. وعند إزالة القدرة على الحركة بهذه الآلية، تتوقف الرطوبة عن التقدُّم باتجاه داخل المبنى. يُسمح للورقة الخارجية من الجدار أن تُشبع بكاملها؛ على أن تبقى الورقة الداخلية جافة. تحدث المشاكل في هذه الصيغة من التشييد في أماكن إغلاق الفجوة لأغراض بنيوية ولمقاومة انتشار الحريق. يمكن للورقتين الداخلية والخارجية أن تتصلا في هذه النقاط وتسمحا بمرور الحرارة والرطوبة إذا لم تُعالج المسألة بطريقة ملائمة. لهذا

يجب تطوير تفصيلات لمنع حدوث ذلك، إضافة إلى تضمين البنية مواد عزل ومداميك منع رطوبة عمودية (الشكل 3.7).

الخاصة الشعرية هي نزوع الماء إلى المرور عبر المواد النفوذة بسبب الخصائص السطحية للفجوات ضمن المادة.



الشكل 3.7 منع الرطوبة عند نهاية الفجوة

إن المدى الذي يؤثر فيه مرور الرطوبة على التصميم المُختار متغيّر إلى حد ما. إذ إن لموضع ولاتجاه المبنى أثر كبير في الخيار النهائي لتشييد الجدار. في المملكة المتحدة من الممكن تقييم التغيّر في مقدار التعرُّض في مواقع مختلفة بالعودة إلى خرائط تبين مؤشر المطر المدفوع بالهواء. من الواضح أنه كلما ازداد مستوى التعرُّض ازدادت الحاجة إلى إدخال ميزات تصميمية لمنع تغلغل الرطوبة.

تمرين

- اعطِ سببين لانخفاض شعبية تشييد الجدار النفوذ الصلب.

العزل الحراري

إن المتطلبات المتزايدة لحفظ الوقود والطاقة، والناتجة من الدفع المتنامي نحو "**الاستدامة**"، **إضافة إلى رغبات المستخدمين، والمتطلبات**

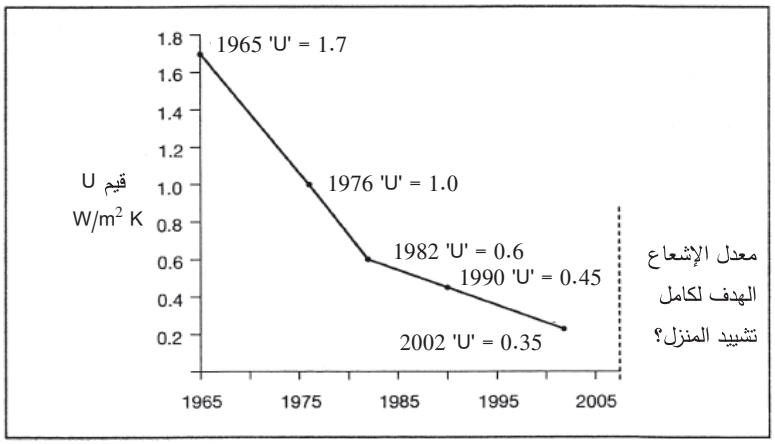
التي تفرضها قوانين البناء، تقتضي أن تُشيَّد الجدران الخارجية لخفض ضياع الحرارة إلى مستويات مقبولة. يبين الشكل 4,7 كيف ازداد مستوى العزل المطلوب في السنوات الأخيرة، وكيف من المتوقع أن يزداد أكثر. على جميع المساكن الحديثة أن تُزوَّد بتصنيف محسوب وفق إجرائية التقييم المعيارية (Standard Assessment Procedure) (SAP) المعتمدة من الحكومة. يُعطى التصنيف ضمن مقياس من 1 إلى 100 ويستند إلى كلفة الطاقة السنوية المحسوبة لتسخين المكان والماء. تدلّ قيم التصنيف المرتفعة على كفاءة حرارية أفضل، ومع أنه ليس ثمة متطلبات للوصول إلى أي مستوى محدد، تُعتبر المباني ذات التصنيف الأقل من 60 بحاجة إلى مستويات أعلى من العزل. تفرض قوانين البناء الحالية أن تكون قيمة معامل النقل الحراري U العظمى K0.35 w/m^2 (واط/ م^2 كلفن) للجدران المعرَّضة من المساكن، وتأتي هذه ضمن سياق معدَّل النقل الكلي المُبتغى.

"**الاستدامة**" وترتبط، في سياق التشييد، بمفهوم تشييد واستخدام المباني بطريقة يكون لها التأثير الضارّ الأدنى في البيئة. وتعكس معايير العزل الحراري المتزايدة هذا البرنامج المتنامي.

يمكن تحقيق هذا المستوى من العزل بطرق متنوعة، اعتماداً على طبيعة التشييد المُستخَدم. ومن غير العملي أن نحاول تحقيق هذا المستوى من دون الاستعانة بمواد عزل ذات فاعلية عالية. يتوافر بلوك خَرساني حراري عالي الفاعلية، مع ملاحظة أن السماكة المطلوبة لتحقيق المتطلبات كبيرة جداً لتكون عملية (نمطياً 215 مم للجدران الصلبة و175 مم للورقة الداخلية في الجدران ذات الفجوة). لذلك تُستخدم مواد ذات فاعلية أكبر، مثل البوليسوسيانيوريت[1]، لرفع مستوى العزل إلى المعايير المقبولة. ومع الزيادة المتوقَّعة في مستويات العزل المطلوبة، يبدو أن البناء السكني باستخدام الإطار الخشبي أو الإطار الفولاذي قد يصبح طريقة التشييد الأكثر

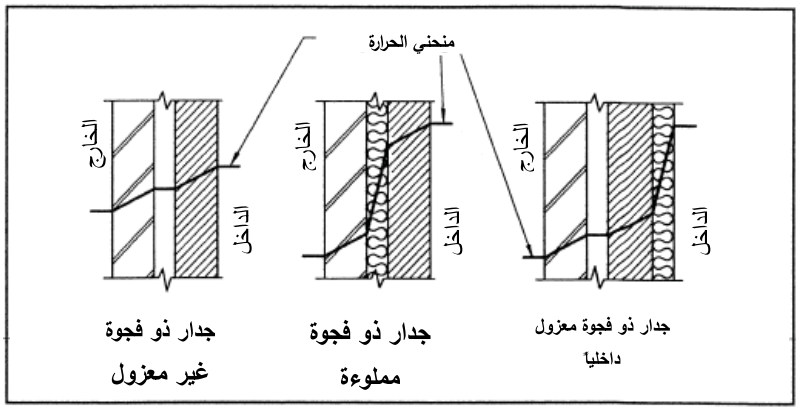
(1) ويعرف أيضاً باسم بوليسو، أو PIR أوISO، وهو بلاستيك حراري يُنتج على هيئة رغوة ويُستخدم بوصفه عازل حراري صلب (المترجم).

قابلية للتطبيق، حيث إنها مناسبة بشكل مثالي لإضافة مواد عازلة. وفي المدى المتوسط والبعيد، من الممكن أن تصبح الجدران ذات الفجوة، سواء كانت من البلوك أو من الآجر، غير اقتصادية وغير عملية لتحقيق هذه المعايير. يعود أحد أسباب ذلك إلى المحدودية في عرض الفجوة لأسباب بنيوية. وهذا بدوره يحدُّ من المدى الذي يمكن أن يُعزل الجدار ضمنه.



الشكل 4.7 تغيرات العزل – الجدران ذات الفجوة

يمكن أن يكون لمكان وضع مواد العزل تأثير كبير في الأداء الحراري للجدار في كلتا صيغتيه الصلبة وذات الفجوة (الشكل 5.7). يؤدي وضع المواد العازلة خارجياً إلى أن يمتصَّ نسيج الجدار الحرارةَ من الفراغ الداخلي. وهذا قد يأخذ وقتاً قبل الوصول إلى حالة مستقرة. أما إذا وضعت هذه المواد داخلياً، فسيُعزل نسيج الجدار عن الفراغ الداخلي، ومن ثمَّ لا يمتصُّ حرارة؛ وهذا يسمح للمبنى أن يستجيب بسرعة لدخل الحرارة. جرى في الفصل الأول بَحث مفهوم أزمنة الاستجابة السريعة والبطيئة أو التشييد ذو العطالة الحرارية المرتفعة وذو العطالة الحرارية المنخفضة.



الشكل 5.7 منحنيات الحرارة في الجدران وفقاً لوضعية العزل

في حالة الجدران ذات الفجوة، فإن الحاجة **لإغلاق الفجوة** حول الفتحات تُمثِّل مشاكل محتملة لمسألة العزل. إذ يؤدي ربط الورقتين الداخلية والخارجية إلى تشكُّل مسار مباشر لمرور الحرارة. ويعرف هذا **بالتجسير البارد** أو التجسير الحراري، وقد جرت مناقشته سابقاً. يجب تجنُّب التجسير البارد وذلك بعزل المادة العازلة عند نقاط الجسر المحتملة (الشكل 6.7). بالمقابل يمكن تضمين فاصل حراري باستخدام غطاء فجوة عازل.

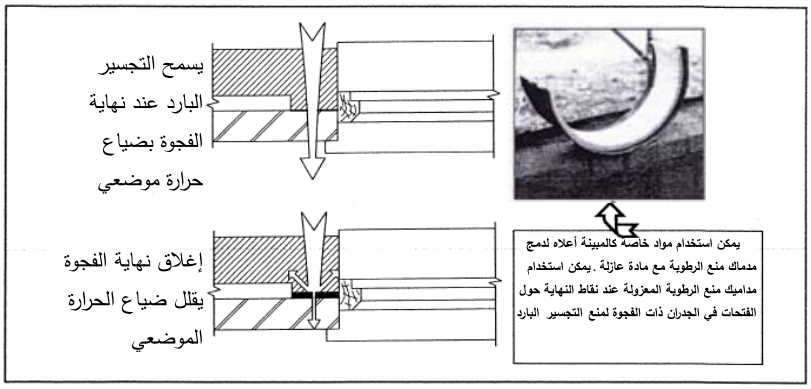
يُعتبر **إغلاق الفجوات** حول فتحات النوافذ والأبواب وعند حواف وأفاريز السقف أمراً عادياً. وهذا بشكل رئيسي لمنع مرور الحريق عبر الفجوة المفتوحة.

التجسير البارد هو مصطلح يستخدم لوصف الحالة التي ينخفض فيها مستوى العزل لنسيج الجدار في مواضع معيَّنة إلى حد كبير مقارنة مع بقية النسيج. في هذه الحالة يتركَّز ضياع الحرارة في تلك المنطقة ذات قيمة العزل الأقل مسبباً جسراً بارداً بين هواء الداخل الدافئ وهواء الخارج الأبرد.

الديمومة

يعتمد العمر المتوقع للمبنى وعناصره على قدرة العناصر المستخدمة

على تحمُّل التلف الناجم عن الزمن والعناصر. في حالة الجدران الخارجية، فإنها تكون عادة معرَّضة لبيئة عدائية، وعُرضة لتغيرات قصوى بين الحرارة والبرودة، الرطوبة والجفاف، وغيرها. كما ينبغي أن تكون ممانعة للتلف الطبيعي الناجم عن الصدم والتآكل والتشقُّق، وقادرة في ذات الوقت على مقاومة الأحمال المفروضة عليها.



الشكل 6.7 تجنُّب التجسير البارد بالعزل عند نقاط الإغلاق

بصورة خاصة، يُمكن لتأثير الحريق في الديمومة أن يكون كبيراً، وله عواقب سيئة على عناصر المبنى الأخرى وعلى المباني الأخرى. ينبغي على جدران المبنى الخارجية أن تحتوي الحريق لفترة زمنية محددة بشكل مسبق لمنع انتشاره إلى المباني المجاورة. في المباني السكنية، تكون هذه الفترة 30 دقيقة، أما في المباني الصناعية والتجارية فتزداد هذه الفترة لغاية 4 ساعات، كما هو الحال في مباني التخزين. ينبغي على الجدران أيضاً أن تحافظ على تماسكها واستقرارها إلى حين تمكُّن القاطنين من الفرار. يُحدِّد انتقاءُ المواد أداء الجدران. وتوصِّف قوانين البناء أداء الجدران في حال وقوع حريق، بطريقتين. تتعامل الأولى مع قدرة الحريق على الانتشار على امتداد الجدار. يصطلح على تسميتها: "**انتشار اللهب السطحي**" ويعطى ضمن معدَّل من 0 إلى 4. يمثل المعدل 0 الأقل اشتعالاً، ويمثل المعدل 4 الأكثر اشتعالاً. في الطريقة الثانية، تؤخذ قابلية الاحتراق بالحسبان. وليس لهذه الطريقة وحدات قياس، ولكن توصف المواد على أنها قابلة للاحتراق،

أو غير قابلة للاحتراق، أو ذات قابلية محدودة للاحتراق.

يجب انتقاء المواد المكونة للجدار بعناية فائقة. تُعتبر الجدران المبنية قابلة لديمومة أطول بسبب نوعيتها الذاتية، ولا تحتاج عموماً إلى خصائص حماية تصميمية خاصة أو إلى معالجة. ولكن إذا كانت المواد ذات نوعية رديئة أو جرى استخدامها ضمن تركيبة غير مناسبة، فقد ينتج من ذلك فشل مبكّر.

العزل الصوتي

تبرز الحاجة لخفض الصوت المنتقل عبر الجدران الخارجية إلى الحد الأدنى من أسباب متعددة، ولكن بالعموم يمكن اعتبارها ضرورية عندما تختلف مستويات الصوت كثيراً بين داخل المبنى وخارجه. ينتقل الصوت بطريقتين مختلفتين: بواسطة مادة صلبة (انتقال صوت الطَّرْق، أو انتقال الصوت غير المباشر[2] (Flanking Sound)) أو بواسطة الهواء (انتقال الصوت محمولاً عبر الهواء). يتطلَّب خفض انتقال الصوت عبر الهواء وجود بنية ضخمة أو كثيفة، بينما توقف الفواصل المادية في البنية صوت الطرق. إلاّ أن وجود الفواصل المادية يسمح بانتقال الصوت عبر الهواء، من ثمَّ فهناك مشكلة متأصلة هنا. ولحسن الحظ، نادراً ما توجد في حالة التشييد السكني مشكلة من حيث انتقال الصوت لأن التشييد بطبيعته ضخم.

اختيار الجدران الخارجية

ستؤخذ هذه السمات من أداء الجدران الخارجية بالحسبان عند انتقاء خيارٍ مناسبٍ لتشييد المساكن. في الواقع، تقتصر الخيارات الفاعلة التكلفة، والقابلة للتطبيق في المساكن المنخفضة الارتفاع على بضعة صيغ، تَفي جميعها بهذه المتطلبات ضمن المدى المطلوب زيادة أو نقصاناً، ويعتمد الاختيار غالباً على الإلمام بصيغة التشييد المقترحة. يعود سبب نقص الشعبية النسبي لتشييد الإطار الخشبي جزئياً إلى نقص الإلمام من قبل بعض

(2) أي صوت لا ينتقل مباشرة من الغرفة عبر العنصر الفاصل، بل ينتقل بصورة غير مباشرة عبر مسارات مثل النوافذ والبلاطات الخرسانية والممرات والأُطُر (المترجم).

متعهِّدي البناء وجزئياً من قبل بعض المُشترين المُحتَملين. ومع التحوّل تجاه صيغ البناء الأكثر استدامة والأكثر توفيراً للطاقة من المؤكد أن يتغير هذا الأمر، وتزداد شعبية مساكن الأُطر الخشبية.

تمرين

- اشرح ماهو المقصود بمعدَّل إجرائي التقييم المعياري SAP للمبنى.
- اشرح ماذا يحدث في ظاهرة التجسير البارد.
- اجرِ بحثاً في الإنترنت عن موضوع عزل الجدار ذي الفجوة، وقارن ووازن بين المنتجات المختلفة المُتاحة.
- اجرِ بحثاً مشابهاً عن موضوع "إغلاق الفجوات".

2.7 تشييد الجدار الخارجي التقليدي

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع سيصبح لديك إلمام بالصيَغ الرئيسية لتشييد الجدار الخارجي التقليدي للمنازل المنخفضة الارتفاع.
- وستكون قادراً على فهم أسباب تطوّر بعض الخصائص التصميمية المعينة ضمن كل صيغة وتستطيع ربطها مع متطلبات الأداء العامة.
- وستعرف التفاصيل التقنية المتعلِّقة بجدار الإطار الخشبي وجدران البناء التقليدية لكل من التشييد الصلب وتشييد الفجوة.
- وستدرك مزايا وعيوب التشييد لكل صيغة وخصائصها المختلفة.
- وستفهم تبعات انتقاء طراز الجدار الخارجي على عناصر المبنى الأخرى مثل الأسقف، والأرضيات، والأساسات.
- وستكون قادراً على تقييم الصيَغ المختلفة، وضمن سيناريوهات محددة، يمكنك انتقاء حلول الجدار الخارجي الملائمة.

نظرة عامة

تُزوّد الجدران الخارجية للمساكن بعدد من متطلبات الأداء المحددة أو الاحتياجات الوظيفية. وقد جرى استعراضها في الفقرة السابقة ولن تُكرَّر

هنا. ولكن، لا بد من فَهم أن الصيَغ العامة للجدار الخارجي المستخدم في المساكن اليوم قد تطورت بشكل خاص لتلبية تلك الاحتياجات. تقع صيغ البناء الأكثر استخداماً ضمن مجموعتين رئيسيتين: جدران البناء "التقليدية" وجدران الإطار الخشبي. وهاتان يمكن تقسيمهما أيضاً، وسيجري الحديث عن الخصائص المحددة لكل نوع بالتفصيل ضمن هذه الفقرة.

جدران البناء

تُشكَّل جدران البناء من الأحجار المترابطة، أو من الآجر، أو من البلوك المصنَّعة من مواد مختلفة. تقليدياً، يدل المصطلح "بناء" على العمل بالحجارة، لكنه يستخدم اليوم ليشمل جدراناً تعتمد على جمع وحدات متكررة مسبقة الصنع من مواد مختلفة. تتضمن هذه الآجر والبلوك المصنوع من الطين أو من الخرسانة وبشكل أقل شيوعاً من سيليكات الكالسيوم. يُعدّ تجميع هذه الكتل مهنة تتطلب حِرفية عالية، كما أن الدقة المطلوبة لضمان الاستقرار البنيوي تتطلب مستويات دقيقة من السماح. وحتى في المساكن المنخفضة الارتفاع التي تضم طابقاً أو طابقين فقط، من الضروري المحافظة على عمودية الجدار لتجنُّب فشل التحنب. يوضح الشكل 7.7 نماذج التربيط العامة.

يعتمد تجميع جدار البناء على إدخال عدة عناصر أخرى إضافة إلى الآجر والبلوك. ويمكن تصنيف هذه العناصر إلى عناصر أساسية وعناصر ثانوية. ضمن هذا التعريف، فإن العناصر الأساسية هي تلك التي تُستخدم لإقامة الهيكل الأساسي، بينما العناصر الثانوية هي تلك المطلوبة لإكساء الهيكل.

تتضمن العناصر الرئيسية المستخدمة في تشييد هيكل المبنى عناصرَ مثل الآجر والبلوك، ومداميك منع الرطوبة، والأساكف، ومثبتات الجدار. بينما تتضمن العناصر الثانوية المستخدمة في إكساء الهيكل عناصرَ مثل آجر تهوية، ومداخن، وأفاريز، ولوازم من أنواع متعددة.

كما لاحظنا سابقاً، يعتمد تشييد جدار البناء على تجميع عدد كبير من المكونات الصغيرة التي بصيغة الآجر أو البلوك. يجري إرساؤها وإحكامها

باستخدام مزيج لاصق يعرف بالملاط. استمدَّت هذه الطريقة في التشييد انطلاقاً من الحاجة التاريخية لتجميع الوحدات يدوياً، من دون تسهيلات استخدام التجهيزات المُمَكننة. لذلك تكون الوحدات المستخدمة ذات قياسات يمكن تدبيرها بسهولة. من المفيد دراسة كل من هذه العناصر الرئيسية بقليل من التفصيل.

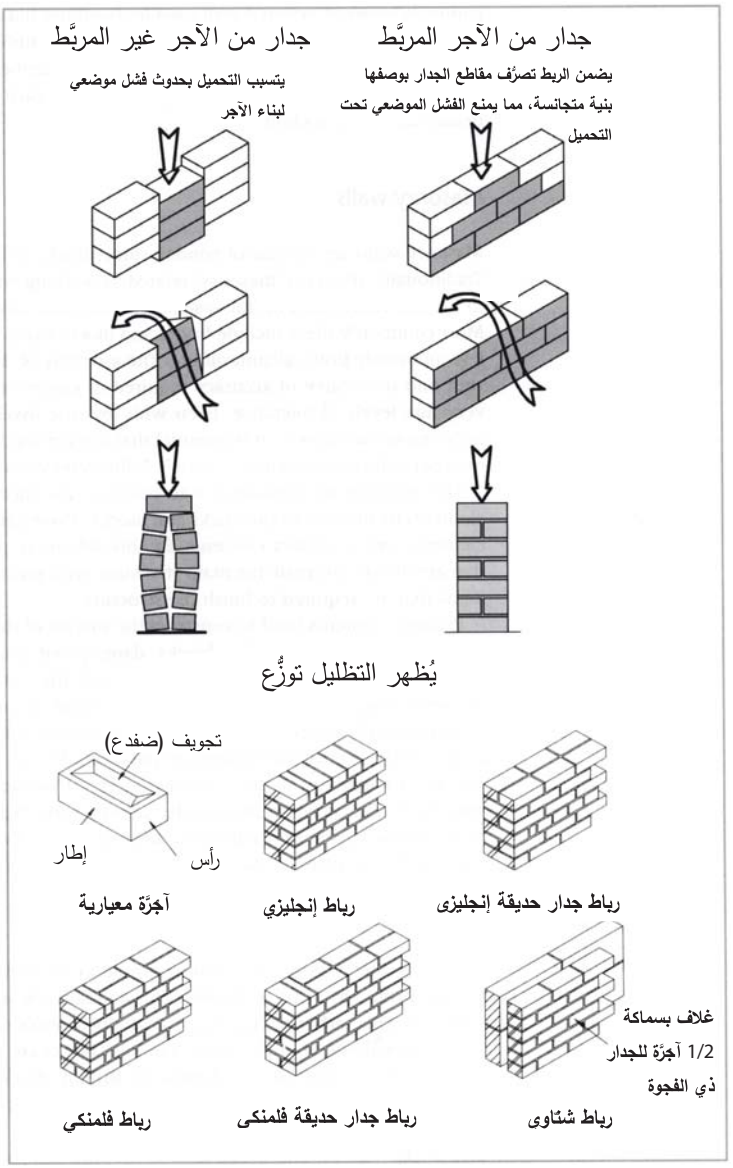
الآجر

يوصِّف المعيار البريطاني **BS3921** الآجُرَّة على أنها "وحدة جدارية لا يتجاوز طولها 337.5 مم، وعرضها 225 مم، وارتفاعها 112.5 مم". إن القياس المعياري المعتمد في المملكة المتحدة هو 215 مم x 102.5 مم x 65 مم. يعود سبب هذا القياس الغريب إلى كونه يمثل القياس، بالوحدات المترية، المكافئ لقياس الآجُرَّة بالوحدات البريطانية التي كانت معتمدة سابقاً. يستخدم في أوروبا آجر قياسي وفق النظام المتري، لكنه لم يُتبنَّ على نطاق سريع في بريطانيا. يُشكَّل الآجر من ثلاث مواد شائعة، هي الصلصال، والخرسانة، وسيليكات الكالسيوم.

الآجر الصلصالي

يُصنع الآجر الصلصالي من الصلصال، أو من الصخر الطيني، أو من الغَرين [الطمي]، ويُشكَّل بالشكل المطلوب ويُشوى ضمن فرن. يمكن أن يُشكَّل الآجر يدوياً (مع أن ذلك قد يكون مُكلفاً)، أو بآلة كبس، أو بآلة قص بالسلك، ويكون شكل المنتج في كل منها مختلف عن الآخر. يعتمد تصنيف الآجر عادة على النوع، والنوعية، والطراز. ويجب تحديد جميع هذه السمات عند توصيف الآجر، إذ تختلف الأنواع المتعددة كثيراً في خصائص الأداء. لهذا نجد أن بعض أنواع الآجر تناسب مواقع أو استخدامات معينة أكثر من غيرها.

تُستخدم ثلاثة أنواع مختلفة من الآجر الصلصالي في عمليات التشييد. وهذه الأنواع تُعرف بالآجر العام، وآجر الإكساء، وآجر الهندسة.



الشكل 7.7 أحمال مطبَّقة على مقاطع الجدار، وبعض أشكال الربط

يَصلُح الآجر العام للأشغال العامة، حيث ليس للجمالية أهمية. بينما يُصنَّع آجر الإكساء ليعطي مظهراً ذا جودة عالية تسمح بإنهاء جميل للجدران غير المدهونة. أما آجر الهندسة فهو آجر كثيف ذو قوة ضغط عالية

وامتصاص قليل للماء، مما يسمح باستخدامه تحت الأرض أو في مناطق التحميل العالي. تمكن مشاهدة هذه الأنواع الثلاثة في المنازل القديمة، حيث آجر الإكساء في الواجهات الأمامية، والآجر العام في الواجهات الخلفية، وآجر الهندسة في مستوى مدماك منع الرطوبة. لا تسمح قوانين البناء الحديثة باستخدام آجر الهندسة في مدماك منع الرطوبة، لكن استخدامه كان شائعاً في الحقبة الفكتورية.

إنهاء السطح الجميل مصطلح يستخدم في الجدران التي لا يطبَّق عليها دهان أو طلاء جصّي، وتحتاج لإكساء باستخدام الآجر ذو النوعية الجيدة.

بالإضافة إلى أنواع الآجر يوجد ثلاث نوعيات من الآجر الصلصالي قيد الاستخدام. وهذه النوعيات هي: نوعية داخلية، تناسب الجدران الداخلية والفواصل؛ نوعية عادية، تناسب الأعمال الخارجية فوق سطح الأرض في المناطق التي لا تتعرض لظروف قاسية؛ ونوعية خاصة، تناسب حالات التعرض المفرط أو تحت الأرض.

آخر خصائص تحديد الأجر الصلصالي هي الطراز. تستخدم ثلاثة طُرُز من الآجر هي الصلب، والمُثقَّب، والخلوي، حيث:

- يحوي الآجر الصلب على ثقوب ضمن الآجر لا تزيد عن 25٪ من حجم الآجُرَّة. كما لا تزيد التجاويف عن 20٪ من حجم الآجُرَّة.
- يحوي الآجر المثقَّب على ثقوب تنفذ عبر الآجر وتزيد عن 25٪ من حجم الآجُرَّة.
- يحوي الآجر الخلوي على ثقوب مغلقة من إحدى نهاياتها وتزيد عن 25٪ من حجم الآجُرَّة.

آجر سيليكات الكالسيوم

يُنتج آجر سيليكات الكالسيوم من مزيج أساسي من الرمل والصوّان يضاف إليه الماء والكلس. كما تُزوَّد غالباً بأصبغة ملوِّنة بهدف التنويع. يُعطي هذا الآجر مظهراً عصرياً بكل معنى الكلمة، ويُستخدم غالباً في المباني

الكبيرة أكثر منه في المنازل، حيث المظهر الأكثر تقليدياً مطلوب. وبخلاف الآجر الصلصالي، يُصنَّع آجر سيليكات الكالسيوم بطريقة السكب ومن ثم التسخين تحت الضغط، لإعطاءه درجة عالية من الدقة والاتساق في القياس والمظهر. يُصنَّف آجر سيليكات الكالسيوم ضمن ثلاث فئات رئيسية. وهي:

- "متميِّز"، مناسبٌ حين تكون المتانة العالية ضرورية، أو حين يتعرَّض الآجر لرطوبة مفرطة و / أو لتجمُّد.
- "درجة أ"، وهو مناسبٌ للأعمال الخارجية العامة.
- "درجة ب"، وهو مناسبٌ للاستخدام الداخلي فقط.

الآجر الخرساني

ومع أن آجر سيليكات الكالسيوم نادراً ما يُستخدم حالياً في تشييد المنازل، فقد كان شائعاً في سبعينات القرن الماضي. إذ كان مظهره "العصري" يُعتبر موضة لفترة قصيرة من الزمن. وهذا مثال على تأثير ذوق الناس في تصميم المنازل.

يُنتج الآجر الخرساني بالطريقة نفسها التي ينتج بها آجر سيليكات الكالسيوم، لكن المواد المستخدمة في تصنيعه هي الرُّكام والإسمنت، ويُستخدم غالباً عندما نحتاج لمتانة عالية من دون المظهر النهائي الممتع.

البلوك

يوصِّف المعيار البريطاني **BS6073** البلوك على أنه وحدات جدارية أكبر من الأبعاد المحددة للآجر. في تشييد المنازل يُصنع البلوك عموماً من الخرسانة الكثيفة أو المُهوّاة. يتوافر أيضاً بلوك مصنوع من الصلصال، لكنَّه نادراً ما يُستخدم في بريطانيا.

يُسبب تجميع عدد كبير من الوحدات المستقلة لتشكيل مقطع جدار مستمر، صعوبات لما يتعلَّق بخصائص التحمُّل والاستقرار البنيوي (الشكل 7.7). وللتغلُّب على تلك الصعوبات، يجب تجميع هذه الوحدات بطريقة تؤدي إلى تحقيق أداء كتلة واحدة متجانسة. يمكن تحقيق ذلك بربط (لصق)

الآجر والبلوك مع بعض، مع ضمان بقاء **نسبة النحافة** للجدار ضمن الحدود المقبولة، كما جرت مناقشته سابقاً. على مقاطع الجدار أن تكون قادرة على مقاومة الأحمال الجانبية والعمودية. تساعدها في ذلك عملية **التربيط** في الجدران الصلبة والجدران ذات الفجوة.

يتعلق مصطلح "**نسبة النحافة**" بالأبعاد النسبية بين ارتفاع وسماكة العناصر البنيوية.

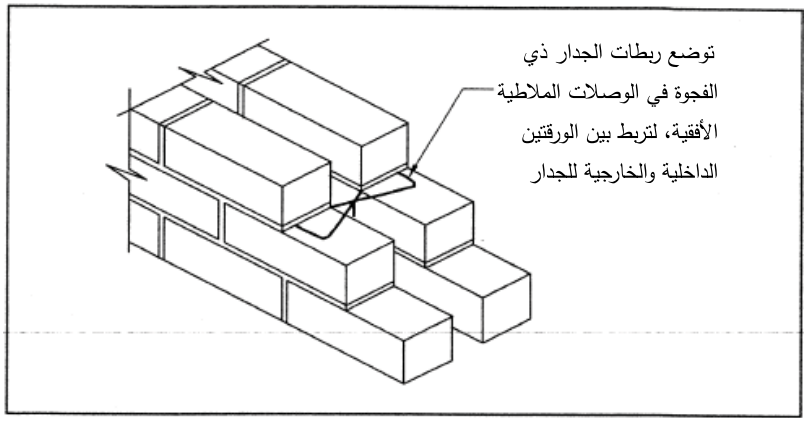
التربيط هو تراكب قطع الآجر لضمان تشتت الحمل. وتستخدم أشكال مختلفة من الربط، تتضمَّن: الربط "الإنجليزي"، و"الفلمنكي"، "الشنّاوي" (انظر الشكل 7.7)

يُشيَّد الجدار ذو الفجوة من طريق تشكيل ورقتين جداريَّتين نحيفتين بجانب بعضهما، مع وجود فتحة هوائية بينهما. يؤدي هذا إلى وجود مقاطع جدارية نحيفة، يمكن أن تصبح غير مستقرة. ولضمان عملها كوحدة متكاملة، يجب ربط هذه المقاطع باستخدام ربطات جدارية. يجب على الربطات منع الورقتين من الأداء باستقلالية، وضمان بقاء الجدار مستقراً. تَحكم قوانين البناء نسبة النحافة للجدران، والتي تمثّل نسبة سماكة الجدار إلى ارتفاعه.

يظهر الشكل 8.7 إحدى الصيَغ المبكِّرة للجدار ذي الفجوة المؤلف من ورقتين من الآجر. وبما أن الآجر يُنتج حالياً بارتفاعات معيارية مقدارها 65 مم، فإن استخدامه في الجدران ذات الفجوة يضمن أن تكون الوصلات الملاطية على السوية نفسها مع طرفي الجدار، وأن يمكن إدخال ربطات جدارية بسهولة. لكنّ الجدران الحديثة تستخدم البلوك في الوجه الداخلي للجدار، والبلوك بالتأكيد أكبر كثيراً (مساحة 59 آجُرَّة تقريباً تعادل متراً مربعاً، مقابل 10 بلوكات). يعادل ارتفاع طبقة الآجر 75 مم، تشمل 65 مم آجر و10 مم وصلة ملاط. بالمقابل يعادل ارتفاع طبقة البلوك 225 مم: 215 مم بلوك و10 مم وصلة ملاط. ومن ثمَّ فطبقة واحدة من البلوك تكافئ ثلاث طبقات من الآجر. يقترح المعيار البريطاني BS1243 أن يكون الفراغ

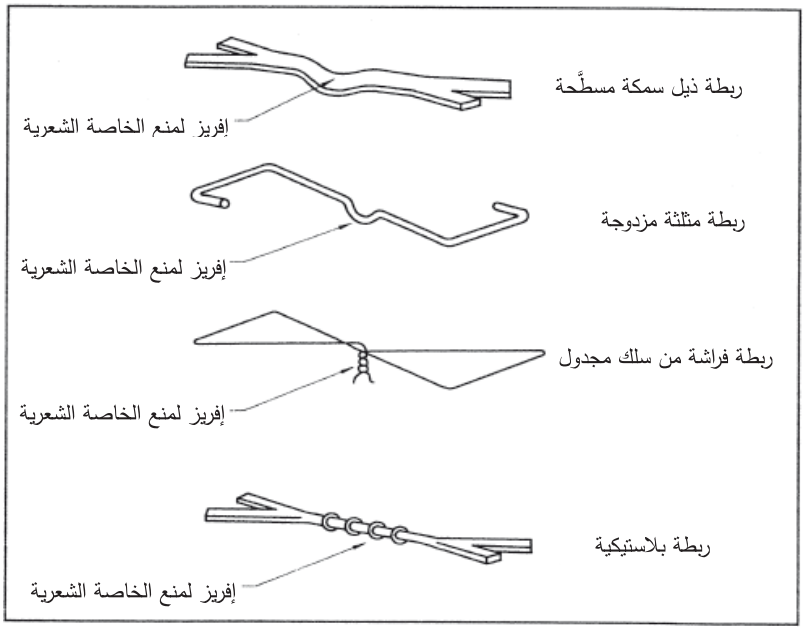
المعياري بين ربطات الجدار، في جدران المنزل ذات الفجوة، 900 مم أفقياً و450 مم عمودياً، على أن تتوضَّع بشكل قطري. هذا يعني بناء الربطات ضمن كل ثاني طبقة بلوك، أو ضمن كل سادس طبقة آجر.

من الواضح أنه يجب تنسيق أبعاد البلوك والآجر لتكون وصلات الملاط متسقة لتسمح بإدخال ربطات الجدار.



الشكل 8.7 تزويد الجدران ذات الفجوة بربطات جدارية

إن طبيعة البيئة التي تُستخدم فيها ربطات الجدار تجعل الورقة الخارجية رطبة على الدوام، مما يسبب تآكلاً لنهاية الربطة. ولهذا فإن فشل ربطة الجدار أمرٌ شائع في المباني القديمة؛ ويعود هذا الفشل بشكل رئيسي إلى المعالجة غير الفاعلة ضد الصدأ. تُشكَّل الربطات الحديثة من مواد مقاومة للصدأ، مثل الفولاذ المطاوع المُغلفَن، أو الفولاذ الصلب غير القابل للصدأ، أو البلاستيك (الشكل 9.7). قد يسمح مرور ربطة الجدار عبر الفجوة بمرور الرطوبة، ويُمنع ذلك بتضمين التصميم إفريز مانع للخاصة الشعرية.



الشكل 9.7 صيغ ربطات الجدار

العزل الحراري

يمكن ربط تطور الجدار الخارجي للمنزل في الأزمنة الحديثة (منذ سبعينات القرن الماضي على وجه الخصوص) بالتغيرات التي طرأت على معايير العزل الحراري التي تفرضها قوانين البناء (الجزء L، حفظ الوقود والطاقة). تعدُّ قيمة معامل النقل الحراري U الطريقة النمطية التي تحدد بواسطتها معايير العزل. تقاس قيمة معامل النقل الحراري U بالواط/ م^2 درجة مئوية ($w/m^2 C^o$) أو باستخدام درجات الحرارة المطلقة، واط/ م^2 كلفن.

تستخدم وحدة الواط لقياس تدفق الإشعاع أو جريان الطاقة، وتسعى القوانين للحد من جريان الطاقة لكل متر مربع من طريق تحديد قيم عظمى للعناصر الخارجية المختلفة، مثل الجدران والأسقف. تتطلب قوانين البناء قيمة عظمى لمعامل النقل الحراري U مقدارها 0.35 $w/m^2 K$ للجدران، و 0.25 $w/m^2 K$ للأسقف. هذا يقتضي أن تكون الأسقف أفضل عَزلاً من

الجدران (يمكن للجدران أن تفقد تقريباً نصف واط لكل متر مربع من مساحة الجدار لكل فرق درجة حرارة واحدة بين داخل البناء وخارجه، بينما تفقد السطوح ربع واط فقط).

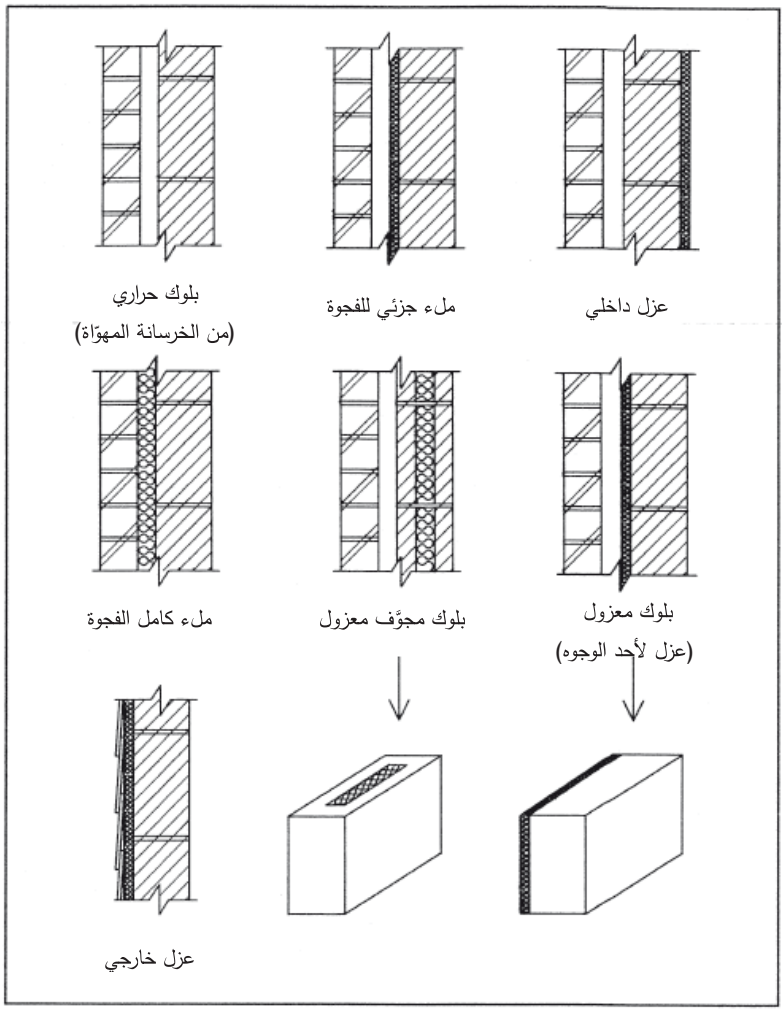
عندما تحسنت قيمة U للجدران منذ عدة سنوات إلى 0.60، غيَّر ذلك في الطريقة التي توضع بواسطتها الجدران مع بعضها، إذ فُرض ضغط كبير على جزء البلوك من الجدار لتوفير مستويات جيدة من العزل مع المحافظة على قدرته على رفع الأحمال المفروضة عليه. بعد تغير قيمة U للجدران إلى 0.45، أصبح من الصعب تحقيق المعيار الحراري من دون إضافة العزل في الجدران، واليوم غدا اعتماد ملء الفجوة الجزئي بألواح عزل قاسية هو النهج.

يبين الشكل 10.7 بعض الطرق المتنوعة التي يمكن بواسطتها إدماج العزل ضمن الجدار ذي الفجوة.

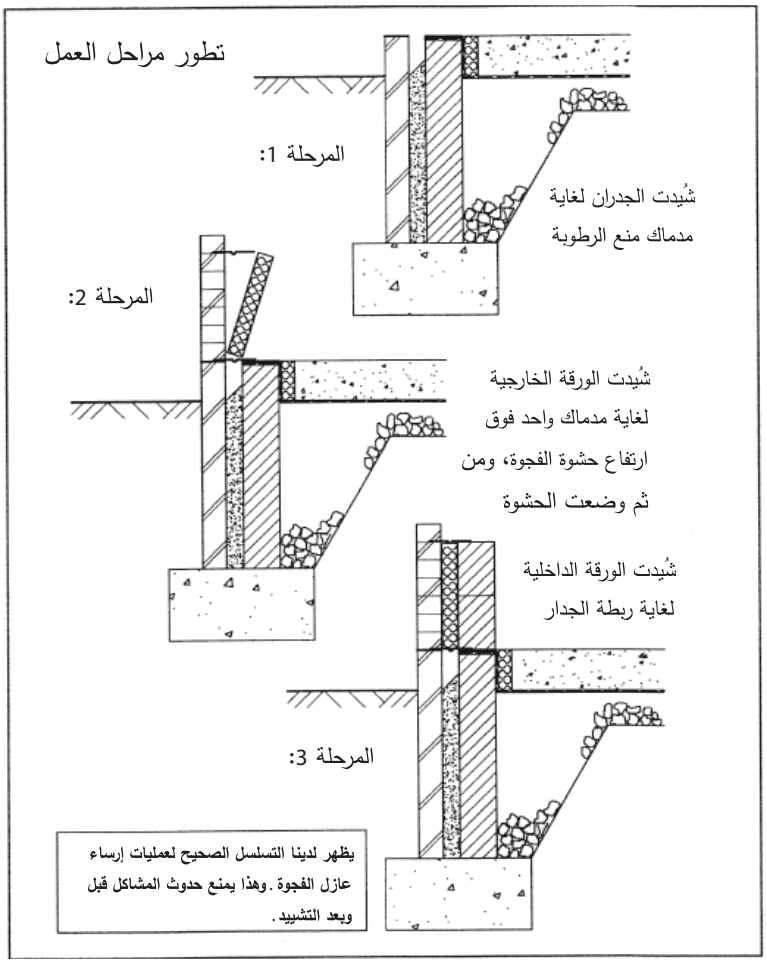
إذا احتجنا إلى تضمين عزلٍ للفجوة في الجدار، يكون ذلك على هيئة ألواح قاسية تثبَّت بين ربطات الجدار. يظهر الشكل 11.7 هذا الإجراء، حين يستخدم الملء لكامل الفجوة (الشكل) وحين يستخدم لجزء من الفجوة. لاحظ الأقراص الدائرية المثبتة إلى الربطة لإحكام عزل الفجوة المملوءة جزئياً على السطح الداخلي للبلوك.

احتواء الحركة

تُغيِّر كافة مواد البناء أحجامها إلى حد ما عندما تتعرض لتغيرات في الحرارة والرطوبة والمبنى ليس استثناءاً. يمكن لتأثير الحركة الناجمة عن تغير الحجم، إن لم يُكبح، أن يكون كبيراً. لذا وجب استخدام وصلات احتواء الحركات للسماح بحدوث الحركات.



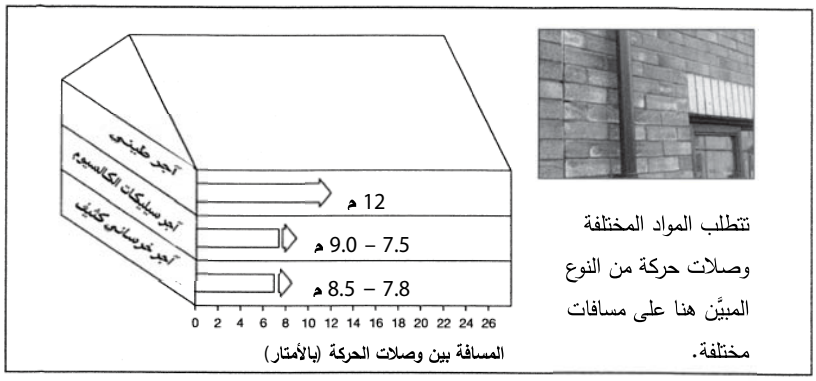
الشكل 10.7 عزل الجدران ذات الفجوة



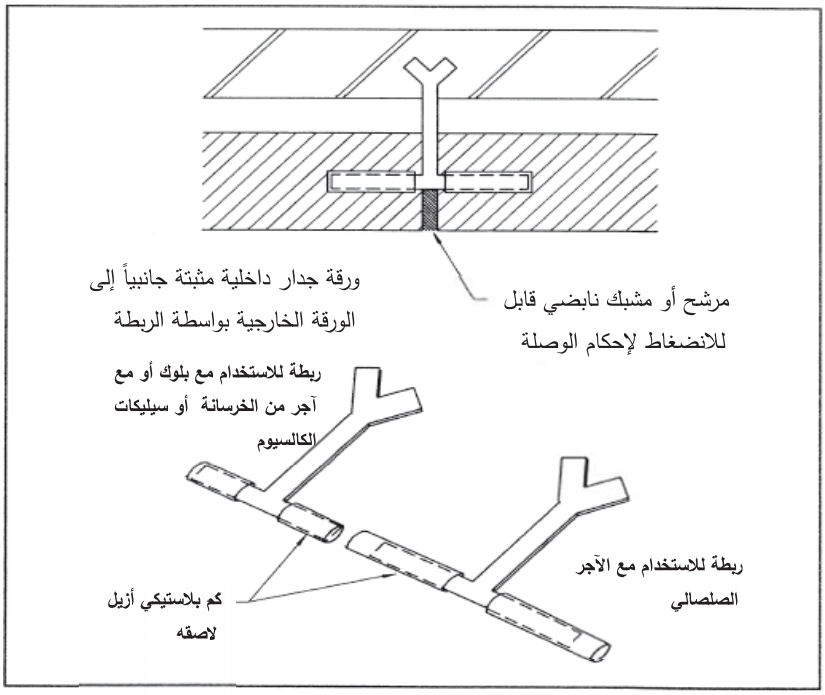
الشكل 11.7 إرساء العزل في الجدران ذات الفجوة

إن معامل تمدد الصلصال عالٍ جداً، وهذا يتطلَّب أحياناً تضمين البناء وصلات حركة (الشكل 12.7). تعتبر الصفوف المدرَّجة لوحدات المنازل الأماكن النموذجية التي نحتاج فيها للوصلات.

نحتاج إلى استخدام ربطة كبيرة عند وصلة الحركة لتدعيم هذه النقطة، حيث يضعف عندها تماسك الآجر. وبما أن الحركة متوقَّعة عند الوصلة، فمن المهم أن نسمح للجدار أن يتحرَّك، في ما تبقى الرَّبطة داعمة له. يبين الشكل 13.7 بعض التفاصيل النموذجية.



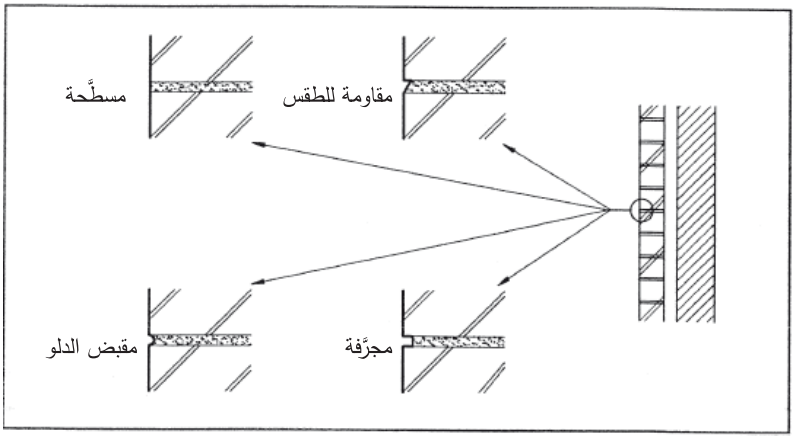
الشكل 12.7 وصلات احتواء الحركة في أعمال الآجر (فواصل)



الشكل 13.7 وصلة حركة مع دعم ربطة

مظهر السطح والمونة

يُنهى الوجه المُعرَّض من الجدار، على الأرجح، بـ "وجه جميل". إذ تُنهى أعمال الآجر أو أعمال البلوك بسوية عالية، ولا تكون مُعدَّة لتلقي أي صيغة من صيغ إنهاء السطوح أو الزخرفة. ولتحقيق ذلك، ولضمان أن يكون السطح مقاوماً للظروف المناخية، تُنهى الوصلات الملاطية بالمونة. ثمة عدة خيارات متاحة، وكل منها يعطي مظهراً مختلفاً للجدار (الشكل 14.7). بالإضافة إلى أنها تقاوم العوامل الجوية بطرق متباينة. تُعطي طريقة المونة المُجرَّفة مظهراً حضارياً، لكن أداءها في مقاومة مرور الرطوبة أقلُّ جودةً من أداء طريقة المونة المقاومة للطقس. في النهاية يكون الانتقاء مسألة تفضيل شخصي يقع على عاتق المصمم.



الشكل 14.7 خيارات شكل المونة في جدران الآجر والبلوك

تمرين

- لماذا يُعتبر التنسيق البُعدي ضرورياً عند تحديد قياسات الآجر والبلوك المستخدمة في الجدار الخارجي.
- ما هو الارتفاع المعياري لطبقة الآجر، وما هو هذا الارتفاع لطبقة البلوك.
- ادرس الخيارات المتاحة للعزل الحراري وقارن في ما بينها من حيث المزايا النسبية.

3.7 تشييد الإطار الخشبي

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على الرجوع إلى مبادئ تشييد الإطار الخشبي وكيف تختلف عن تشييد البناء.
- وستصبح مُلمّاً بطريقتي البالون والمنصَّة للإطار الخشبي.
- وستدرك التفصيلة اللازمة لحماية الإطار الخشبي من العطب، والتفصيلة المطلوبة للسماح بالحركة البُعدية المتوقَّعة في الإطار الناجمة عن الطبيعة الماصة للرطوبة للخشب.

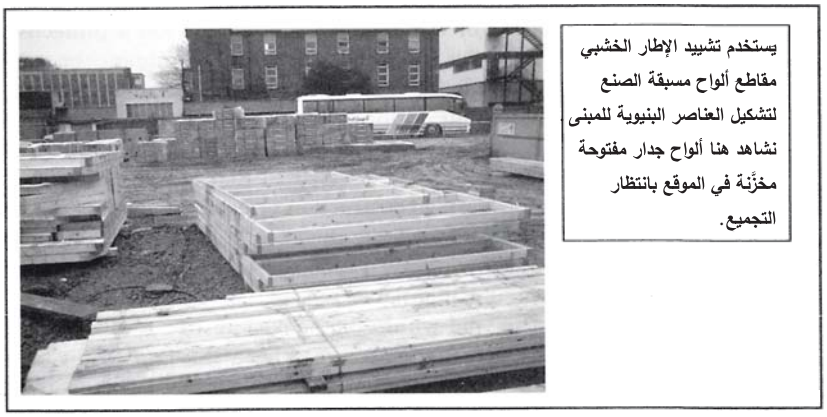
نظرة عامة

في معظم المساكن التقليدية ذات الجدران الخارجية المبنية، يكون الجدار من نوع تشييد الفجوة بحيث تكون الورقة الخارجية من الآجر، والورقة الداخلية من البلوك الخرساني. في التشييد ذي الإطار الخشبي، تُستبدل الورقة الداخلية بإطار خشبي بنيوي. يُعتبر هذا الإطار عنصر التحمُّل الرئيسي للجدار الخارجي، ولا تتحمل الورقة الخارجية المبنية من الآجر أياً من الأحمال البنيوية من المسكن. توفِّر الورقة الخارجية المبنية من الآجر حماية من الطقس، ومظهراً جميلاً ومريحاً. وبالفعل، يمكن استبدال الورقة الخارجية المبنية من الآجر باعتماد أي من طبقات التغطية المتعددة المقاومة للعوامل الجوية. أمثلة على البدائل الممكنة تتضمن الصفائح الخشبية أو البلاستيكية المقاومة للعوامل الجوية، والتغطية بالآجر، والطلاء.

في السنوات الأخيرة عانت المنازل التي تعتمد الأُطُر الخشبية من سمعة سيئة. كان سببها الخلل الذي رافق الأمثلة المبكِّرة. قُرنَ هذا الخلل بنقص في التفاصيل وبممارسة ضعيفة في الموقع، نتج منها دخول الرطوبة إلى خشب الإطار. في الأمثلة التي تَلَت، أُزيلت معظم هذه المشاكل، ويوفِّر استخدام تشييد الإطار الخشبي الآن طريقة اقتصادية وفاعلة لتشييد المساكن.

ثمة مزايا واضحة مرافقة للتشييد بالإطار الخشبي. **أولاً**: تعتمد طبيعة

الصيغة بشكل أساسي على التصنيع المسبق؛ حيث تصنَّع الألواح مسبقاً في بيئة معملية وتجمَّع بعدها على شكل كتل كبيرة في الموقع (الشكل 15.7). ومن ثمَّ هناك إمكانية للوصول إلى مستويات عالية من ضبط الجودة في التصنيع، إضافة إلى اقتصاديات الحجم المرافقة للإنتاج الكمي. من جهة ثانية فإن الطبيعة المرنة لصيغة التشييد تساعد في تصنيع ألواح التصاميم الموصى عليها. وقد حدثت، في الواقع، طفرة في مستوى استخدام الإطار الخشبي بين البنّائين الأفراد.



يستخدم تشييد الإطار الخشبي مقاطع ألواح مسبقة الصنع لتشكيل العناصر البنيوية للمبنى نشاهد هنا ألواح جدار مفتوحة مخزَّنة في الموقع بانتظار التجميع.

الشكل 15.7 تشييد الإطار

ثانياً: إن نسبة القوة إلى الوزن في الخشب عالية نسبياً، ومن ثمَّ فإن الحمل الميّت للمسكن ذي الإطار الخشبي أقل بكثير من الحمل الميّت للمسكن التقليدي الذي له حجم مماثل. تظهر نتيجة لذلك إمكانية تخفيض في الكلفة ناجم عن اعتماد صيغ أساسات أخفّ. إضافة إلى ذلك، فإن مستوى التحميل المنخفض المطبَّق على الأرض يعني إمكانية استخدام **طبقات** أرضية ذات سعة تحمُّل أقل لتشييد المبنى فوقها. ويُعتبر هذا الأمر موضوعاً ذا أهمية بالغة في **معادلة المتعهِّد**، إذ إن المواقع الأقل جودة غالباً ما تكون أرخص. كما أن له علاقة بموضوع استدامة عملية التشييد، مع ازدياد الضغوط للمحافظة على المواقع الجديدة (التي لم تُستخدم سابقاً).

الطبقات هو المصطلح المستخدم لوصف الطبقات التي تتشكَّل منها الأرض في الموقع. وتتكون الأرض عادة من عدة طبقات متباينة في العمق وذات أنواع تربة مختلفة.

قُدمت **معادلة المتعهِّد** في الفصل الثاني (المقطع 1.2)، وهي علاقة بسيطة بين كلفة الأرض، والدخل، والإنفاق، والربح.

ثالثاً: بما أن التشييد بالإطار الخشبي هو صيغة جافة من صيغ البناء، فثمة فائدة تكمن في تسريع تطور العمل في الموقع. فَبخلاف صيغ التشييد التقليدية، التي تتطلب زمناً لجفاف الجدران المبنية والإكساءات الداخلية، يمكن للتشييد بالإطار الخشبي أن يكون جافاً تماماً. ومن ثمَّ يمكن تخفيض زمن التشييد كثيراً.

إحدى مزايا الإطار الخشبي هي حقيقة أن معظم العمل به جافٌ مقارنة مع "**المهن الرطبة**" في التشييد التقليدي. ومع ذلك، تُعتبر سرعة التجميع الناجمة عن التصنيع المُسبق هي المزيّة الأساسية للتشييد بالإطار الخشبي.

"**المِهن الرطبة**" هي تلك العمليات التي تتضمَّن استخدام مواد "رطبة"، مثل الإسمنت، والملاط، والجصّ، والخرسانة. بدأ يتزايد استخدام بدائل "جافة" لتخفيض الزمن اللازم لجفاف أو لمعالجة تلك المواد، مما يسمح بإجراء عمليات تالية في وقت أبكر.

إن إحدى سمات التشييد بالإطار الخشبي هو الحاجة إلى تصميم التنسيق بين العناصر والمكونات بعناية، حيث تَنتُج اقتصاديات الحجم عن المعايرة.

مبادئ تشييد الإطار الخشبي

يعتمد مفهوم التشييد بالإطار الخشبي على إقامة إطار خشبي حمّال يدعم الأحمال الثابتة والمتغيرة [الميتة والحيّة] من الطوابق العليا، ومن الأسقف، ومن جدار الإطار الخشبي ذاته. يُكسى هذا الهيكل بعد ذلك بمغلِّف مقاوم للأحوال الجوية. في بريطانيا، يُشكَّل المغلِّف عموماً من

الآجر وذلك لمحاكاة مظهر المسكن التقليدي. ثمة صيغتان رئيسيتان موجودتان للإطار الخشبي، يصطلح على تسميتهما إطار المنصَّة وإطار البالون. ومع أن صيغة إطار البالون أقل شيوعاً في بريطانيا، فإنها تُستخدم على نحو واسع في أماكن أخرى. تعتمد كلتا الطريقتين على تجميع ألواح كبيرة مسبقة الصنع لتشكيل الجدران الخارجية البنيوية للمسكن. تُغطى هذه الجدران بعد ذلك بطبقة مقاومة للعوامل الجوية لإضفاء مظهر جماليّ ممتع.

يعتمد تشييد الألواح الإفرادية على تزويد الجدار بخشبات قائمة، بأبعاد نموذجية 50 مم x 100 مم، وأحياناً أكبر. تثبت الخشبات متباعدة عن بعضها 400 مم أو 600 مم لتتوافق مع الأبعاد النموذجية لصفائح الألواح الجصّية. تثبت خشبات اللوح بين سكك خشبية عُلوية وسفلية من الأبعاد نفسها. تُعرف هذه السكك باسم "سكة الرأس" و"سكة القاعدة". إضافة إلى ذلك وحيثما يُتوقع وجود أشياء مُثبَّتة ثقيلة تحتاج لدعم، تُدخل قطع خشبية أفقية في الفراغ بين الخشبات العمودية. لذا، فمن الضروري دراسة مواضع عناصر مثل الخزائن الجدارية واللوازم الصحية قبل تجميع الألواح.

ولتزويد الألواح بوجه خارجي ذي ديمومة، ولضمان الصلابة، تُسمَّر إلى الألواح بطانة من الخشب المقوّى أو من الخشب المضغوط المغموس بالقار ذات سماكة 9.5 مم، على مسافات 150 مم لضمان تماسك كامل الوحدة ضد التشوّه. ويُعتبر هذا الإجراء ذا أهمية كبيرة في حماية وحدات الألواح المجمَّعة من تأثيرات أحمال الرياح. كما يوفِّر التبطين قاعدةً مستمرة لربط مثبتات الإكساءات، مثل العوارض الخشبية المستخدمة لتعليق القرميد أو ربطات الجدار المستخدمة للإكساء الخارجي بالآجر.

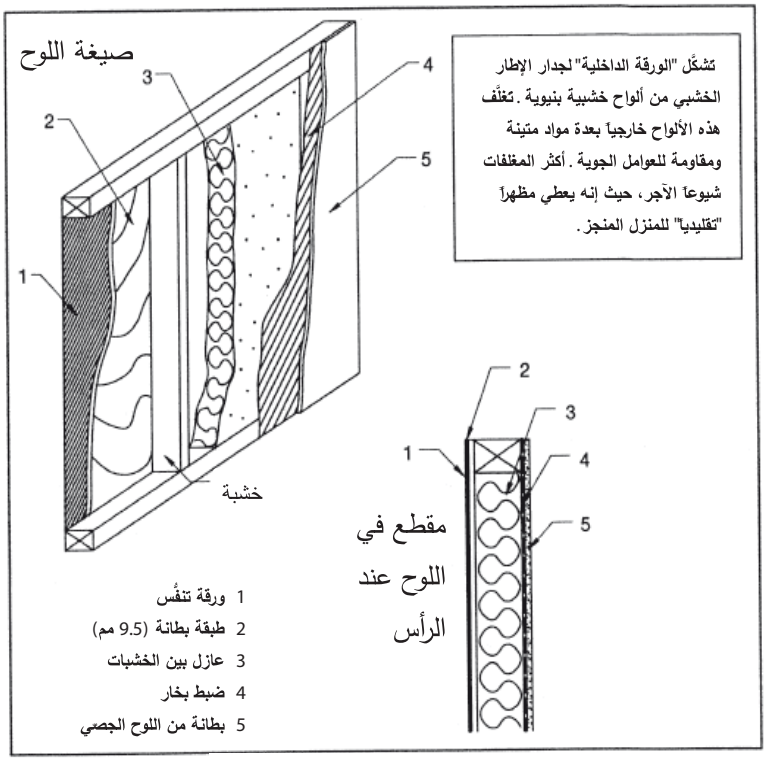
تجب حماية الوجه الخارجي للبطانة من العوامل الجوية إبان عملية التشييد. إذ من الممكن أن تتعرَّض البطانة لعدة أسابيع قبل تزويد الجزء الخارجي من المبنى بالغطاء المقاوم للعوامل الجوية. ولهذا السبب يُطبَّق على الألواح غطاء واقٍ؛ يصطلح على تسميته "غشاء تنفُّس" أو "ورق

(3) ورق متين يستخدم في التشييد لتحسين العزل الحراري والحماية من العوامل الجوية، ويعمل حاجزاً للبخار، ويوضع بحيث تكون الطبقات العليا متراكبة فوق الطبقات السفلى لتسهِّل انسياب الماء عن الجدار (المترجم).

المبنى"[3]. يؤدي غشاء التنفُّس عدة وظائف مهمة .**أولاً**، يعمل على حماية الألواح من المطر خلال مرحلة التعرُّض في عملية التشييد .**ثانياً**، يعمل على حماية الألواح من دخول المطر المدفوع بالهواء والمتخطي للفجوة .**ثالثاً**، من المهم السماح لأي رطوبة تدخل إلى الألواح أثناء التشييد أو خلال حياة المبنى بأن تخرج. ولتسهيل ذلك، من الضروري أن يكون الغطاء مُنفذاً للبخار، بحيث يسمح لأي رطوبة عالقة بالخروج على شكل بخار - من هنا جاء المصطلح "ورق التنفُّس".

يجب عزل الفجوة بين الألواح للحصول على المستوى المطلوب من مقاومة مرور الحرارة، ويعتمد هذا عموماً على إرساء مادة عازلة من زغب الألياف تُثبَّت بإحكام بين الخشبات. تُحدد سماكةُ اللوح مستوى العزل الممكن تحقيقه. من المحتمل أن تزداد سماكة اللوح مستقبلاً لتوفير مستويات أعلى من العزل الحراري. يؤدي إرساء هذه المادة العازلة إلى حدوث تباين كبير في الحرارة بين الوجه الداخلي والوجه الخارجي للَّوح، وهذا قد يسبب خطر التكاثف ضمن اللوح. ومن الواضح أن هذا يمثِّل خطراً جسيماً، كَون الهيكل من الخشب، ومن ثمَّ فهو عرضة للتفسُّخ. ولتخفيض خطر التكاثُف ضمن اللوح، من الضروري ضبط البخار على الوجه الداخلي. يحقق ذلك باستخدام بطانة من البوليثين، توقف مرور الرطوبة المتولِّدة داخل المبنى إلى قلب لوح الإطار الخشبي. ويجب قبول أن هذا يمثل ضبطاً للبخار لا منعاً له. السبب في ذلك أن الوجه الداخلي للجدار مُثقَّب بمثبتات وثقوب لتسهيل تركيب مفاتيح الإنارة، ومآخذ المقابس وما إلى ذلك، ولهذا لا يكون البوليثين المقاوم للبخار مستمراً تماماً، ومن ثمَّ فلن يقاوم مرور البخار كلياً إلا أنه يُخفِّضه إلى الحد الأدنى.

يُنهى الوجه الداخلي للَّوح بتطبيق صفائح ألواح جصّية، يمكن إكساؤها باستخدام إمّا طلاء جاف أو طبقة رقيقة من الجص. يبين الشكل 16.7 المكونات النمطية للوح الجدار.



الشكل 16.7 المكونات النمطية لجدار الإطار الخشبي

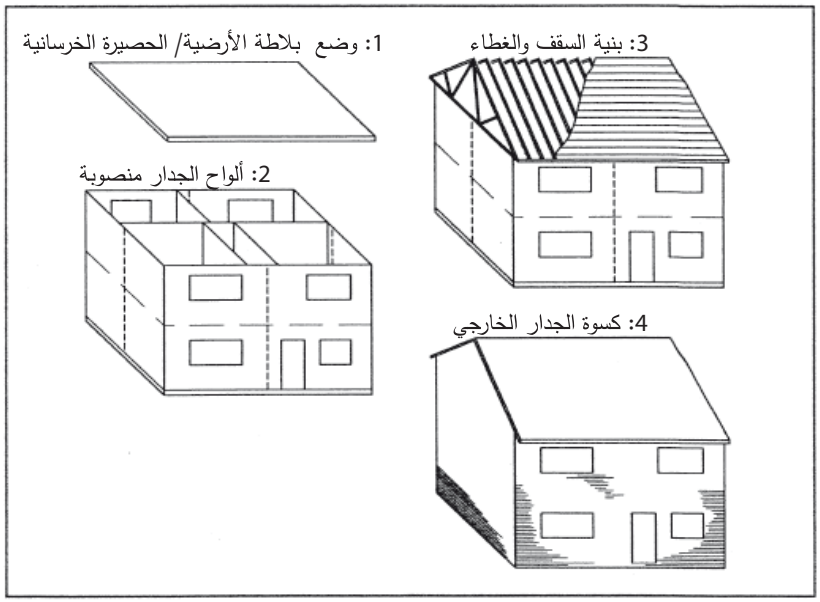
خيارات الإطار الخشبي

إطار البالون

في حالة المساكن المؤلفة من طابقين يتألف إطار البالون من ألواح جدار ذات ارتفاع يساوي الارتفاع الكامل للمبنى (الشكل 17.7). بعد نصب الألواح، تُثبَّت عوارض الطابق الأول إلى عوارض خشبية موضوعة بين خشبات اللوح. إن أحد عيوب هذه الصيغة للإطار هو الحاجة إلى وضع حواجز فجوة ضمن الألواح لكبح انتشار الحريق بين الطوابق بسبب الطبيعة المستمرة للفجوة ضمن اللوح. ويسهم ذلك في تدَنّي شعبية هذه الصيغة. تُشكَّل حواجز الفجوة عادة من مقاطع خشبية مقطَّعة حسب القياس المطلوب، تُثبَّت بين الخشبات في الموقع. إن الحاجة لتنفيذ هذه الحواجز

ولتوفير عوارض خشبية لدعم الطوابق العليا تُقلِّص الفائدة المرجوة من التصنيع المسبق، وتزيد من الحاجة إلى اليد العاملة في الموقع. وهذا يؤدي إلى إبطاء عملية التشييد وإلى زيادة احتمال عدم الدقة في الأعمال المنفَّذة في الموقع. إن الميزة الرئيسية لهذا النوع من الأُطر هي أن الجدران الخارجية تُقام بشكل مستقل عن الطوابق العليا. ولذلك يمكن إقامة غلاف المبنى إلى الارتفاع الكامل وتشكيل السقف في وقت قصير جداً. يُشكَّل، بهذه الطريقة، غلافٌ مقاوم للعوامل الجوية بسرعة، مما يسمح بإجراء الأعمال الداخلية في بيئة محمية.

تُعدُّ ألواح الجدار ذات ارتفاع الطابقين والمُبيَّنة في الشكل 18.7، إحدى خصائص إطار البالون.

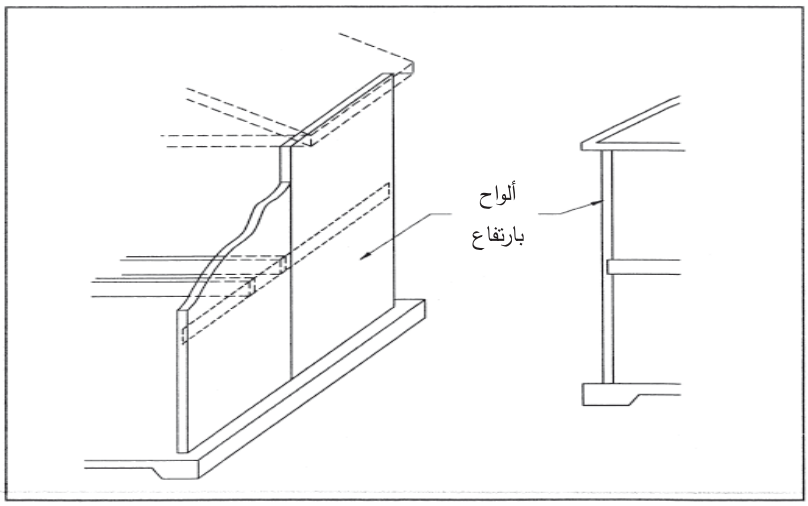


الشكل 17.7 تشييد إطار البالون

إطار المِنصّة

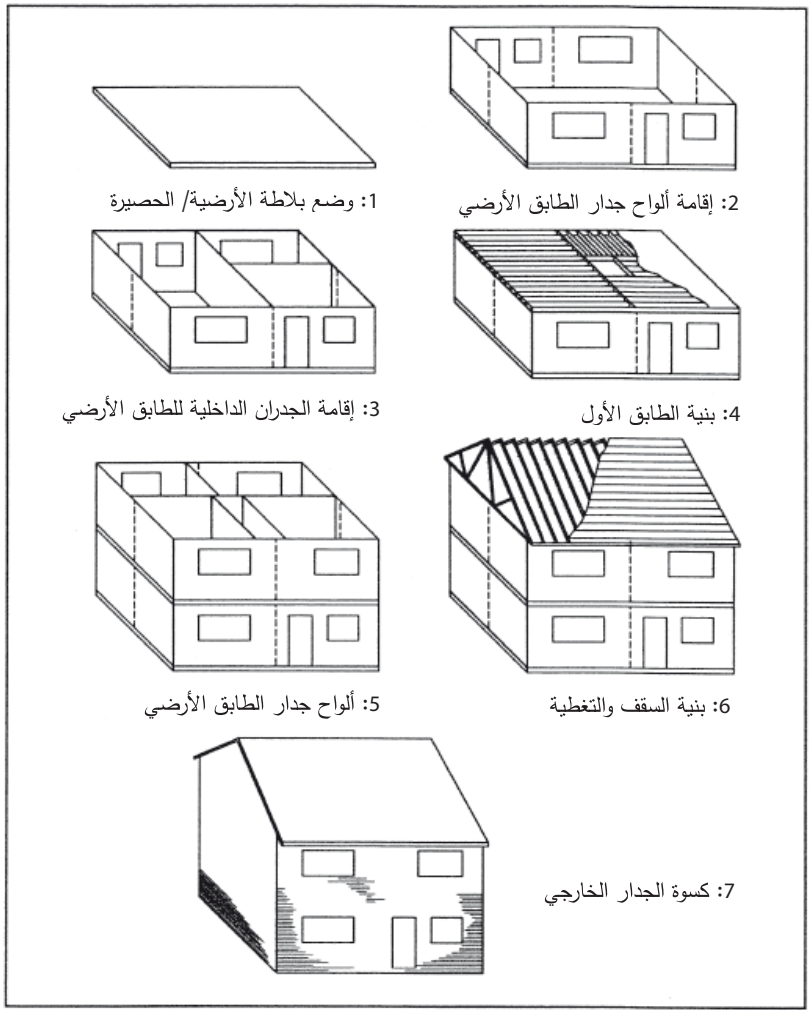
يُعتبر إطار المنصة الخشبي أكثر أنواع التشييد بالأطر الخشبية المستخدمة للمساكن في بريطانيا (الشكل 19.7). وبخلاف إطار البالون،

يعتمد هذا الإطار على استخدام ألواح بارتفاع طابق واحد، ويؤدي ذلك إلى تشكيل ألواح سهلة التداول خلال النقل والتجميع. تنصب ألواح الطابق الأرضي أولاً، حيث تُجمَع الألواح مع بعضها باستخدام رابط رأس خشبي. يُشكَّل بعد ذلك الطابق العُلوي، بما في ذلك السطح، مستنداً على رابط الرأس. في كل طرف من عوارض الأرضية المستندة على لوح الإطار، تُغلق الفجوة باستخدام عارضة ثانوية رأسية. يعمل المقطع السفلي المُكتمل من المبنى بوصفه منصة لتشكيل الطابق العُلوي، الذي يُشكَّل بالطريقة نفسها.



الشكل 18.7 ألوح جدار إطار البالون ذات ارتفاع طابقين

لإطار المنصة عدة مزايا. **أولاً**، تُنقل الألواح وتتداول في الموقع بسهولة نظراً لقياسها الملائم. **ثانياً**، يسمح إعداد الطابق العلوي في مرحلة مبكِّرة نسبياً باستخدامه منصة عمل للعمليات اللاحقة. ومن ثمَّ تقلُّ الحاجة لمنصات عمل مؤقتة. لكنَّ تشكيل الطابق في هذه المرحلة المبكِّرة يؤدي إلى خلق عيب متمثِّل في إعاقة عملية تشكيل الجدران البنيوية الخارجية، وبالتالي يُشكَّل السقف في ما بعد، ولا يمكن جعل المبنى مُحكماً ضد العوامل الجوية سريعاً، كما أن هناك إمكانية لتعرّض العناصر لفترة أطول لهذه العوامل. ومع ذلك، يساهم تشييد إطار المنصة في النصيب الأكبر من مُجمل تشييد الإطار الخشبي في بريطانيا.



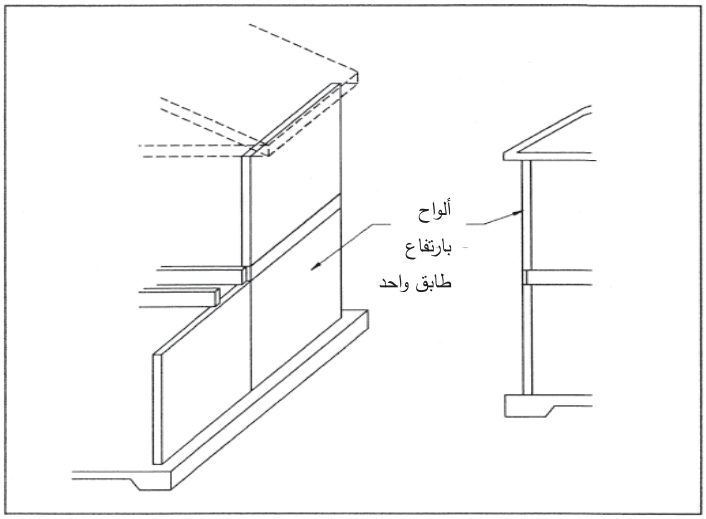
الشكل 19.7 تشييد إطار المنصَّة

يمكن أن نرى بوضوح أنَّ استخدام إطار المنصة يسمح بإقامة الطابق العُلوي مباشرة فوق لوح الجدار السفلي (الشكل 20.7).

ثمة بدائل أخرى موجودة لصيغة الإطار الخشبي، لكنَّ استخدامها غير منتشر على نحو واسع في بريطانيا، وتتشارك جميعها الخصائص المذكورة هنا. انظر الشكل 21.7.

تمرين

- اسرد خاصَّتين جرى تضمينهما في التشييد بالإطار الخشبي لمنع دخول الرطوبة إلى الخشب.
- ماذا يميِّز تقنية إطار البالون عن تقنية إطار المنصَّة؟



الشكل 20.7 ألوح جدار إطار المنصَّة ذات ارتفاع طابق واحد

الشكل 21.7 استخدام السِقالات في إقامة جدران الإطار

تجميع المباني ذات الإطار الخشبي

كما أسلفنا سابقاً، فإن إطار المنصة هو صيغة التشييد بالإطار الخشبي الأكثر شيوعاً في بريطانيا. وبالرغم من وجود مقدار من التباين في طريقة التجميع للصيَغ المختلفة من الإطار، فجميعها متشابهة من حيث المبدأ. ولهذا سندرس إطار المنصة فقط بوصفه توضيحاً للمبادئ العامة المُتضمَّنة. لقد جرى شرح تسلسل العمليات التي تدخل في تجميع المسكن ذي الإطار الخشبي. ومن المفيد الآن أن نُركِّز على بعض تفاصيل التجميع المهمة المُتضمَّنة. إن المناطق الرئيسية المهمة هي: الوصلات بين الألواح، والربط بين ألواح الجدار والأساس/ الطابق الأرضي، والوصلة بين الطابق العلوي والجدار/ السقف.

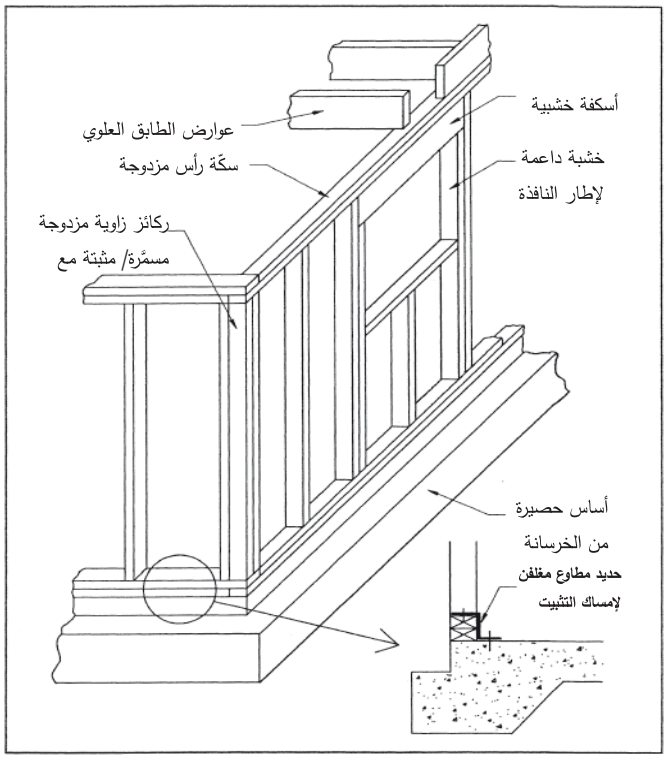
الوصلات بين الألواح

في بعض الحالات يمكن تشكيل الطول الكامل للجدار الخارجي بلوح واحد. لكن هذا نادر، والأكثر شيوعاً هو تشكيل الجدران من عدة ألواح مستقلَّة تُربط مع بعضها (الشكل 22.7). تجمع الألواح بجانب بعضها وتُسمَّر بإضافة عارضة خشبية أفقية تَمرُّ عبر قمة الألواح لضمان المحاذاة المنتظمة. تؤلف العارضة الأفقية أيضاً سكَّة مزدوجة في أعلى ألواح الطابق الأرضي موافرة قاعدةً راسخة لتشكيل الطابق العُلوي. تُثبَّت السكَّة السفلية إلى أسكَفة أو صفيحة قاعدة خشبية مستمرة. عندما تُجمع ألواح على امتداد واحد تكون الوصلات بسيطة. أما عند الزوايا، حيث تكون الألواح المتجاورة متعامدة مع بعضها، فمن الضروري استخدام خشب إضافي لتسهيل الوصل. يمكن أيضاً تصنيع ألواح خاصة لهذه الوضعيات. وهذا يقلل مستوى المعايرة، ومن ثمَّ مقدار فاعلية الكلفة. بناءً على ذلك فإن استخدام خشبات إضافية في الموقع هو الأكثر شيوعاً.

الربط مع الأساسات

إن التشييد بالإطار الخشبي أخفُّ صيغة من التشييد المبني التقليدي. ويأخذ تصميم الأساسات هذا بالحسبان، ومع ذلك فإن ماهيَّة صيغ الأساس هي ذاتها كتلك المتاحة للمنازل المُشيَّدة بالطريقة التقليدية. عملياً هناك

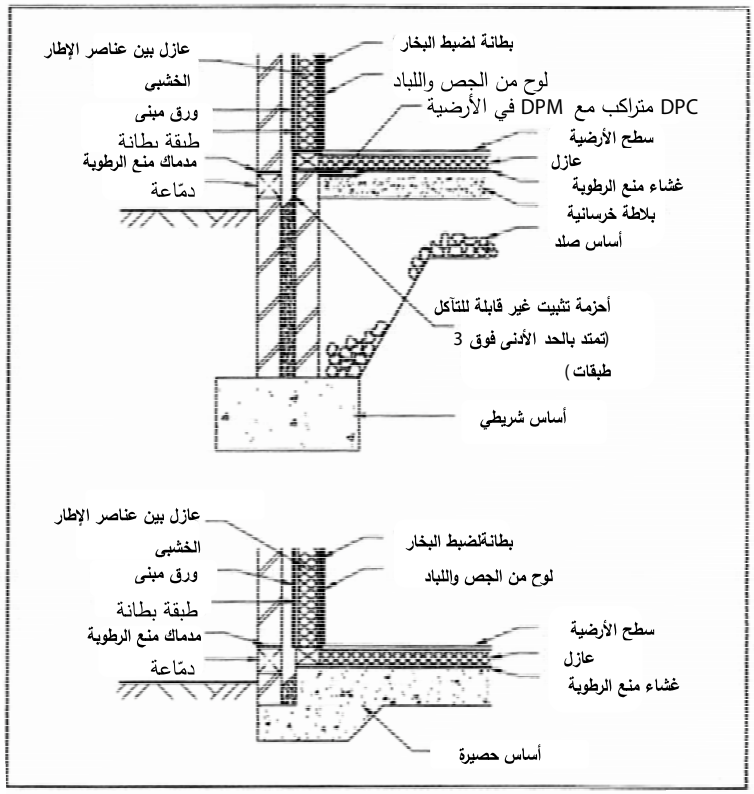
نوعان للأساسات يستخدمان عموماً: الأساس الشريطي وأساس الحصيرة المسلَّحة. عند استخدام الأساس الشريطي من الشائع استخدام بلاطة أرضية خرسانية مدعومة من الأرض أيضاً. إن طريقة ربط ألواح الجدار الخشبي في كلا السيناريوهين هي ذاتها.



الشكل 22.7 وصلات الألواح في التشييد بالإطار الخشبي

تُثبَّت صفيحة القاعدة الخشبية أو الأسكفة، التي جرى تشريبها بمادة واقية، إلى مقطع الجدار الأسفل أو إلى الحصيرة. وتوضع الصفيحة على طول مدماك منع الرطوبة وتُمدّ فوق ملاط إسمنتي لتوفير قاعدة مستوية وراسخة لإضافة ألواح الجدار. في الماضي كانت صفائح القاعدة تُثبَّت إلى الجدار أو إلى الحصيرة من طريق إما تثبيتٍ بقذف مسامير أو بحفر ثقوب عبر الخشب وإدخال مسامير تثبيت مُلولَبة. وفي كلتا الحالتين يُصبح قلب الخشب معرَّضاً، ويُثقب مدماك منع الرطوبة. ومن ثمَّ فهناك إمكانية لمرور

الرطوبة إلى داخل الخشب، ومن الممكن أن تتسبب بالتفسُّخ. إضافة إلى ذلك، من الضروري عند استخدام مسامير التثبيت اللولبية أن نشطب رؤوس المسامير أو أن نجوِّف السكّة السفلية للوح الجدار لتجنُّب فسادها. تتبنى التقنيات الحديثة استخدام حزام تثبيت غير حديدي لا يَثقب مدماك منع الرطوبة أو يَنفذ إلى قلب الخشب. يوضِّح الشكل 23.7 خيارين مُمكنين. بعد تثبيت صفيحة القاعدة التي تُسمَّر ألواح الجدار مباشرة عليها.

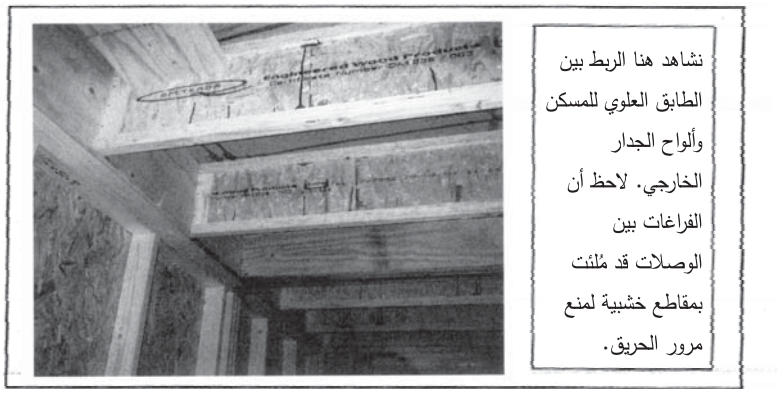


الشكل 23.7 الربط مع الأساسات

الوصل مع الطوابق العليا

إن طريقة تشييد الطابق العُلوي المستخدم في سكن الإطار الخشبي هي ذاتها المستخدمة في التشييد التقليدي. إلا أن أسلوب الربط مع ألواح الجدار مُحدَّد نوعاً ما. تستند عوارض الأرضية مباشرة إلى رابط الرأس لألواح

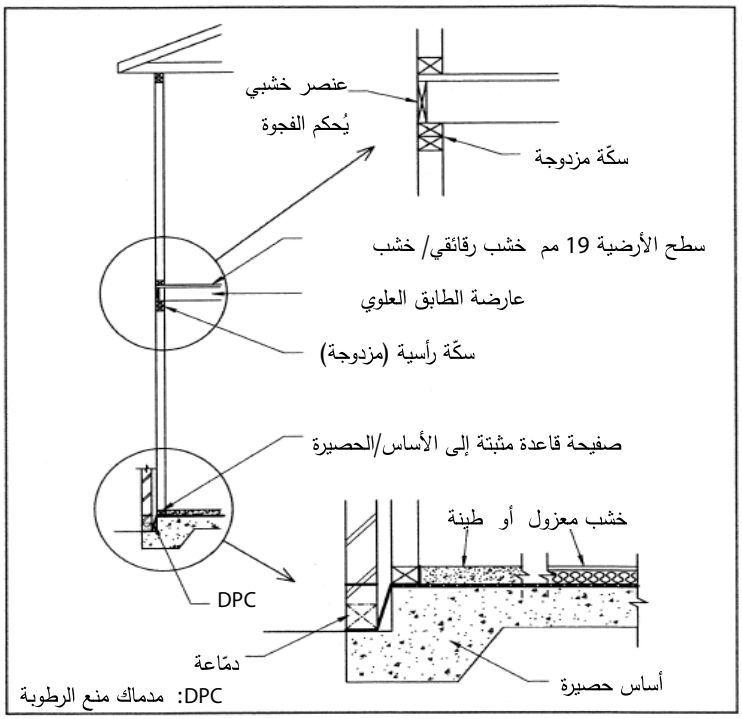
الجدار السفلي (الشكل 24.7). إن استخدام رابط الرأس مع سكّة الرأس للّوح يؤدي إلى تشكيل مقطع مزدوج قوي موافراً الدعم للعوارض (الشكل 25.7). من الشائع، غير الضروري، أن تتّسق العوارض خطياً مع خشب ألواح الجدار. تكون المسافات البينية للخشبات والعوارض عادة إما 400 مم أو 600 مم؛ وهذا يزيد، إلى الحد الأقصى، فاعلية استخدام ألواح جصيّة قياسية لإنهاء الجدار والسقف الداخلي. بعد تثبيت عوارض الأرضية، يُزوَّد محيط حافة الأرضية بعارضة رأسية لسد فجوة الأرضية ولمقاومة انتشار الحريق. في هذه المرحلة، يُمدُّ سطح الأرضية لغاية الحواف الخارجية لتركيبة الأرضية/ الجدار. تُشكِّل الأرضية المكتملة منصةً لإقامة ألواح الجدار التالية، والتي تُجمع بتسميرها إلى الأرضية عبر السكّة السفلية.



الشكل 24.7 سكن الإطار الخشبي – تشييد الطابق العُلوي

الوصل مع الأسقف

يكون الوصل عند مستوى السقف (الشكل 26.7) مشابهاً للوصل في الطابق العلوي. يجري التزويد برابط رأس لربط سِكك الرأس لألواح الجدار الإفرادية، ولتوفير قاعدة سكة مزدوجة لدعم السقف. في التشييد بالإطار الخشبي يكون هذا بالتأكيد بنية سقف بجمالون (روافد على شكل مثلث). تُربط الجمالونات الإفرادية إلى رابط الرأس باستخدام موصلات من الفولاذ المُغلفن على هيئة سرج. ويجري ذلك تماماً بذات اسلوب الربط إلى صفيحة الجدار المستخدمة في التشييد التقليدي.



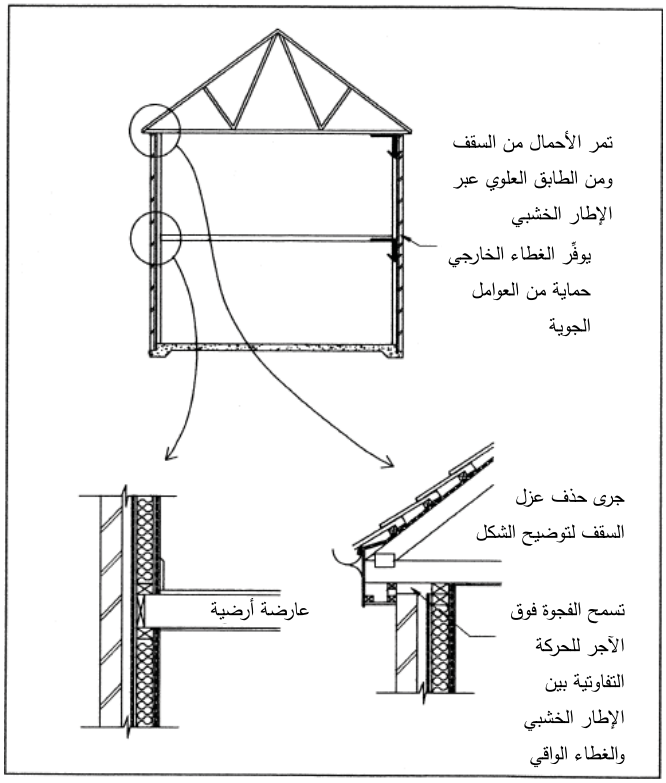
الشكل 25.7 تفاصيل وصلة الإطار

إكساءات الأطر الخشبية

يتوافر طيف واسع من خيارات الإكساء الخارجي لمباني الأطر الخشبية. عندما نتعامل مع المساكن، فثمة رغبة لمحاولة تقليد صيغة التشييد المبنى الأكثر تقليدية. من هنا فإن خيار الإكساء الأكثر شيوعاً هو الإكساء بالحجر، وبشكل خاص الآجر. تتضمن البدائل لهذا الخيار طيفاً من الإكساءات الخفيفة الوزن، مثل الألواح الخشبية الأفقية أو العمودية، أو رقائق الفلّين، أو الطلاء، مع أن هذه البدائل أقل شعبية بكثير. في جميع الحالات من الضروري إبعاد الإكساءات عن ألواح الجدار الخشبية للسماح بتهوية الفراغ وبتصريف المياه الإضافية منه. من المهم أيضاً الأخذ في الاعتبار إمكانية الحركة التفاوتية بين ألواح الإطار البنيوي والإكساء المُنتقى. إن المبادئ العامة المُتضمَّنة هي ذاتها لجميع الإكساءات، لكنَّ التفاصيل النوعية قد تختلف كثيراً.

الإكساء بالحجر

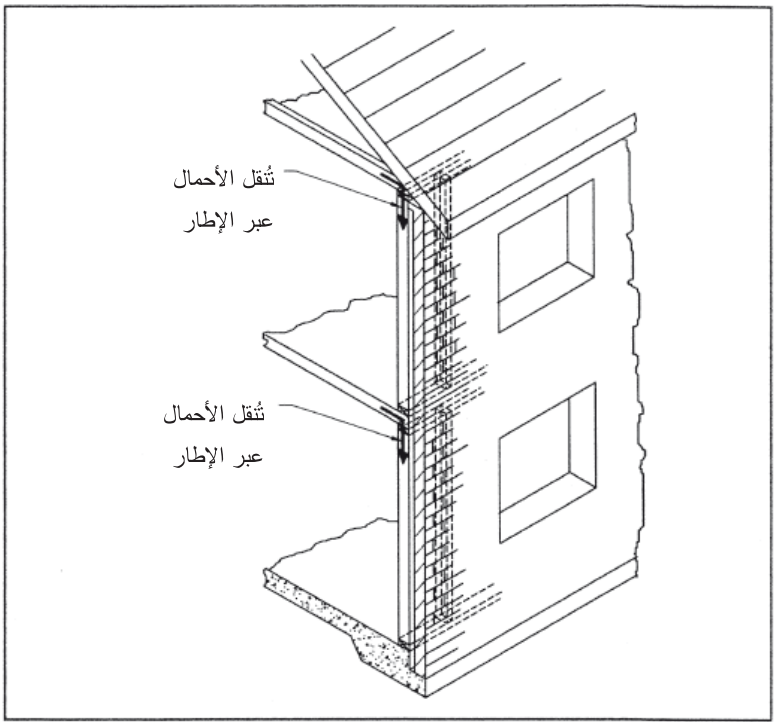
عند استخدام الحجر بوصفه إكساءً خارجياً لمباني الإطار الخشبي (الشكل 27.7) فإنه يعمل إلى حد كبير بالطريقة نفسها لعمل الورقة الخارجية للجدار ذي الفجوة التقليدي. فهو يحمي الإطار الداخلي من العوامل الجوية، ويمنع الرطوبة من دخول المبنى بإحداث فاصل شَعري على هيئة فجوة تصريف. يجب أن يكون عرض الفجوة 40 مم بالحد الأدنى. في تشييد الإطار الخشبي لا يأخذ الإكساء الخارجي أية أحمال من بنية المبنى غير وزنه الذاتي. تجب المحافظة على استقرار الورقة المبنية النحيلة بإضافة ربطات جدار تقيد الورقة الخارجية بربطها إلى الإطار الخشبي. شكَّل مكان وضع هذه الربطات خللاً عاماً في الأمثلة القديمة، إذ كانت تُسمَّر إلى غلاف اللوح بدلاً من تثبيتها إلى الخشبات القائمة. وهذا لا يسمح بتقييد كافٍ، وقد أصبح مقبولاً الآن ضرورة تثبيت الربطات عبر الغلاف إلى الخشبات القائمة للألواح الجدار. ثمَّة تعقيدٌ مُضاف ناتج من إمكانية الحركة التفاوتية بين الإطار الخشبي والكسوة الحجرية. إذ من الممكن أن يتأثر الهيكل الخشبي بمدى التقلُّص خلال الفترة التي تَلي التشييد مباشرة. إضافة لذلك، فإن الدرجة التي تتمدَّد وتتقلَّص فيها المواد المختلفة، عند تأثُّرها بتغيرات درجة حرارة الهواء ومستويات الرطوبة، متغيّرة. وعليه يجب أن تسمح الربطات المُستخدَمة لتقييد الورقة بهذه الحركة التفاوتية، ومن ثمَّ يجب أن تحتوي على بعض المرونة. إن أفضل حلٍّ لذلك هو استخدام ربطات مرنة من الفولاذ غير القابل للصدأ. كما يجب تثبيتها إلى الغلاف بما يتوافق مع مواقع الخشبات القائمة بمسافات بينية لا تزيد عن 600 مم أفقياً و 450 مم عمودياً، وكما هو الحال في الجدران التقليدية ذات الفجوة، يجب أن تكون الربطات قريبة من جهة الورقة الخارجية.



الشكل 26.7 وصلات الأرضية والسقف

الإكساءات الخفيفة الوزن

يمكن استخدام طيف من الإكساءات الخفيفة الوزن لتزويد المباني ذات الأطر الخشبية بحمايةٍ من العوامل الجوية. بشكلٍ عام، تُثبَّت هذه الإكساءات مباشرة إلى ألواح الإطار باستخدام شرائحَ أو فواصل لإنشاء فجوة نحيلة لأغراض التهوية والصرف. يجب أن تكون الفجوة بعرض أدنى 19 مم، وأن لا تُعاق عمودياً قدر المستطاع.



الشكل 27.7 الإكساء الحجري لتشييد الإطار الخشبي

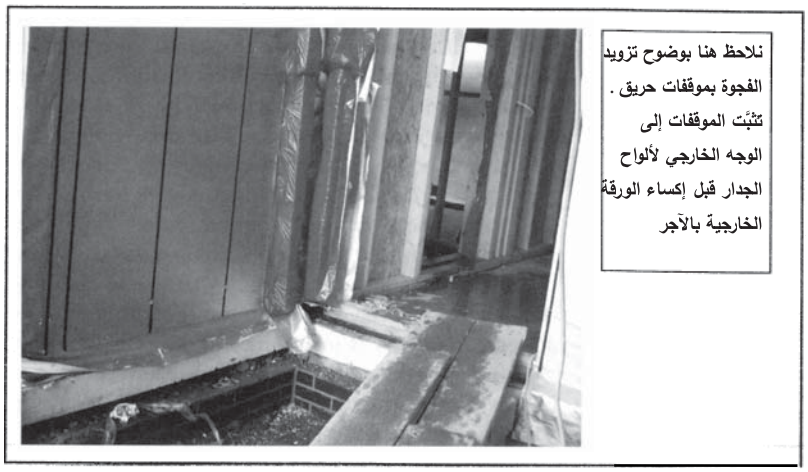
الإطار الخشبي والحريق

لضبط انتشار الدخان واللهب عبر الفراغات والفجوات المخفية ضمن المباني ذات الأُطر الخشبية، من الضروري إرساء **حواجز الفجوة**. توضع هذه الحواجز في مواضع مفتاحية ضمن البناء، ويجب أن تكون قادرة على مقاومة الحريق لمدة 30 دقيقة بالحد الأدنى. ثمة عدة طرائق لتشكيل هذه الحواجز، لكن أكثرها شيوعاً هو استخدام شرائح خشبية أو أنابيب مُشكَّلة مسبقاً من مادة عازلة من الليف غير العضوي [الزجاجي]. بالإضافة إلى هذه الفجوات، نحتاج إلى استخدام مُوقفات حريق حيث يوجد عدد من الوحدات السكنية ضمن كتلة بنيوية واحدة. لهذا يُزوَّد السكن المنفصل جزئياً والسكن المُدرَّج بموقفات حريق عند مواقع تلاقي الأسقف والواجهات الأمامية والخلفية مع الجدران المشتركة (الشكل 28.7). يضمن التزويد بموقفات الحريق هذه أن تُشكِّل كل وحدة بمفردها قسماً منفصلاً قادراً على

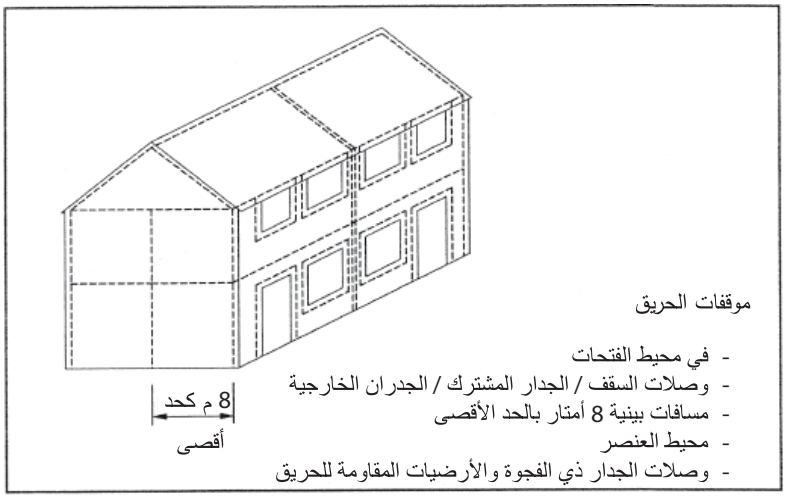
احتواء الحريق لمدة 60 دقيقة. يبين الشكل 29.7 المواضع النموذجية لموقفات الحريق ضمن الفجوات الموقفات للحريق.

حواجز الفجوة هي إغلاقات أفقية أو عمودية للفجوة بين السطح الداخلي للإطار الخشبي والسطح الخارجي. وهي تعمل على إيقاف مرور الحريق عبر الفجوة.

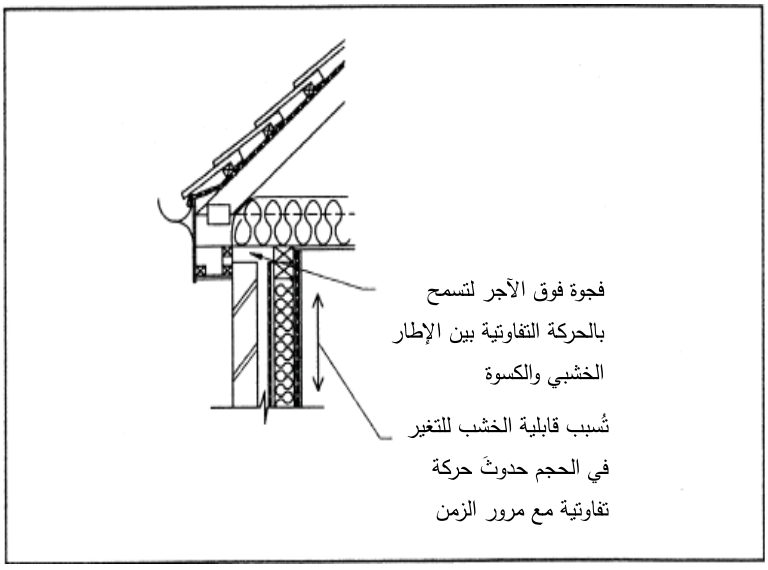
ولتحقيق هذا المستوى من مقاومة الحريق؛ من المعتاد أن يُشكَّل الجدار المشترك بين وحدات السكن على شكل ورقتين منفصلتين بفجوة عرضها 50 مم. يُكسى كل جانب من الجدار بطبقتين أو ثلاث طبقات من الألواح الجصية، كما يُثبَّت ليف زجاجي عند الوصلات مع العناصر المجاورة للهيكل. تساعد زيادة كتلة الجدار المشترك بهذه الطريقة بتوفير مستوى مقبول من مقاومة مرور الصوت.



الشكل 28.7 موقفات حريق الفجوة



الشكل 29.7 موقفات الحريق



الشكل 30.7 احتواء الحركة – توفير إفريز

احتواء الحركة

جرى سابقاً في هذا المقطع ملاحظة موضوع الحركة المتفاوتة بين الإطار الخشبي والإكساء بالحجر. يجري احتواء هذه الحركة باستخدام

ربطات مرنة كما جرى شرحه آنفاً، ولكن من المهم أيضاً تضمين سلسلة من الخصائص الأخرى في المبنى للتكيّف مع هذه الحركة. من المحتمل أن يعاني الإطار الخشبي في المراحل المبكرة من عمر المبنى بعض التقلُّص. وإذا لم يكن ذلك مأخوذاً بالاعتبار، ستتعرض الورقة الخارجية لتطبيق الأحمال عند نقاط الاتصال. إن مناطق الاعتبار الخاصة هي أفاريز السقف (الشكل 30.7)، وفي محيط فتحات النوافذ، وعند نقاط الوصل بين مواد الإكساء المختلفة. يجري ضبط الخطر الناجم عن تطبيق الأحمال على الإكساء بتزويده بفراغات لاحتواء الحركة المُحتمَلة.

تمرين

- حدد خاصتين يجري تضمينهما في تصميم المنزل ذي الإطار الخشبي لاحتواء حركة الإطار.
- ما هو مستوى مقاومة الحريق المطلوب في المسكن؟ وما هي الخصائص المستخدمة في التشييد بالإطار الخشبي لضمان الإيفاء بمتطلبات قوانين الحريق.
- ابحث في طلبات التخطيط في منطقتك - يمكن إجراء ذلك عبر الإنترنت. كم عدد المساكن ذات الإطار الخشبي التي يمكن تحديدها.

4.7 التشييد بالإطار الفولاذي الخفيف

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستدرك مبادئ تشييد المنزل باستخدام الأطر المصنوعة من الفولاذ المُدرفل الخفيف.
- وستفهم كيف تختلف هذه الطريقة في التشييد عن التشييد بالإطار الخشبي والتشييد البنائي.
- وستصبح على دراية بالطرائق الرئيسية التشييد بالإطار الفولاذي.
- وستكتسب معرفة بتفاصيل هذه الصيغة من التشييد.

نظرة عامة

إن المبادئ العامة لتشييد المنزل باستخدام تقنيات الإطار المصنوع من

الفولاذ المُدرفل الخفيف مشابهة للتقنيات المُعتمَدة في التشييد بالإطار الخشبي.

مبادئ التشييد بالإطار الفولاذي

تعتمد صيغة التأطير بالفولاذ الخفيف المستخدمة في تشييد المنازل عموماً على المقاطع المعيارية ذات الأشكال C وZ والتي تُصنَّع من الفولاذ المُدرفل الخفيف المسحوب على البارد. وهي تختلف كثيراً عن مقاطع الفولاذ الأثقل المستخدمة في المباني التجارية والصناعية، والتي تَستخدم عوارض وأعمدة ذات مقاطع على شكل I مسحوبة على الحامي. تجري عملية غلفنة مقاطع الفولاذ الخفيف لضمان الديمومة، وتُجمَّع لتُشكِّل الإطار البنيوي للمبنى. ثمة خيارات متعددة لصيغة التشييد: من الممكن تجميع القضبان الفولاذية في بيئة المعمل لتشكيل ألواح تُثبَّت مع بعضها في الموقع؛ من جهة ثانية يمكن تجميعها في الموقع باستخدام طرائق ومفاهيم تصميمية متنوعة. إن الخيارات الرئيسية المُتاحة هي:

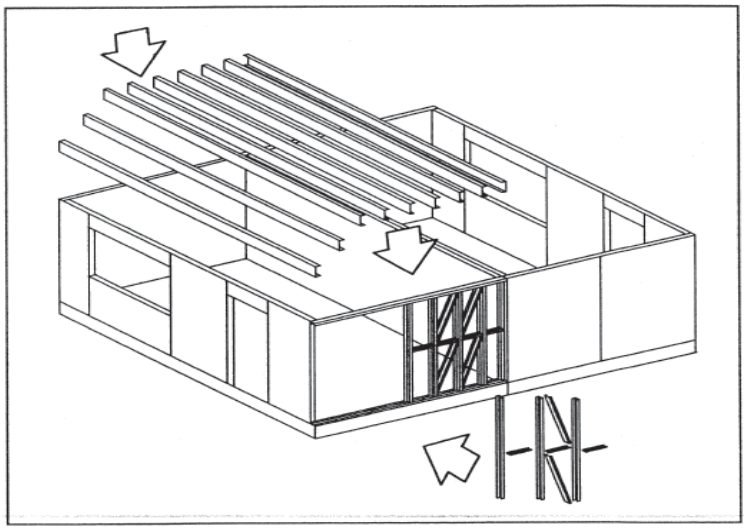
- الأُطر المبنية في الموقع
- الأُطر اللوحية (مسبقة التجميع)
- التشييد (الحجمي) النسقي

الأطر المبنية في الموقع

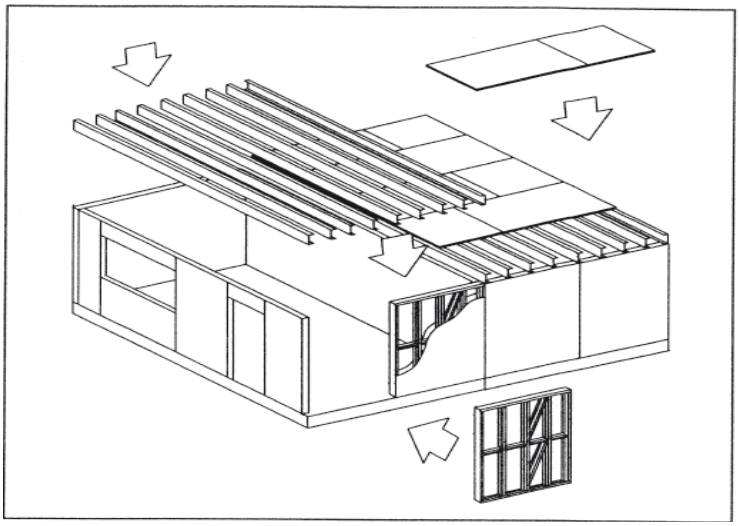
تعتمد هذه الطريقة من التشييد على تجميع المقاطع الإفرادية لتشكيل الدعامات، والأعمدة، والعوارض، وعناصر التربيط التي تُجمع لتكوين الهيكل الذي تُثبَّت علية البطانة الداخلية والكسوة الخارجية (الشكل 31.7). عادة ما تورَّد المقاطع الفولاذية إلى الموقع مقطَّعة إلى أطوال محددة سابقاً، ومُغلفَنة بعد تقطيعها، ومزوَّدة بثقوب تجهيز للخدمات وما شابه. يعتمد تجميع المقاطع الإفرادية على تثبيتها في الموقع باستخدام براغي ذاتية التقدُّم وتشكيل السن الخاص بها، أو باستخدام براغي وعِزَق (الشكل 32.7).

تحتاج هذه العملية إلى يد عاملة كثيفة، ويبدو ذلك متعارضاً مع

مفهوم التصنيع المُسبق والتجميع السريع. لكن هذه العملية تُلائم المباني الإفرادية التي قد تكون معقدة الشكل والتي لا تمتلك الخصائص اللازمة للتصنيع المسبق. تتضمَّن مزايا التشييد بالأطر المبنية في الموقع:

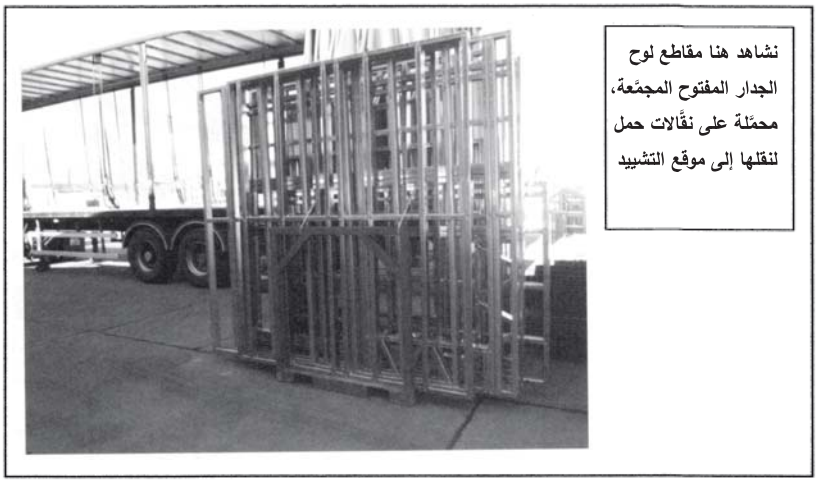


الشكل 31.7 الإطار المبني في الموقع



الشكل 32.7 تجميع الأطر المبنية في الموقع والأطر اللوحية

- تسهيلات للمباني الإفرادية والتصاميم المعقَّدة
- بساطة في الوصل والتشييد
- تجنُّب إشغال المعمل للتشييد الصغير الحجم
- سهولة في تداول المكونات في الموقع
- سهولة في التأقلم مع تغيرات وسماحيات الموقع
- سهولة نقل العناصر المجمَّعة بكثافة

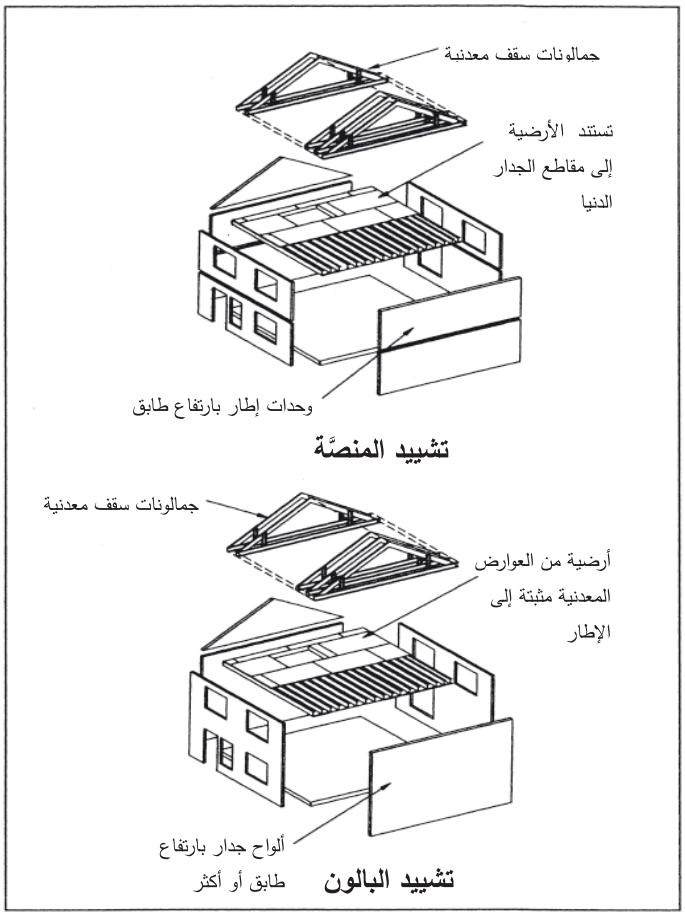


الشكل 33.7 مقاطع لوح جدار مفتوح

الأُطر اللوحية

يشترك استخدام الأُطر اللوحية من حيث المفهوم العام كثيراً مع الصيغ الراسخة لتشييد المنزل ذي الإطار الخشبي. تُصنَّع مقاطع ألواح الجدار بعيداً عن الموقع، وقد تورَّد إلى الموقع ألواحاً مفتوحة (الشكل 33.7) أو مغلقة. تتكون الألواح المفتوحة من الهيكل البنيوي للإطار الذي تُضاف إليه في الموقع عناصر داخلية، مثل العزل، وكسوة خارجية وبطانة. وتتكون الألواح المغلقة من الهيكل البنيوي والعناصر الداخلية والكسوة الخارجية والبطانة، جميعها جُمِّعت بشكل مسبق في بيئة المعمل. توصل الألواح في الموقع

باستخدام التقنيات المعتمدة نفسها في الأطر المبنية في الموقع، باستخدام براغي وعزق أو باستخدام براغي ذاتية التشكيل للسن اللولبي الخاص بها. وبسبب مستويات الدقة العالية التي يمكن تحقيقها باستخدام موجهات تشغيل في بيئة المعمل، يُمكن أن تُصنَّع الألواح بمستويات جودة عالية. مما يساعد على التجميع السريع في الموقع، مُخفِّضاً أزمنة التشييد إلى حد كبير في الوقت الذي يزيد فيه توكيد الجودة الشامل.



الشكل 34.7 تشييد ألواح إطار المنصَّة واطار

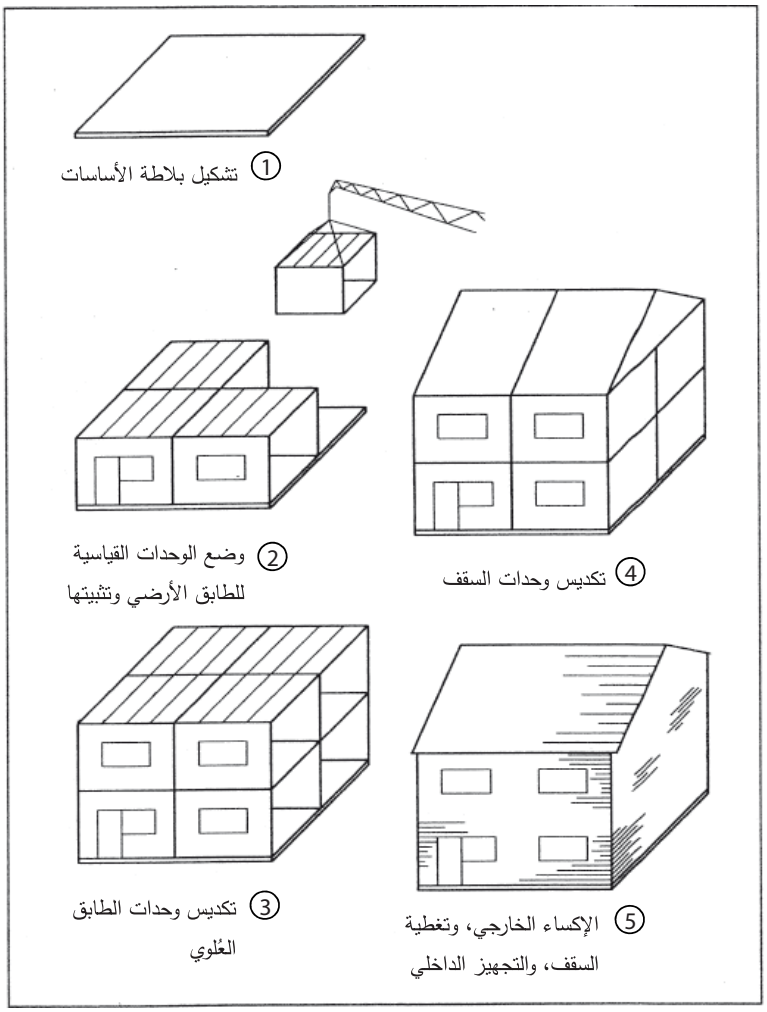
تستدعي السماحياتُ الدقيقة التي نتجت مستوياتٍ عاليةً من الدقة والاتساق في تشكيل الأساسات إذا رغبنا في تحقيق الفوائد المرجوة من حيث السرعة والجودة. وكما في حالة التشييد بالإطار الخشبي، يمكن تشكيل الألواح باستخدام إما صيغة إطار البالون أو صيغة إطار المنصة (الشكل 34.7).

تتضمَّن مزايا التشييد بالأطر اللوحية:

- ضبط جودة المُدعَّم ووثوقية في التجميع
- متطلبات خبرات مخفَّضة في الموقع
- تكاليف يد عاملة مخفَّضة
- وفورات الحجم للإنتاج الكمي الكبير للمقاطع المكررة.

التشييد (الحجمي) النسقي

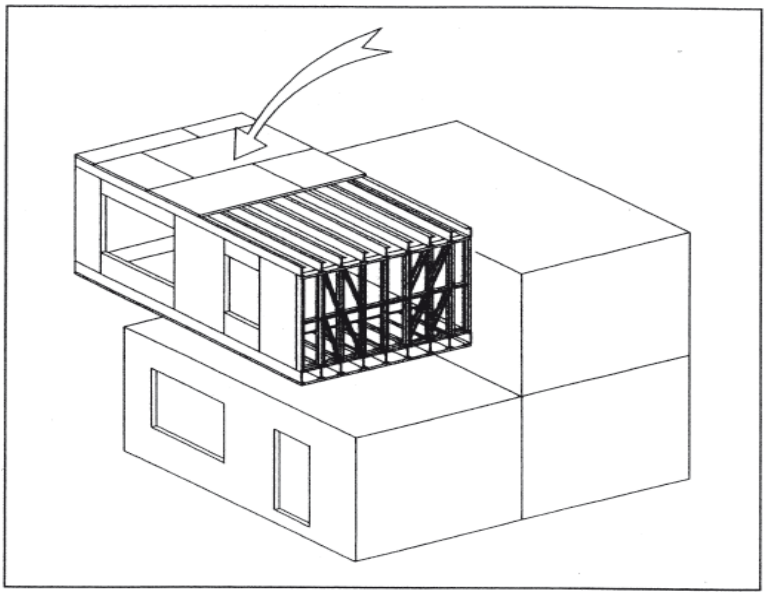
جرى شرح مبادئ التشييد الحجمي أو التشييد النسقي في الفصل الثالث. ومع ذلك، فإن استخدام الإطار الفولاذي لإنشاء مباني حجمية أو نسقية يستحق الذكر بشكل منفصل هنا. يعتمد إنشاء المباني باستخدام صيغة نسقية على تصنيع أو تجميع وحدات قياسية ثلاثية الأبعاد، غالباً ما تعتمد على مقاطع متكاملة من المبنى (الشكل 35.7)، أو على غُرف مستقلة أو "حجرات" يمكن تركيبها ضمن حيِّز المبنى (الشكل 36.7). تُصنَّع الوحدات في المعمل، كما ويمكن إنهاؤها بدرجات مختلفة من الاكتمال بدءاً من صيغ العلب البسيطة إلى وحدات قياسية منتهية ومزخرفة، تتضمن التمديدات الصحية والكهربائية، والتجهيزات واللوازم المرافقة. تُكدَّس الوحدات في الموقع لتُشكِّل الهيكل النهائي للمبنى. يزوَّد هذا الهيكل عموماً بغلاف كسوة، قد يكون له مظهر الآجر التقليدي، لإضفاء الجمالية ولمقاومة العوامل الجوية. نحصل على أفضل أداء لهذه الصيغة عندما توجد مستويات عالية من التكرارية في صيغ البناء، أو حين تُشكَّل المباني الإفرادية من نسائق معيارية متكررة. لذلك فإن تبنّي هذه التقنية للشقق، ولسكن الطلاب، وللفنادق غدا أكثر انتشاراً.



الشكل 35.7 التشييد الحجمي

تتضمن مزايا التشييد النسقي:

- توكيد الجودة الناجم عن التصنيع في المعمل
- زمن تشييد منخفض جداً في الموقع
- متطلبات خبرة منخفضة في الموقع
- إحاطة مُسرَّعة ضد العوامل الجوية



الشكل 36.7 إرساء الغرف الإفرادية ضمن المبنى

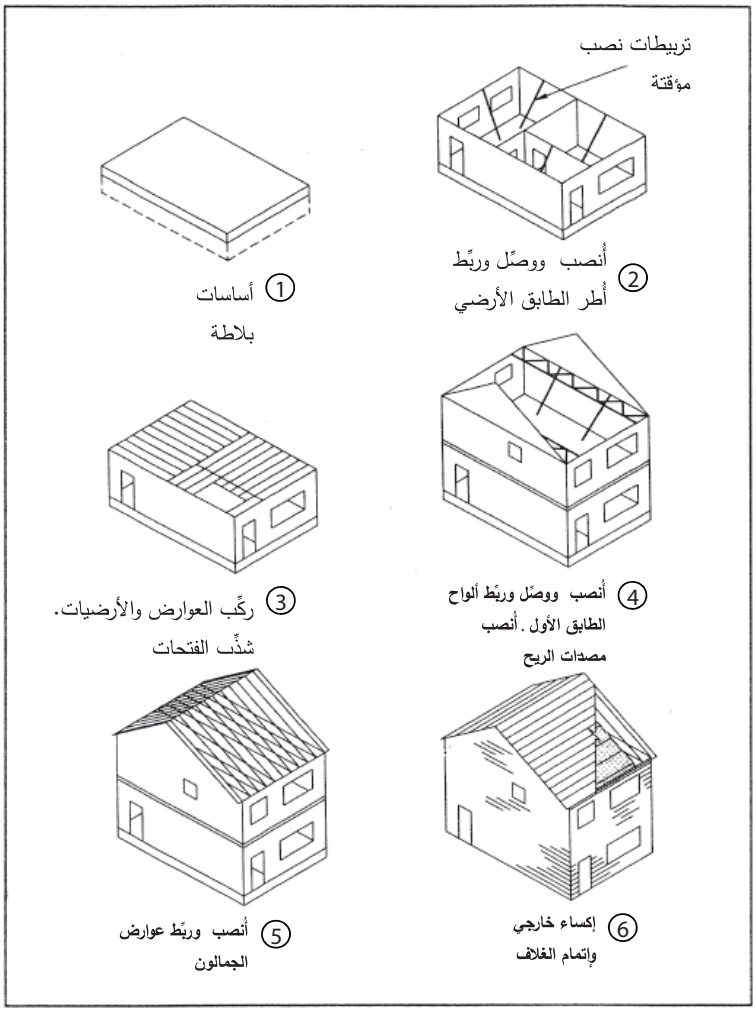
تمرين

- حدد الفروق بين التشييد البنائي في الموقع والتشييد اللوحي والتشييد النسقي للأُطر الفولاذية.
- جهِّز لائحة بالمعايير التي ستستخدمها للمقارنة والمفاضلة بين الطرائق الثلاثة.
- طبِّق هذه المعايير على مشروع تعرفه جيداً وأجرِ مقارنة بين المقاربات الثلاثة، مُبيناً مزايا وعيوب كل منها.

تجميع مباني الأطر الفولاذية

إن أكثر صيغ الإطار الفولاذي شيوعاً في المملكة المتحدة هو التشييد اللوحي. فثمة مقدار من التشابه بين النُّظم المتنوعة الممكن تبنّيها، كما أن المبادئ الرئيسية للتجميع، عامة إلى حدٍّ ما. سندرس في هذا المقطع مبادئ التجميع في التشييد اللوحي بوصفها نموذجاً لصيغة الإطار الفولاذي العامة. وسنورد خيارات أخرى عند وجود خلافات جوهرية أو عندما يكون ذلك

ملائماً. إن الطريقة العامة لنصب منزل ذي إطار فولاذي موضَّحة في الشكل 37.7. يمكن إجمال الطريقة كما يلي:



الشكل 37.7 إجرائية إنشاء الأُطر الفولاذية الخفيفة

1. تشكيل الأساسات/ بلاطة أرضية (أو حصيرة)
2. وضع أُطر/ ألواح الطابق الأرضي
3. وضع عوارض الأرضية/ الفواصل وتشكيل الفتحات

4. وضع أُطر/ ألواح الطابق العُلوي ووضع "مِصدّات الريح" (عناصر تربيط)

5. وضع جمالونات السقف

6. كسوة وإنهاء غلاف المبنى

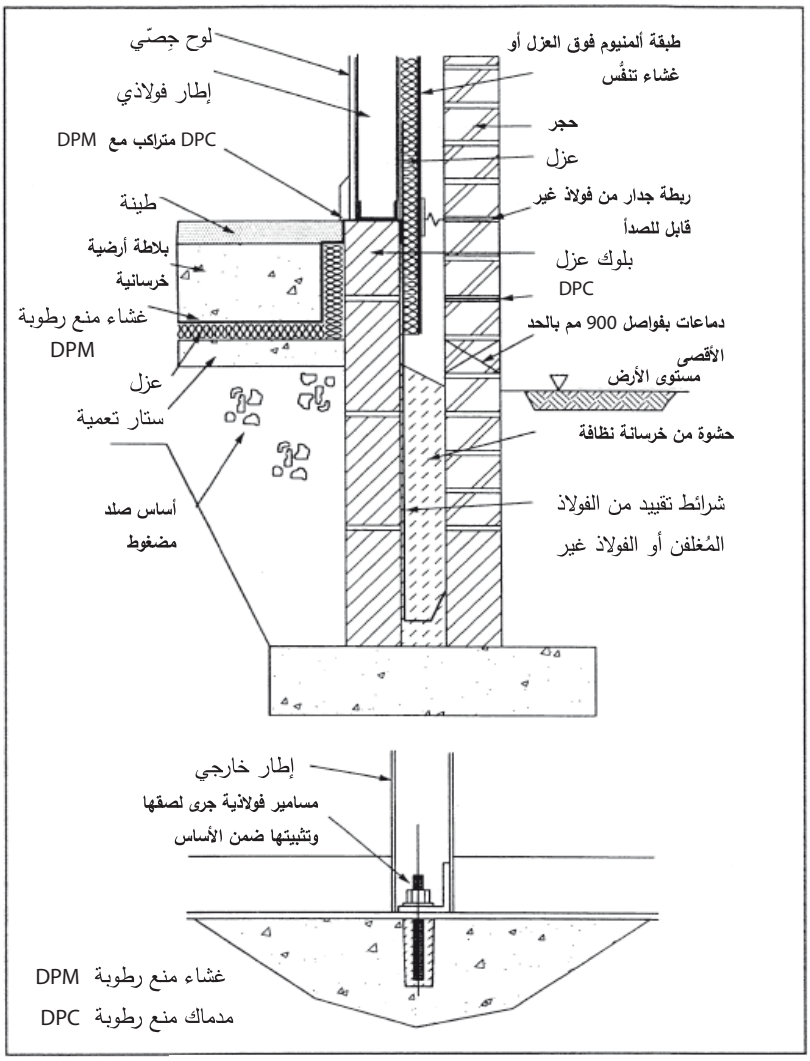
الأساسات

إن أساسات السكن ذي الإطار الفولاذي هي بالعموم كتلك المستخدمة في التشييد التقليدي أو التشييد بالإطار الخشبي. إن الدقَّة في التخطيط وفي التشكيل هي إحدى المتطلبات المفتاحية لأساسات المباني ذات الأُطر الفولاذية، والمصنَّعة بدرجة عالية من الدقة. إن قدرة متعهِّد الإطار على وضع الإطار بسرعة وبإحكام تعتمد على كون الأساسات مُشكَّلة ضمن سماحيات بُعدية دقيقة نسبياً.

وكما في جميع أنواع المباني، تُصمَّم الأساسات لتناسب طبيعة الأرض، وتضمن عدم تجاوز ضغط التحمُّل الآمن. إن الأحمال الناجمة عن منازل ذات أُطر فولاذية أقلُّ من تلك الناجمة عن مبانٍ مكافئة تستخدم تقنيات التشييد التقليدية. في العموم تُستخدم الأساسات الشريطية وأساسات ملء الخندق. كما قد تستخدم أحياناً أنظمة أساسات الحصيرة وأساسات الأوتاد والأعمدة الأرضية، والأساسات مسبقة الصب.

إن منطقة التقابل بين الإطار والأساسات هي إحدى المناطق المفتاحية التي تضمن الديمومة والاستقرار البنيوي لكامل المبنى. لضمان الديمومة، يجب إبعاد الإطار الفولاذي عن الرطوبة الصاعدة من الأرض أكثر ما يمكن، على الرغم من كونه مُغلفَناً للحماية من الصدأ. ويمكن تحقيق ذلك بوضع مدماك منع رطوبة صلب تحت صفيحة الجدار، متراكب بإحكام مع غشاء منع الرطوبة تحت أرضية الطابق الأرضي. يوضِّح الشكل 38.7 أساسات نموذجية وتفصيلة أرضية الطابق الأرضي. إن أحد الخصائص الهامة للتفصيلة هو استخدام أحزمة تقييد (أو أحزمة تثبيت) لتثبيت الإطار مع الجدران تحت الأرض و/ أو مع الأساسات. إن وظيفة هذه الأحزمة هي

مقاومة قوة الرفع المتولِّدة على الإطار بفعل الرياح. عند استعمال أساسات حصيرة، تُستبدل الأحزمة ببراغي تثبيت مغروسة في الحصيرة الخرسانية/ بلاطة الأرضية.



الشكل 38.7 أساس نموذجي، مع تفصيلة أرضية الطابق

أرضيات الطوابق الأرضية

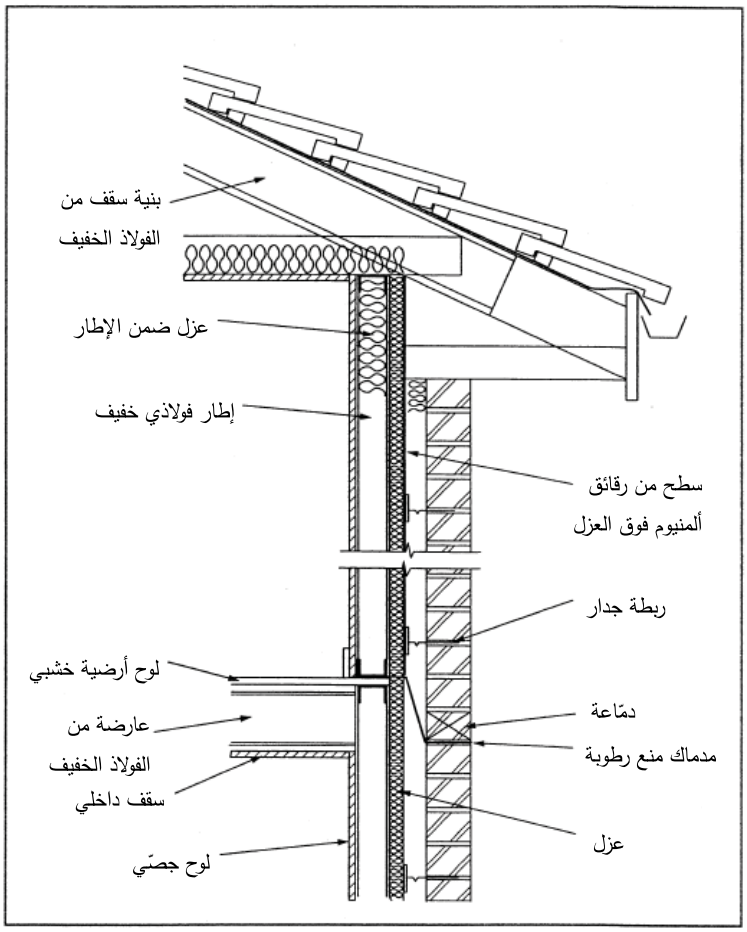
تُشابه حلول أرضية الطابق الأرضي المُمكنة للمنزل ذي الإطار الفولاذي تلك المستخدمة في التشييد التقليدي. وتُعدُّ البلاطة الخرسانية المدعومة من الأرض، والتي يمكن تسليحها اعتماداً على حالات الأرض، الصيغةَ الأكثر شيوعاً. إذا جرى استخدام أساسات حصيرة، يجري إدماج الأرضية والأساسات ضمن الحصيرة. إن التفصيلات المستخدمة عموماً لمنع الرطوبة من دخول المبنى في التشييد التقليدي، مثل توفير غشاء منع الرطوبة مرتبطاً بمدماك منع الرطوبة في الجدران الخارجية، موجودة في التشييد بالإطار الفولاذي أيضاً. وبصورة مماثلة، فإن الخصائص المستخدمة لضمان العزل الحراري للأرضية هي ذاتها المعتمدة في التشييد التقليدي.

الشكل 39.7 وصل الجدار الخارجي مع جدار التقسيم الداخلي ومع بلاط الأرضية

الجدران

تُصنَّف الجدران المستخدمة في المنازل ذات الأُطر الفولاذية إلى جدران حمّالة أو جدران غير حمّالة. تُشابه الصيغة البنيوية الخفيفة للألواح التي تُشكِّل معظم الجدران صيغة جدران التقسيم. وتُعرَّف الجدران المُصمَّمة

لتحمُّل أحمال محورية كبيرة من الطوابق العليا والسقف بأنها جدران حمّالة أو "بنيوية" (الشكل 39.7). أما تلك المخصصة لتقسيم الفراغ ودعم وزنها الذاتي فتُعتبر غير حمّالة. ومهما كانت صيغة تشييد الإطار الفولاذي، سواء مبنية في الموقع أو لَوحية أو تشييد نسقي، فإن طريقة تشكيل ألواح الجدار هي ذاتها. تتعلق الفروقات بين هذه المقاربات الثلاث بمدى التصنيع المسبق خارج الموقع وليس بالتجميع العام للمكونات التي تُشكِّل الجدران.



الشكل 40.7 إطار هيكلي من الفولاذ لمبنى

وكما في التشييد بالإطار الخشبي، يُستخدم الإطار الفولاذي عموماً لتزويد المبنى بإطار هيكلي، يُكسى بعد ذلك خارجياً لتوفير مقاومة للعوامل الجوية وغلاف خارجي ممتع وجميل (الشكل 40.7). يوفِّر التشييد جداراً مؤطَّراً ذا فجوة؛ يُشكِّل الإطار الفولاذي ورقته الداخلية البنيوية، غالباً مع ورقة خارجية تقليدية من الآجر تزوِّد بالحماية من العوامل الجوية. تُجمَّع ألواح الجدار باستخدام ركائز فولاذية مُغلفنة ذات مقطع C، وسكك، ومثبتات لتكوين هيكل بنيوي يُكسى بعد ذلك داخلياً وخارجياً. توضع الركائز ضمن مسافات بينية من 400 مم إلى 600 مم، اعتماداً على التحميل وعلى التشكيل. تُشكَّل البطانة الداخلية باستخدام ألواح جصّية مدعَّمة برقائق قصدير؛ يضمن ذلك وجود ضبط للبخار بين اللوح والركائز الفولاذية. يمكن تزويد الوجه الخارجي للّوح بتصفيح أو بعزل مع غشاء تنفُّس على الوجه الخارجي، ويمكن ملء الفجوة ضمن هيكل اللوح بمادة عازلة. في الحالات التي تُزوَّد فيها الفجوة بين الإطار الفولاذي والكسوة الخارجية بمادة عازلة، يسمى الجدار عندئذ تشييد "الإطار الدافئ" (ويعود سبب التسمية إلى وجود الإطار في الجانب الدافئ من العزل).

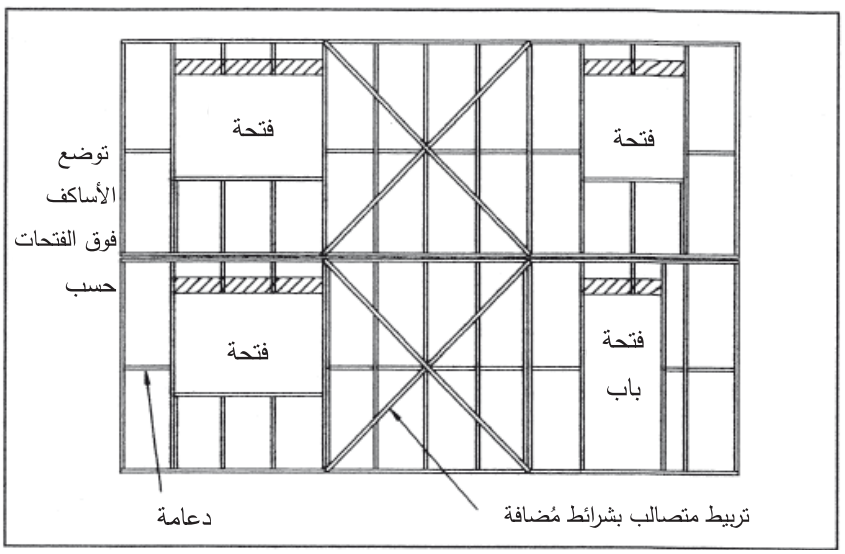
تتطلب فتحات النوافذ والأبواب دمج الأساكف [العتبات] ضمن مقاطع الألواح أو الإطار (الشكل 41.7). وتأخذ هذه عادة شكل أساكف ذات مقطع C قريبة من مستوى الطابق العُلوي، حيث يمكن ربطها مع الأرضية البنيوية لتساعد في التقييد الجانبي. وتُلحق هذه الصيغة بأساكف منفصلة لدعم السطح الخارجي للجدار. وللتعامل مع الأحمال التي تنتج بفعل الرياح، وللمحافظة على السلامة البنيوية للألواح، من الضروري أيضاً إضافة عناصر تربيط على شكل قطري مزدوج [شبيه بفقار الرنكة] قطري أو تربيط متصالب.

الأرضيات العليا

غالباً ما تكون الأرضيات العليا أو المتوسطة ذات صيغة مُعلَّقة وتستخدم إما مقاطع فولاذية مسحوبة على البارد أو، من أجل مسافة أطول، جمالونات أو عوارض شبكية. وبما أن نسبة القوة إلى الوزن في عوارض

الأرضية الفولاذية أكبر من مثيلاتها الخشبية المكافئة لها بالأبعاد، يكون تجميع الأرضية تجميعاً خفيفاً نسبياً. في التشييد النسقي يمكن أن يأخذ التجميع صيغة "كاسيت" يشمل السطح العُلوي للأرضية وإنهاء السقف الداخلي تحتها بوصفهما وحدة متكاملة. تُشكَّل الثقوب المُعدَّة لمرور الخدمات بشكل مسبق ضمن العوارض. وإذا استُخدمت مقاطع شبكية، فإن الصيغة الطبيعية للجمالونات تسمح باحتواء سهل للخدمات الأنبوبية والكبلية.

تعتمد طريقة توصيل عوارض الأرضية العُلوية على الوصل المباشر للعوارض مع إطار الجدار من طريق وضع نهايات العوارض ضمن السكَّة العليا لألواح الجدار. بالمقابل يمكن تبنّي استخدام إما دعامة على شكل z أو حمّالة. في هذه الحالة، تُثبَّت العوارض مع ألواح الجدار بالحمّالة، ويؤكَّد التقييد الجانبي باستخدام مرابط مثبَّتة ببراغي أو بمسامير (الشكل 42.7).



الشكل 41.7 تربيط الأطر الفولاذية

الأسقف

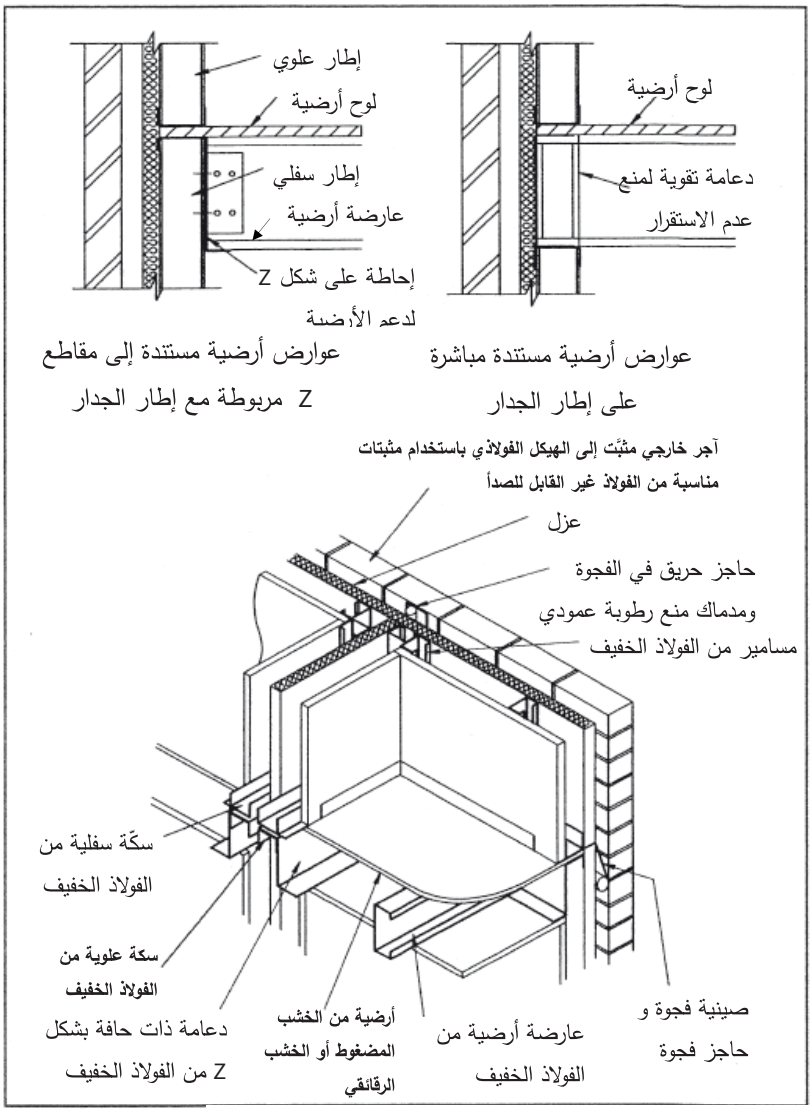
يمكن لبُنية السقف في السكن ذي الإطار الفولاذي أن تأخذ صيغة

الجمالونات الخشبية أو الفولاذية. ومع أن استخدام الجمالونات الخشبية شائع جداً، ستقتصر الدراسة في هذا المقطع على الفولاذ (ستجري دراسة تشييد السقف الخشبي في الفصل 10). إن نسبة القوة إلى الوزن في الجمالونات المصنوعة من " قضبان" ذات مقاطع C أو Z، ممتازة وتسمح بإنشاء أسقف كبيرة، ومدى واسع جداً بين الدعائم، وبإمكانية إحداث فراغات ضمن بنية السقف قابلة للاستخدام. وكما هو الحال في صيغ السقف الخشبي، من الممكن تشكيل طيف واسع من مقاطع وأشكال سقفية، إلا أن صيغ السقف المائل البسيط هي الأكثر شيوعاً (الشكل 43.7). وبخلاف ركائز الجمالونات الخشبية، فإن الصيغة البنيوية للجمالونات الفولاذية تأخذ عادة شكل "السقف المفتوح" (ويسمى أحياناً "سقف العُلِّيّة"). يزيد هذا النوع من التشييد الفراغ القابل للاستخدام في السقف إلى حده الأقصى كنتيجة لقوة عمل التقوس للعناصر الفولاذية. من الضروري في بعض الحالات إدخال مدّادات ذات مقطع C ضمن بنية السقف لتوفير دعم إضافي للأسقف الكبيرة. وهي تعمل بطريقة العمل نفسها لتلك المستخدمة في السقف التقليدي.

أحد الابتكارات المرتبطة بتشييد الإطار الفولاذي هو استخدام الأسقف اللوحية التي تستعمل لوح عزل صلب يَجسر بين الأفاريز والحروف (يُدعَّم في بعض الأحيان في منتصف المدى بمدّادات).

قد يتضمن السقف أيضاً مقاطع التربيط التي تساعد الهيكل في مقاومة الأحمال الجانبية الناجمة عن فعل الرياح. يأخذ التربيط صيغة روافد شبكية موضَّعة أفقياً لوصل الجدران مع هيكل السقف عند مستوى السقف الداخلي. ويصطلح على تسميتها "روافد الريح" وهي تُلبّي متطلباً بنيوياً رئيسياً في ضمان أن تكون الجدران والسقف موصولة ومربوطة بطريقة تضمن الصلابة والسلامة البنيوية في كامل هيكل الإطار.

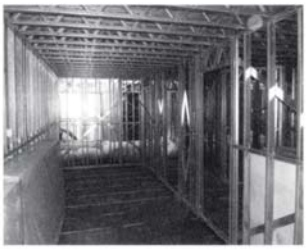
أنظر أيضاً الشكلين 44.7 و45.7



الشكل 42.7 الوصل مع عوارض الطابق العُلوي

الأرضيات العليا

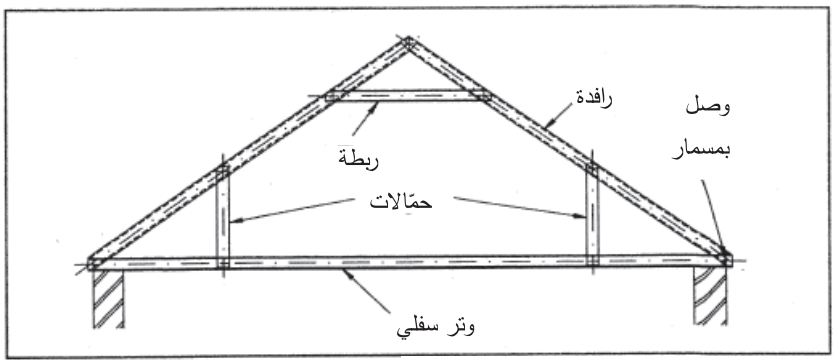
تكسى الجمالونات الفولاذية التي تشكّل الأرضيات المتوسطة، في هذه الحالة، بمادة أساس مرنة للأرضية . إذ إن المبنى سيستخدم شقّقاً . يستخدم عازل صلب تحت سطح الأرضية المغطاة بألواح لضمان العزل الصوتي.



تشاهد هنا الجمالونات التي تشكّل الأرضيات المتوسطة مدعّمة من ألواح الجدار المفتوح . لاحظ التربيط المتصالب إلى نهايات الألواح ومقاطع الجدار الداخلي.

منظر من الأعلى، تشاهد بوضوح الجمالونات التي تشكّل العناصر الحمالة . لاحظ أنه، كما هو الحال في معظم أنواع العوارض الأرضية، توضع الجمالونات وفقاً لمواقع الجدران الدنيا و تمتد في اتجاهات مختلفة يمليها المدى الأقصر .

هذا المنظر هو للجانب السفلي من الأرضية المتوسطة، يبين التفاعل بين الجمالونات / العوارض . والجدران الداعمة الداخلية، ومقاطع الحشو الفولاذية التي تقاوم سقوط العوارض وتؤمن الاستمرارية البنيوية بين الفراغات.



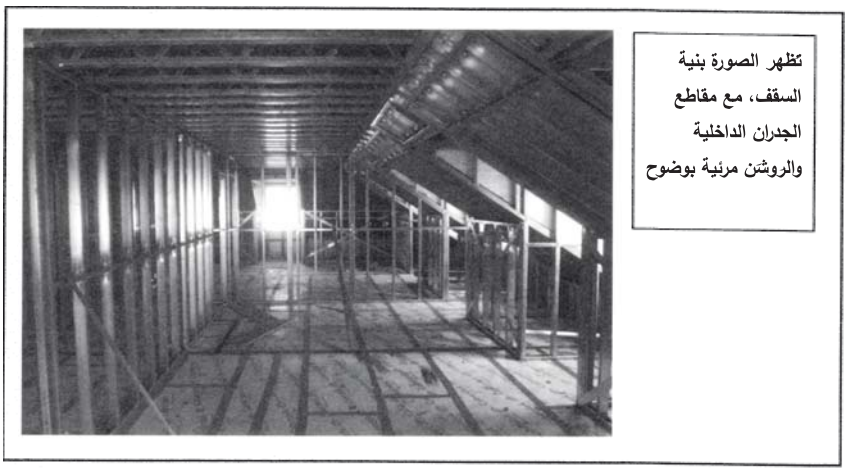
الشكل 43.7 سقف مائل بسيط

الشكل 44.7 سقف مائل من الداخل

الإكساء

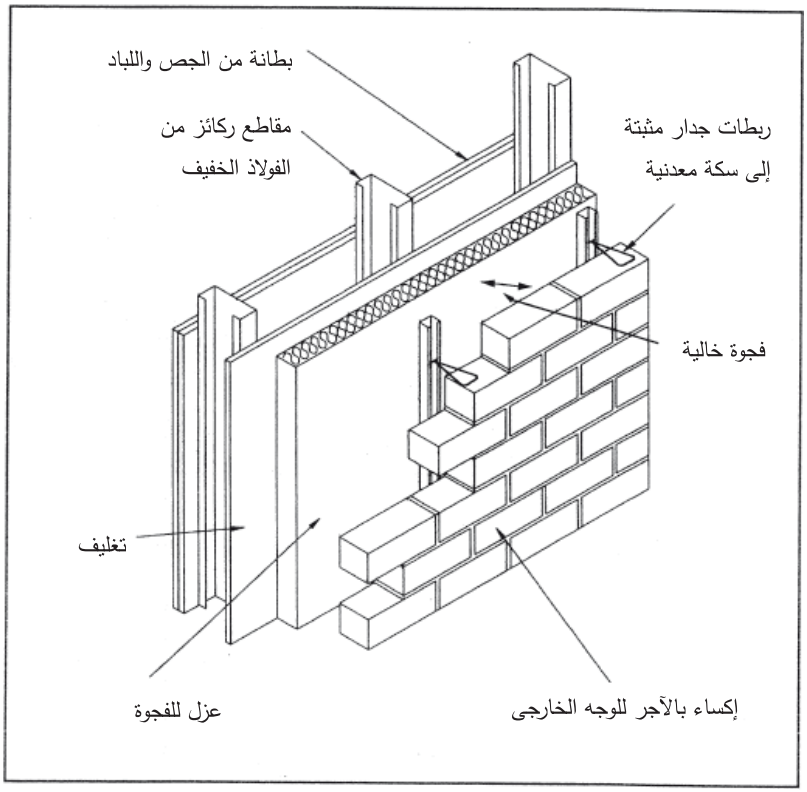
وكما هو الحال في التشييد بالإطار الخشبي، تزوَّد المنازل ذات الأطر الفولاذية بطيف واسع من الإكساءات لتزويد المبنى بغلاف مقاوم للعوامل

الجوية. إن أكثر أنواع الإكساء انتشاراً هو الإكساء بالحجر التقليدي لإحداث بنية جدار ذي فجوة يُمثِّل فيها الإطار الفولاذي الورقة البنيوية الداخلية، بينما يمثِّل الإكساء بالآجر الورقة الخارجية المقاومة للعوامل الجوية. في هذه الصيغة من التشييد يجب أن يُثبَّت الآجر باستخدام ربطات جدارية لمنع الحركة الجانبية، كما في تشييد الجدار ذي الفجوة التقليدي. توضع الربطات في مقاطع مجاري فولاذية تُثبَّت عادة بربطها مع مسامير الإطار البنيوي الفولاذية بحيث تَحصر بينها العزل والتغليف الخارجي (الشكل 46.7). في بعض الحالات تُثبَّت المجاري مباشرة إلى التغليف. يسمح استخدام المجاري الفولاذية لإحكام الربطات باحتواء الحركة العمودية التي تبرز نتيجة المستويات المختلفة للحركة الحرارية التي ستحدث بين الإطار والكسوة. تكون الفواصل بين الربطات بما يتوافق مع المتطلبات البنيوية بحيث لا تقل عن 2.5 ربطة في المتر المربَّع من مساحة الجدار. توضع ربطات إضافية في محيط فتحات النوافذ وما شابهها.



تظهر الصورة بنية السقف، مع مقاطع الجدران الداخلية والروشتن مرئية بوضوح

الشكل 45.7 بنية السقف



الشكل 46.7 إكساء حجري تقليدي

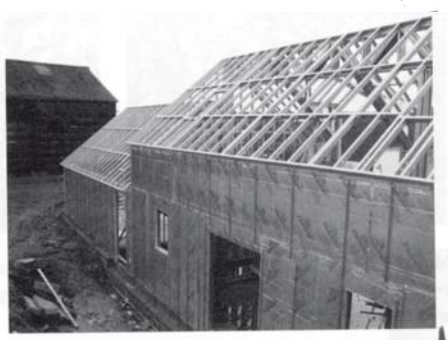
تُدعَّم الفتحات في الآجر بأساكف مستقلة توضع غالباً قريباً من مستوى الأرضية المتوسطة. وكما في تشييد الفجوة التقليدي فإن التزويد بصواني الفجوة، ومدامك منع الرطوبة، والدمّاعات، ضروري لضمان منع دخول الرطوبة بشكل فعّال.

قد تُكسى الأطر الفولاذية بالطلاء أو بالألواح أو بالبلاط، لكن هذه الحلول أقل شيوعاً.

انظر أيضاً الأشكال 47.7 و48.7 و49.7.

تتجسَّد صيغة "إطار الدافئ "لهذا البناء بتزويد الوجه الخارجي للإطار بمادة عزل صلبة . لاحظ مقاطع الفولاذ العمودية المثبتة إلى التغليف . فهي توفِّر موضعاً محكماً لربطات الجدار التي ستثبَّت مع الورقة الخارجية أو مع الكسوة.

الشكل 47.7 إطار دافئ للمبنى



الوجه الخارجي لألواح الجدار مكسو بمادة عزل/ تغليف صلبة . وهذا يُنشئ إطاراً " دافئاً". ويسهّل تثبيت ربطات الجدار لتزويد الورقة الخارجية بتقييد للحركة الجانبية . وفور نصب الورقة الخارجية باستخدام الآجر، يأخذ المبنى مظهراً تقليدياً

الشكل 48.7 استخدام مادة عزل/ تغليف صلبة

تشييد الإطار الفولاذي

وضعت الأساسات وبلاطة الأرضية . في هذه الحالة سيبنى المبنى على موقع منحدر ومن ثمَّ فمن الضروري إحداث مقطع درجي على طول مقاطع جدار الاستناد للتعامل مع مستويات الأرض المختلفة .

نصبت مقاطع الجدار والأرضية مسبقة الصنع مع أساكف/جمالونات فوق الفتحات في الجدران الخارجية والداخلية . عوارض الأرضية في هذه الحالة ذات صيغة عميقة نسبياً ومسنَّمة، كما تستخدم أحياناً وحدات مقاطع عميقة على شكل حرف C.

اكتملت مقاطع الجدار الدنيا، ونصبت السّقالة لتسهّل الصعود إلى الطابق الأول. كُسيّت ألواح الوجه الخارجي للجدار بمادة عزل/ تغليف صلبة.

تشييد الإطار الفولاذي (تتمة)

نصب الطابق العلوي، وأنشئ هيكل السقف المائل. اكتمل تغليف ألواح الجدار وأحكم المبنى ضد العوامل الجوية بتطبيق غطاء السقف.

في هذه الحالة جرى تطبيق إنهاء طلي لوجه مادة العزل بهدف إنشاء جدار خارجي متين. إن الإكساء التقليدي بالحجر شائع أيضاً.

تشييد الإطار الفولاذي والحريق

كما هو الحال في التشييد بالإطار الخشبي، من الضروري تركيب حواجز الفجوة في مواضع مفتاحية ضمن المبنى للتحكم بانتشار الدخان واللهب عبر الفراغات والفجوات المخفية في المباني ذات الإطار الفولاذي. يجب أن تكون الحواجز قادرة على توفير مقاومة للحريق لمدة 30 دقيقة بالحد الأدنى. ثمة عدة طرائق لتشكيل هذه الحواجز، لكن الأكثر شيوعاً هي الأنابيب المسبقة التشكيل المصنوعة من مادة عازلة من الليف الزجاجي، وقد تُستخدم القنوات الفولاذية. بالإضافة إلى هذه الحواجز، نحتاج إلى موقفات حريق حيث يوجد عدد من الوحدات السكنية ضمن كتلة بنيوية واحدة. تزوَّد المساكن بموقفات الحريق عند مواقع تلاقي الأسقف والواجهات الأمامية والخلفية مع الجدران المشتركة. يضمن توفير موقفات الحريق هذه أن تُشكِّل كل وحدة بمفردها قسماً منفصلاً قادراً على احتواء الحريق لمدة 60 دقيقة.

5.7 الفتحات في الجدران الخارجية

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستدرك التفاصيل البنيوية التي تُطبَّق عند تشكيل فتحات في الجدران.
- وستدرك أيضاً أن ثمة عدد من المعايير يجب تحقيقها عند تشكيل هذه الفتحات، وهذه قد تتضمَّن معايير بنيوية، وعزل، ومقاومة رطوبة وحريق.

نظرة عامة

يُعدُّ إحداث فتحات ضمن الغلاف الخارجي للمبنى ضرورياً للسماح بدخول وخروج قاطني البناء، وللسماح بتوفير الضوء الطبيعي والتهوية للمبنى، أو لإمرار الخدمات. لا تحتاج الفتحات الصغيرة إلى معالجة خاصة، إذ يكفي لصق الآجر المحيط بها لدعم الجدار فوقها. إلا أن الفتحات الأكبر تحتاج إلى تزويد أعمال الآجر فوقها بعمود داعم أو بأسكَفة؛ تاريخياً كان هذا يأخذ شكل قوس في معظم الأحيان. تتوافر أشكال كثيرة للأسكفة، وبعضها أكثر ملائمة من غيره لتضمينه في الجدران ذات الفجوة. إن المواد التي تُستخدم عادة لتصنيع الأساكف هي: الفولاذ المعالج لمنع الصدأ، والخرسانة المُسلَّحة.

إن صيغ التشييد الأكثر انتشاراً في الإسكان بوجه عام هي صيغة الجدار ذي الفجوة التقليدي أو، على نحو مُتزايد، الإطار الخشبي أو الفولاذي. في كافة هذه البدائل تجب دراسة إحداث الفتحات بعناية. وبالإضافة إلى قُدرات التحمُّل للأسكَفة، تجب ملاحظة عدد من العوامل الأخرى. ومن العوامل ذات الأهمية الخاصة:

- **الاستقرار البنيوي**: يؤدي إحداث فتحة في عنصر بنيوي رئيسي إلى ضرورة معالجة نقل الأحمال في محيط الفتحة. لذا فإن تصميم الدعم فوق تلك الفتحة وطبيعة الارتكاز النهائي لهذا الدعم يجب أن تُدرس بعناية.

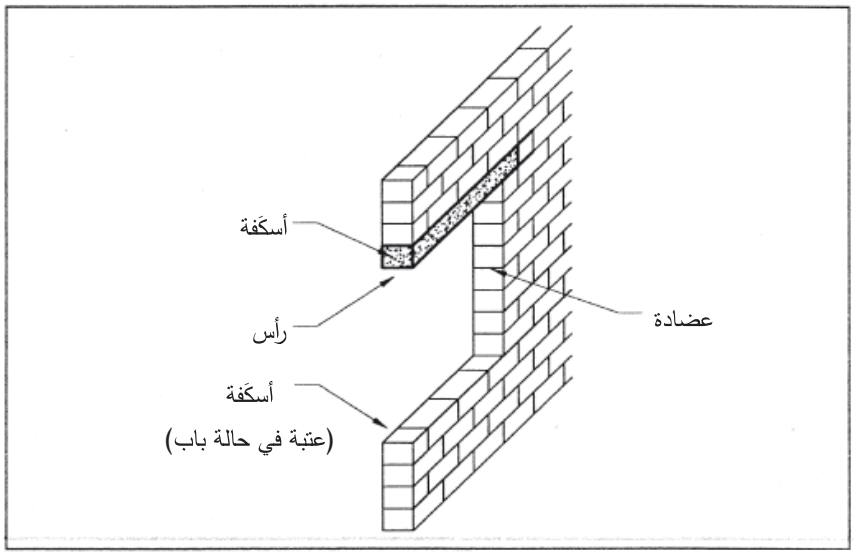
- **العزل الحراري**: بما أن الجدار الخارجي يزوِّد المسكن بغلاف حراري، فإن إحداث فتحات قد يؤدي إلى فَقدٍ مفرطٍ للحرارة، لذلك يجب أن تضمن معالجة الفتحات بقاء ضياع الحرارة ضمن الحد الأدنى المعقول.
- **مقاومة انتشار الحريق**: بما أن معظم المباني الحديثة تتبنى بعض صيغ تشييد الجدار ذي الفجوة أو التشييد بالإطار الخشبي، فثمة إمكانية لمرور الدخان واللهب ضمن الفجوة. وفي المناطق التي تُشكَّل فيها فتحات، هناك إمكانية لدخول الحريق إلى داخل الفجوة. ومن ثمَّ، من الضروري إما إغلاق الفجوة في محيط الفتحات أو توفير حواجز فجوة لمقاومة مرور الحريق.
- **مرور الرطوبة**: عندما تكون الفجوات مغلقة، فثمة إمكانية لمرور الرطوبة عبر اللبِنات النفوذة في الجدار الخارجي إلى داخل المبنى، ويجب أخذ الحيطة لضمان إدخال تفصيلات لمنع حدوث ذلك.

فتحات في الجدران الخارجية: مصطلحات

لنتمكن من دراسة التفاصيل المُتضمَّنة في إحداث فتحات في الجدران الخارجية، علينا أن نُلِمَّ بالمصطلحات المرتبطة بهذه الفتحات. ثمة نوعان من الفتحات يجب تمييزهما. **أولاً**، الفتحات الصغيرة أو الثقوب التي تُشكَّل لتسهيل مرور الأنابيب، والمجاري، والعناصر الأخرى المشابهة عبر الغلاف الخارجي. وهذه لا تحتاج عموماً إلى اعتبارات خاصة، وهي تُشكَّل حسب المطلوب في الموقع. **ثانياً**، الفتحات الكبيرة المتعلِّقة بالنوافذ، والأبواب، والتهوية وغيرها من البنود الكبيرة التي يجب أن تمرّ عبر الجدار الخارجي.

في حالة الفتحات الصغيرة، يكفي لصق أعمال الآجر فوقها للتعامل مع نقل الأحمال في محيط الثقب. أما في حالة الفتحات الأكبر فإن الوضع مختلف، وعلينا أخذ الحذر لضمان أن يكون تصميم وتشكيل الفتحة ملائمَين. تضمن التفاصيل الدقيقة لهذه الفتحات عدم حدوث خطر التداعي البنيوي، أو مرور الرطوبة، أو الجَسر الحراري. سيجري تشكيل تفصيلات

محددة لكل من رأس (أعلى)، وعتبة (أسفل)، وعضادات (جوانب) هذه الفتحات (الشكل 49.7).



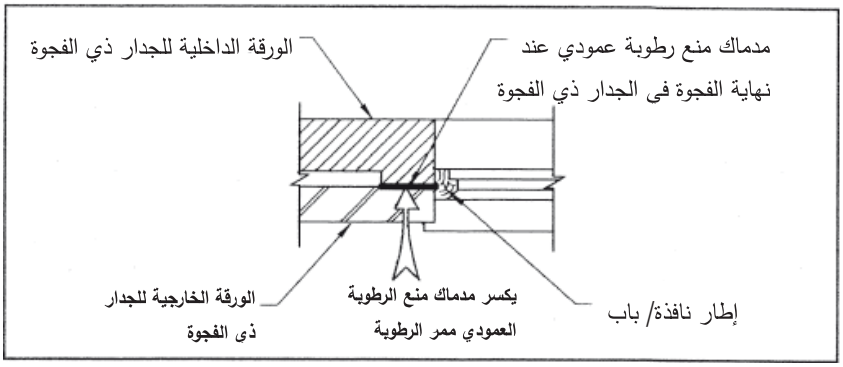
الشكل 49.7 تقنية الفتحات

من الواضح أن الفتحات ضرورية للنفاذ وللسماح بدخول الضوء والهواء النقي، ولكن يجب إدراك أن ثمة حدود لقياسات الفتحة للمحافظة على الاستقرار البنيوي للجدار. يحدد القسم **A** من قوانين البناء (البنية) العلاقة بين قياسات الفتحة وألواح الجدار المُتبقية بين الفتحات. يُنظر إلى هذه الألواح بوصفها أعمدة مبنيّة بين النوافذ. إذا كان الجدار بين الفتحات سيصبح نحيلاً جداً، فإنه سيغدو غير مستقرٍ وعليه يجب تقليل عرض فتحة النافذة.

بما أن الفتحات هي منطقة ضعف بنيوي في الجدار، فثمة حاجة لربطات جدار إضافية للجوانب العمودية من الفتحة، كما حددها المعيار البريطاني **BS1243**. وحيث إن الاستقرار مطلوب عند الفتحة، فإن المتَّبع عادة، إغلاق الفجوة عند النافذة أو الباب باستخدام إما قشرة الجدار الداخلي (عادة البلوك) أو قشرة الجدار الخارجي الآجريّة. يعتمد استخدام

إحدى القشرتين على موضع إطار النافذة أو الباب ضمن المحيط البنائي للفتحة (كشف الفتحة) - إذا كان الإطار قريباً من الخارج، تستخدم عندها القشرة الداخلية لإغلاق الفجوة. أما إذا كان إلى الخلف، فيمكن أن يَظهر بلوك القشرة الداخلية في كشف الفتحة، ومن ثمَّ يجب إغلاق الفتحة بآجر الواجهة.

عند إغلاق الفجوة يكون لدينا فعلياً جدار صلب، وهذا يطرح مسألتين - كيف نمنع دخول الرطوبة وكيف نمنع ضياع الحرارة.

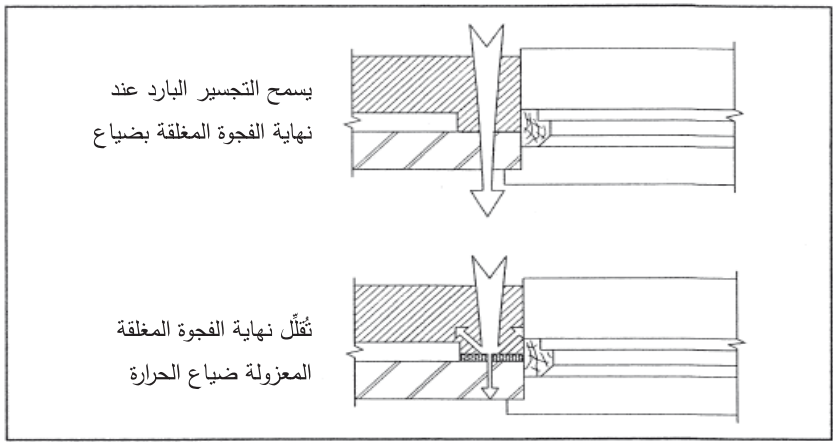


الشكل 50.7 مدماك منع رطوبة عمودي عند نهايات

يبين الشكل 50.7 بناء مدماك من رطوبة عمودي عند نهاية الفجوة لعزل الآجر عن بلوك القشرة الداخلية. في المباني التي تستخدم فيها الأطر الخشبية كانت المداميك تُثبَّت في الفتحة باستخدام ألواح خشبية مؤقتة أثناء بناء طبقات الآجر في محيط الإطار. في هذه الحالات، كان من السهل إبقاء مدماك منع الرطوبة العمودي في الموضع إبان وضع الآجر بتَسمير المدماك إلى الإطار الخشبي.

بعد وضع مدماك منع الرطوبة العمودي نكون قد أقمنا حاجزاً لمرور الرطوبة، ولكن مع بقاء الجدار الصلب، يتركَّز ضياع الحرارة من داخل المبنى في هذه البقعة. تُسمى هذه الحالة، حيث يمكن للحرارة أن تنساب إلى الخارج بسهولة أكبر، "**الجسر البارد**".

تتوافر الآن مادة من البوليمير المغطى بالزفت للاستخدام في مدماك منع الرطوبة، مع طبقة من البوليسترين ملصقة بشكل مسبق في خلفها تستخدم لعزل مدماك منع الرطوبة العمودي. يُخفَّض الضياع الحراري باستخدام هذه التفصيلة إلى حد كبير. يوضِّح الشكل 51.7 كيفية تحقيق ذلك.



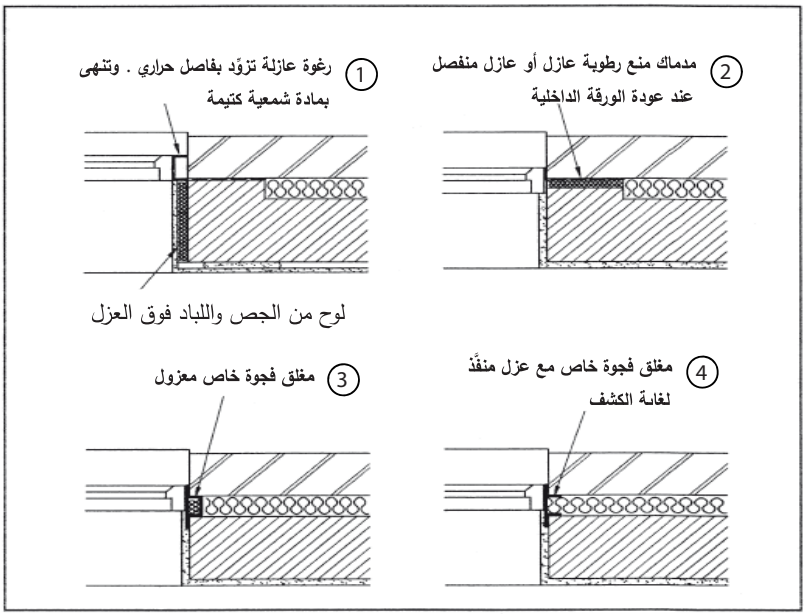
الشكل 51.7 نهايات الفجوة المغلقة – منع الجسر

هناك عدة طرق يمكن من خلالها منع منطقة الكشف من تشكيل جسر بارد، أربعة أمثلة موضحة في الشكل 52.7.

التجسير البارد هو المصطلح الذي يُستخدم لوصف الحالة التي يكون فيها مستوى العزل في موضع معيَّن من نسيج الجدار أقلّ بكثير منه في باقي النسيج. في هذه الحالة يتركَّز ضياع الحرارة في المنطقة ذات قيمة العزل الأقل مسبباً **جسراً بارداً** بين هواء الداخل الدافئ وهواء الخارج البارد.

تطوّر صيغة الأسكفة

قبل توافر الخرسانة، كانت أساكف الجدران الداخلية والخارجية تُشكَّل من الخشب. مع ابتكار الخرسانة، والخرسانة المُسلَّحة، والفولاذ انبثقت عدة حلول للأسكفة.



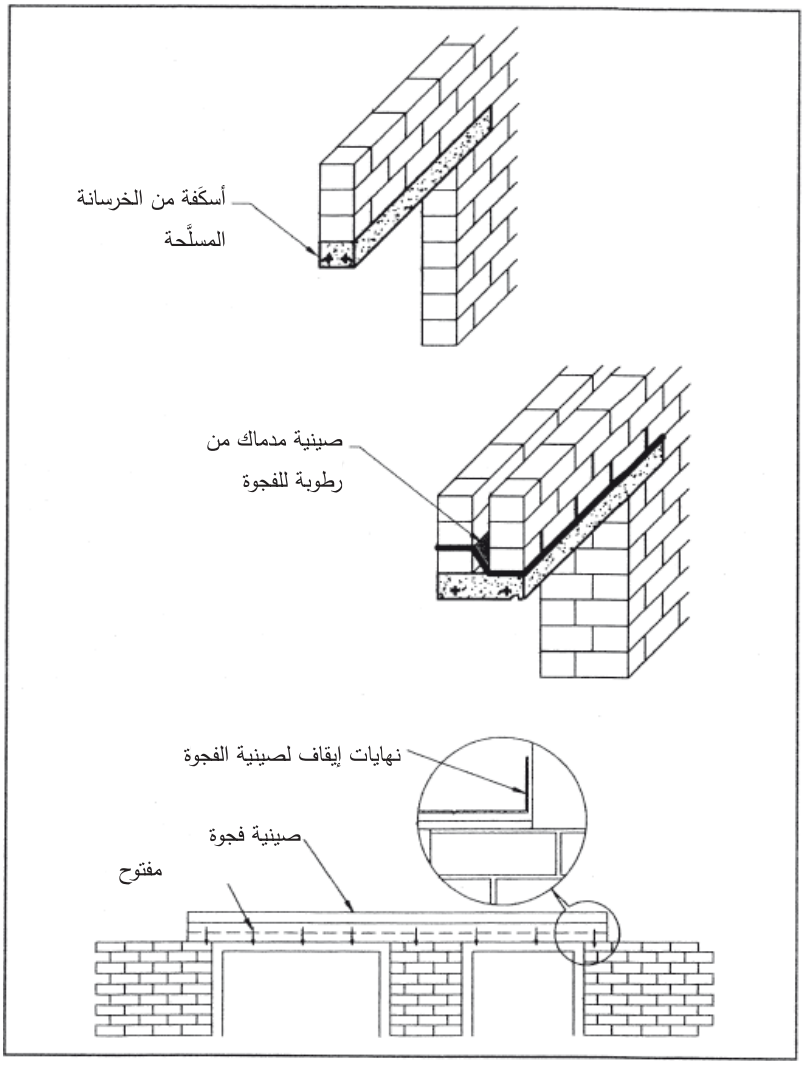
الشكل 52.7 عزل لمنع الجسور الباردة عند الفتحات في الجدران

تكون الأساكف المستخدمة في الجدران الداخلية والجدران الخارجية من العرض نفسه للَبِنات الجدار التي ستوضع فيه (الشكل 53.7).

في الأماكن التي تستخدم فيها جدران خارجية ذات فجوة، تجب ملاحظة أن القشرة الآجريَّة الخارجية نفوذة، وستسمح للرطوبة بالمرور إلى الوجه الداخلي للقشرة الخارجية. هذا يعني إمكانية تجمُّع الرطوبة فوق الأسكفة، وبمعرفة أن التفصيلات الخرسانية نفوذة أيضاً، يصبح استخدام صينية فجوة لمدماك منع الرطوبة ضرورياً.

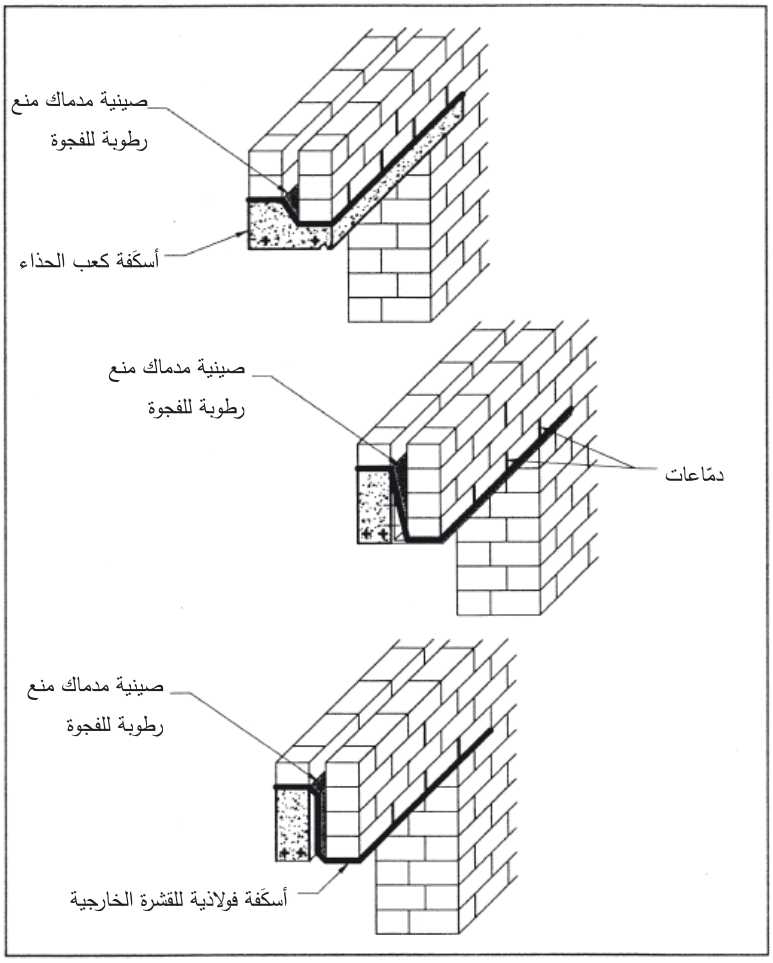
يبين الشكل 53.7 أن **صينية الفجوة**، التي تدفع الرطوبة لمغادرة الجدار خارجياً، بُنيت ضمن القشرة الداخلية لإحداث الميل المطلوب. تُشكَّل الدمّاعات عادة في القشرة الآجريَّة الخارجية للسماح للرطوبة المجمعة في الفجوة بمغادرة الجدار. تُشكَّل هذه الدمّاعات إما من طريق ترك بعض الوصلات العمودية بين الآجر (رباطات) خالية من الملاط، أو من طريق بناء دمّاعات بلاستيكية خاصة ضمن هذه الوصلات. تُحدث عادة اثنتان إلى ثلاث دمّاعات لكل فتحة.

صينية الفجوة هي حاجز كتيم مشكَّل يوضع في الفجوة لتوجيه الرطوبة إلى الوجه الخارجي للجدار. وهي غالباً تُشكل مُسبقاً، إلا أنه يمكن تشكيلها في الموقع باستخدام مادة مدماك منع الرطوبة. ويجب تركيبها أعلى من أي جسر أفقي في الفجوة لمنع الرطوبة من دخول المبنى.

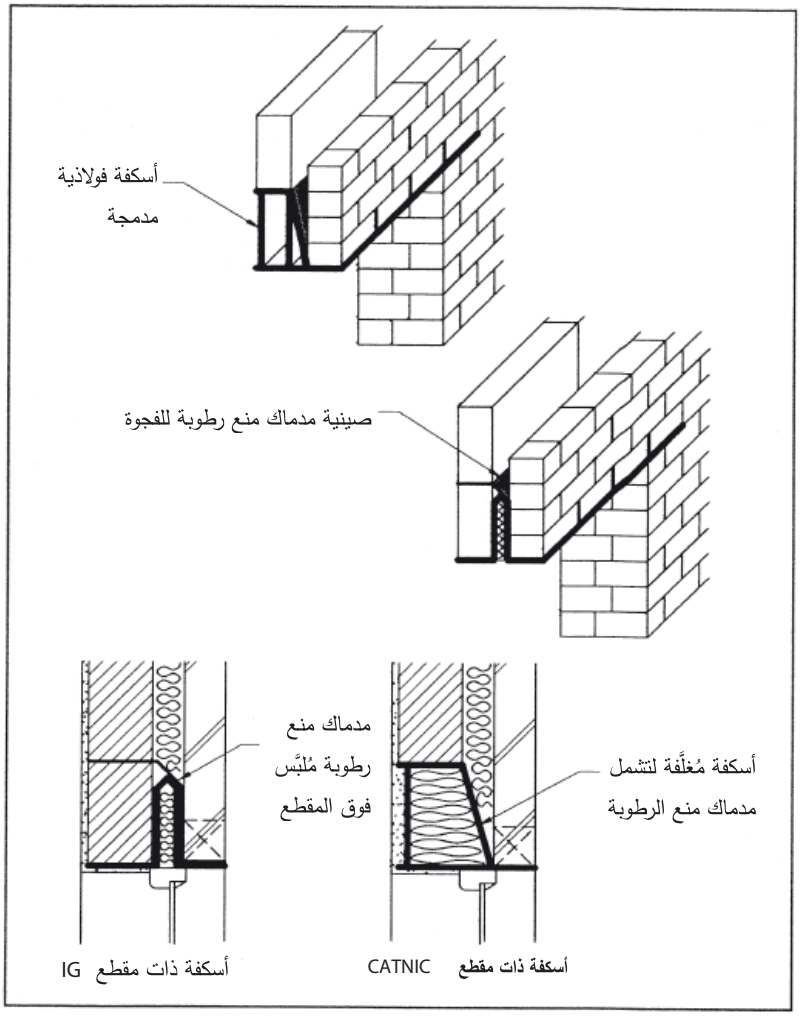


الشكل 53.7 أساكف من الخرسانة المسلَّحة للجدران الداخلية

بعد استخدام أساكف مستطيلة من الخرسانة المسلَّحة للجدران الخارجية، استخدمت أسكَفة كعب الحذاء، التي كانت قادرة على دعم قشرتي الجدار الداخلية والخارجية (الشكل 54.7). البديل من ذلك كان دعم كل جانب بشكل منفصل، بحيث استخدِمت أسكَفة من الخرسانة المسلَّحة للقشرة الداخلية وزاوية من الفولاذ للقشرة الخارجية. تحتاج هذه الطريقة أيضاً إلى صينية فجوة كما هو مبيَّن، لكنَّ هذا الحلّ كان المفضل دوماً في الحالات التي نحتاج فيها إلى إخفاء مظهر الأسكفة من الخارج.



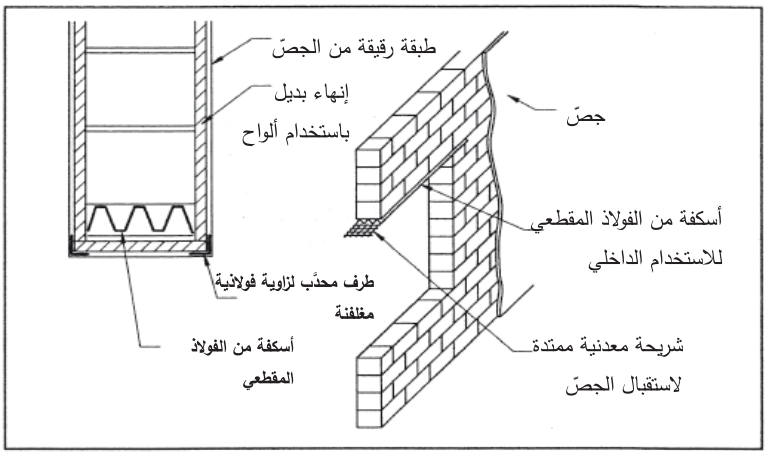
الشكل 54.7 حلول بديلة لأساكف الجدار الخارجي



الشكل 55.7 أساكف فولاذية مُدمجة

يميل الحل الحديث إلى تفضيل أسكَفة فولاذية أحادية الصيغة (الشكل 55.7)، وهي تدعم قشرتي الجدار الخارجية والداخلية. ولا حاجة عند استخدامها إلى استخدام صينية الفجوة، إذ إن الفولاذ المستخدم مطليٌ ضدّ الصدأ. ولكن يجب التفكير بنهايات صينية الفجوة لتوقف الماء المُجمَّع على الأسكفة أثناء خروجه من خلال الدمّاعات. تُعزل هذه الصيَغ من الأساكف بصورة عامة لتُساعد في خفض تسرُّب الحرارة وإمكانية التجسير البارد.

عند الحاجة للأسكَفة في الجدار الداخلي، فإن الحلول المفضَّلة مازالت الخرسانة المسلَّحة والفولاذ. يكون المقطع في الفولاذ بسيطاً ومتموجاً لإعطائه قوة (الشكل 56.7).



الشكل 56.7 أساكف فولاذية للجدران الداخلية

تمرين

- صِف طريقتين لتصميم نهايات فجوة الجدار عند الفتحات يمكن من خلالهما منع التجسير البارد.
- عرِّف مصطلحات فتحة الجدار التالية موضحاً إجابتك بالرسم:
  - ❋ الكشف
  - ❋ سند الأسكَفة
  - ❋ صينية الفجوة
- اجرِ بحثاً على الإنترنت باستخدام المصطلح "Lintel" (أسكَفة). قارن ووازن بين خصائص الصيغ المختلفة التي وجِدتها.

دراسة مقارنة : الجدران الخارجية

الخيار	المزايا	العيوب	متى يستخدم
الجدران ذات الفجوة	- تكنولوجيا مألوفة - أداء حراري جيد - سعة تحمُّل جيدة - منع رطوبة جيد	- بطيء - يعتمد على المهن الرطبة - قد يقايض عزل الفجوة مع الرطوبة - صعوبة في تحقيق مستويات عزل عالية جداً	- أكثر صيغة جدار شائعة في بناء المنازل - تستخدم بوصفها حلاً عملياً في المشاريع السكنية المضاربة
البناء الصلب	- صلب - أداء بنيوي جيد	- بطيء - يعتمد على المهن الرطبة - من الصعب تحقيق مستويات عالية من العزل دون استخدام سماكة مفرطة - قد يحتاج لطبقة كتيمة لضمان منع الرطوبة	- غير شائع في بناء المنازل الحديثة، لكنه يستخدم في مناطق ذات تعرُّض عالي بسبب صلابته
الإطار الخشبي	- سريع - رخيص - يوفر حيزاً محمياً من العوامل الجوية بسرعة - يسمح وزنه الخفيف باستخدام أساسات أرخص - أداء حراري جيد جداً - يزيل عنصر المهن الرطبة - يخفض اليد العاملة بالموقع	- سمعة ضعيفة - إمكانية التلف إن لم يُصمم ويشيَّد بصورة جيدة	- يستخدم في مواقع ذات تحمُّل ضغط منخفض بسبب وزنه الخفيف - يستخدم حيث السرعة هامة أو عند استخدام إنهاءات خارجية متنوعة مثل تعليق الآجر - أصبح أكثر شعبية في المشاريع المضاربة
الإطار الفولاذي	- سريع - رخيص - يوافر حيزاً محمياً من العوامل الجوية بسرعة - يسمح وزنه الخفيف باستخدام أساسات أرخص - أداء حراري جيد جداً - يزيل عنصر المهن الرطبة - يخفض اليد العاملة بالموقع	- غير مألوف	- يستخدم في مواقع ذات تحمُّل ضغط منخفض بسبب وزنه الخفيف - يستخدم حيث السرعة هامة أو عند استخدام إنهاءات خارجية متنوعة مثل تعليق الآجر - أصبح أكثر شعبية في المشاريع المضاربة

الفصل الثامن

الطوابق العليا والدرَج

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- إدراك المتطلبات الوظيفية لأرضيات الطوابق العليا للمسكن
- تحديد المكونات المختلفة لأرضيات الطوابق العليا
- وصف تشكيل الفتحات في الأرضية لاستيعاب عناصر مثل الدرَج
- إدراك صيغة ووظيفة الدرَج

يحوي هذا الفصل على الفقرات التالية:

1,8 أرضيات الطوابق العليا الخشبية للمساكن

2,8 الدرَج: حلول التصميم وصيغ التشييد

نقطة معلومات:

- **الوثيقة** A المعتمدة من قوانين البناء، البنية، المقطع B
- **الوثيقة** K المعتمدة من قوانين البناء، الدرَج، والمنحدرات الملتوية، والحمايات
- BS 545: السلالم الخشبية
- BS 5395: السلالم، والأدراج، والممرات. دليل الممارسة لتصميم وتشييد وصيانة الأدراج المستقيمة والملتفّة.
- BS 5578: تشييد المبنى – الدرَج

1.8 الأرضيات العليا الخشبية للمساكن

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستدرك متطلبات الأداء للأرضيات العليا للمسكن وطُرق تحقيق هذه المتطلبات باستخدام الأرضيات الخشبية.
- وستفهم الرابط بين الأداء البنيوي للجدران والطوابق العليا.
- وستعرف الصيغ الأساسية للأرضية البنيوية والتفاصيل المرتبطة بها.
- وستدرك الأسلوب الذي تشكَّل به الفتحات في أرضيات الطوابق العليا وبأي أسلوب صُنعت لاحتواء الخدمات.

نظرة عامة

بالرغم من عدم وجود تغيير واضح في مخطط الأرضيات العليا الخشبية لعشرات السنين، إلاّ أنّ تعقيد المواد قد جرى صقله إلى حدٍّ ما بالتفاصيل المحتواة في قوانين البناء. ولا تقتصر هذه القوانين على أبعاد وشكل المكونات مثل العوارض الأرضية فقط، لكنها تشمل أيضاً جودة المواد المستخدمة اعتماداً على التصنيف.

يجب أن تكون الوظيفة الأساسية للأرضية العلوية المعلَّقة هي توفير سطح راسخ، ومستوٍ، وقادرٍ على دعم كافة الأحمال الميّتة والمُطبَّقة على امتدادٍ مُعطى. بالإضافة إلى ذلك، فإن عوامل مثل مقاومة الحريق، والديمومة، والعزل الحراري والصوتي، وسرعة التشييد والتجهيز لدمج الخدمات، تُمثِّل اعتبارات مهمة.

تشييد الأرضية الخشبية

تُعتبر الأرضيات الخشبية الحلَّ التقليدي للمساكن، ولها الكثير من مزايا أرضيات الطوابق الأرضية الخشبية المُعلَّقة. يشمل ذلك توفير مساحة فارغة لإدماج الخدمات، مثل أنابيب التدفئة المركزية والكابلات الكهربائية. كما أنها مرنة ودافئة وجميلة المظهر.

لهذه الأرضيات بضعة أجزاء من المكونات -عوارض، غطاء لوحي، وفي بعض الأحيان دعائم على شكل فقار سمكة الرنكة بين العوارض لمنع الاعوجاج.

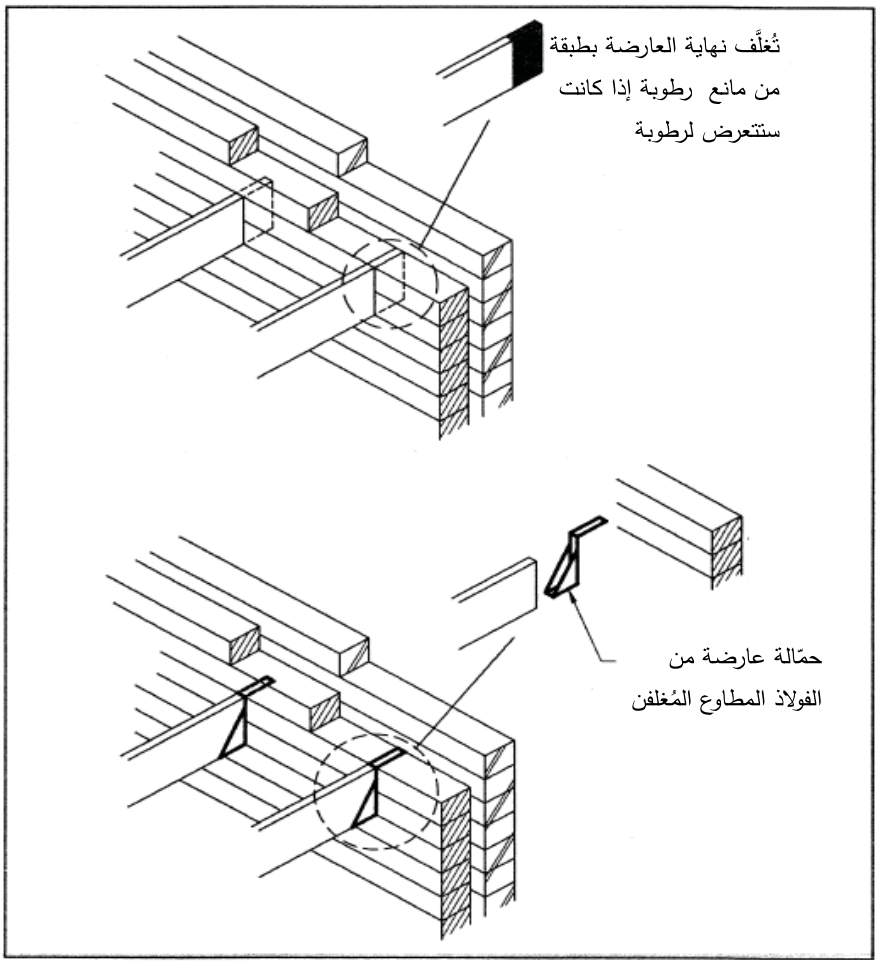
تُجدول الوثيقة A المعتمدة في قوانين البناء (البنية) مقاسات العوارض التي يمكن استخدامها لمدى محدَّد، وعموماً هناك أكثر من خيار يمكن أن يلبي الحاجة. ولأجل مدىً معيَّن يمكن استخدام عارضة أعمق قليلاً بدلاً من العارضة الأسمك (تكون العارضة الأسمَك عادة أقلَّ عمقاً). إن السماكة التقليدية لعوارض الأرضية هي 50 مم، بينما يتغيَّر العمق من نحو 175 مم إلى ربما 225 مم. بعض السماكات الأخرى تشمل 40 مم و75 مم، سيجري الحديث عنها لاحقاً.

ترتكز عوارض الأرضية على القشرة الداخلية للجدار الخارجي ذي الفجوة، والتي تتكون في المباني الحديثة عادة من البلوك (الشكل 1.8). يبين هذا الشكل أيضاً الحلَّ البديل لوضع العوارض ضمن حمّالات عوارض فولاذية.

عندما تُستخدم الجدران الداخلية لدعم العوارض، يمكن للعوارض إما أن تستند إلى الجدران، أو أن تركَّب ضمن **حمالات عوارض**.

عند وضع عوارض أرضيات الطوابق العليا، من الشائع أن نجدها موزَّعة في اتجاهات مختلفة عبر غُرف الطابق الأرضي، وذلك لأنّ العوارض تُمدُّ عادة عبر أقصر أبعاد الغرفة. يجب أن نتذكَّر أنه عندما نختار مقاسات العوارض لمنزل ما، فإن البعد الحرج هو المدى الأطول المطلوب لتصميم الغرفة، إذ إنه يُملي عمق كافة العوارض إذا رغبنا بتحقيق مستوى سقف داخلي متَّسق.

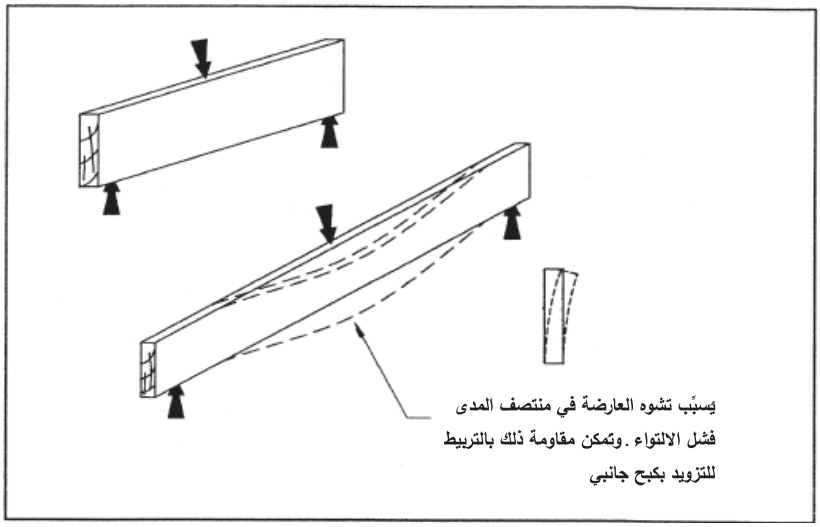
حمّالات العوارض هي تجهيزات معدنية (غالباً من الفولاذ المُغلفن) توضع ضمن الورقة الداخلية للجدار وتدعم نهاية العارضة بشكلها الذي على هيئة كعب حذاء. وهي توافر طريقة فاعلة للدعم من دون الحاجة لأن تتغلغل نهاية العارضة في الورقة الداخلية.



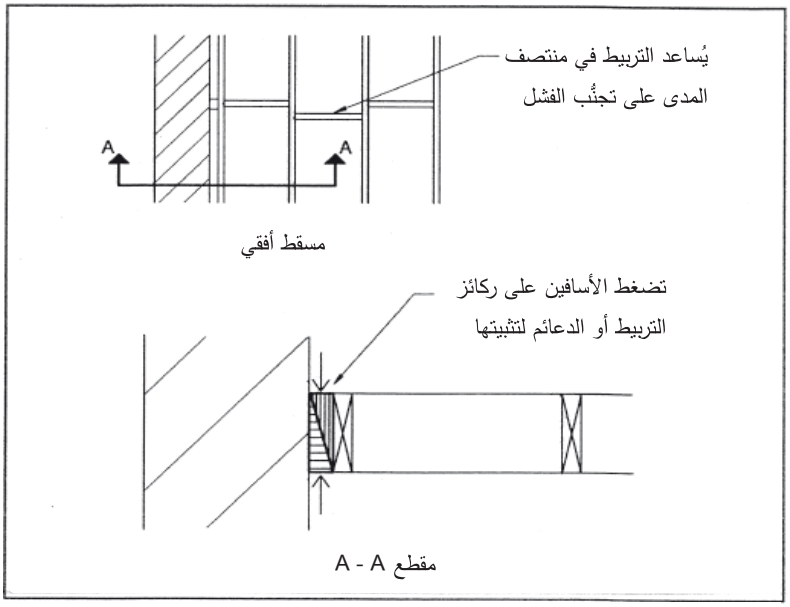
الشكل 1.8 دعم نهايات العوارض

بما أن العوارض تكون مُحكمةً عند نهاياتها، فهي مُعرَّضة غالباً للحركة بالقرب من وسطها وربما للالتواء، كما هو مبيَّن بالشكل 2.8.

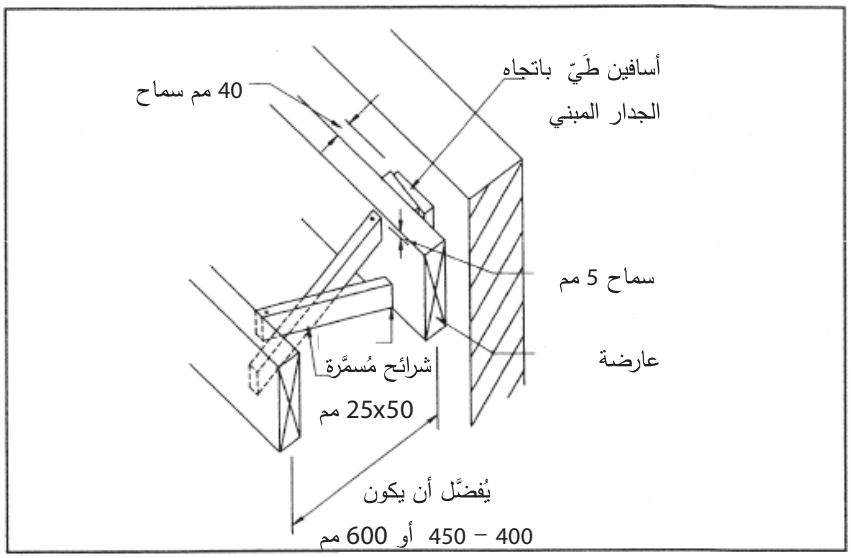
ثمة ضرورة للمحافظة على استقرار العوارض، خاصة الطويلة منها، وذلك إما بقص أطوال قصيرة من عارضة (دعائم) تُضغط بين العوارض (الشكل 3.8) أو بتوفير تدعيم على هيئة فقار سمكة الرنكة (الشكل 4.8). توضع هذه الدعائم نموذجياً في وسط المدى.



الشكل 2.8 تشوّه العارضة المُحتَمل بفعل الحمل



الشكل 3.8 دعائم العارضة



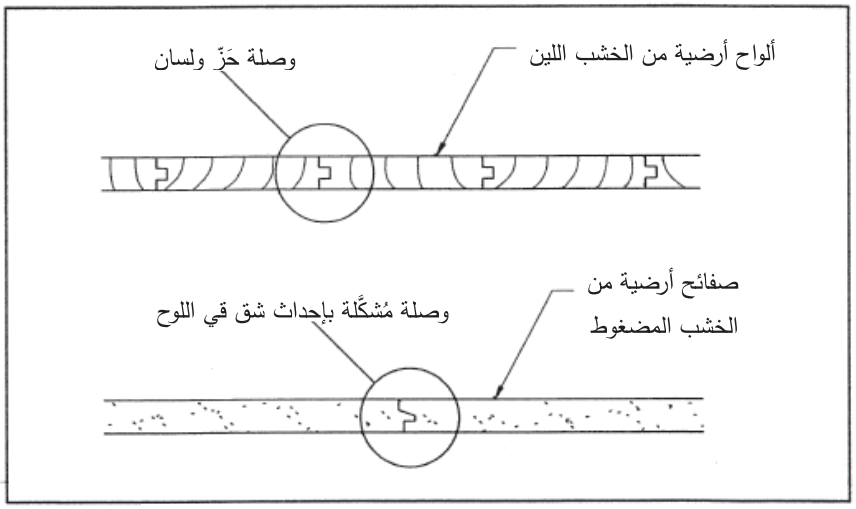
الشكل 4.8 تدعيم فقار سمكة الرِّنكة

نعلم أن الخشب الماص للرطوبة بطبيعته، ما يعني أن لديه القدرة على امتصاص وطرح الرطوبة الجوية. ومع تغيُّر محتوى الرطوبة في الخشب، فقد تحدث تغيرات في أبعاد العوارض. وهي تكون هامشية على طول العارضة، لكنها أحياناً تصل إلى 5٪ عبر مقطع العارضة. يرتبط بزيادة الرطوبة تضخُّم الأبعاد، بينما يسبب نقصان الرطوبة التقلُّص والالتواء.

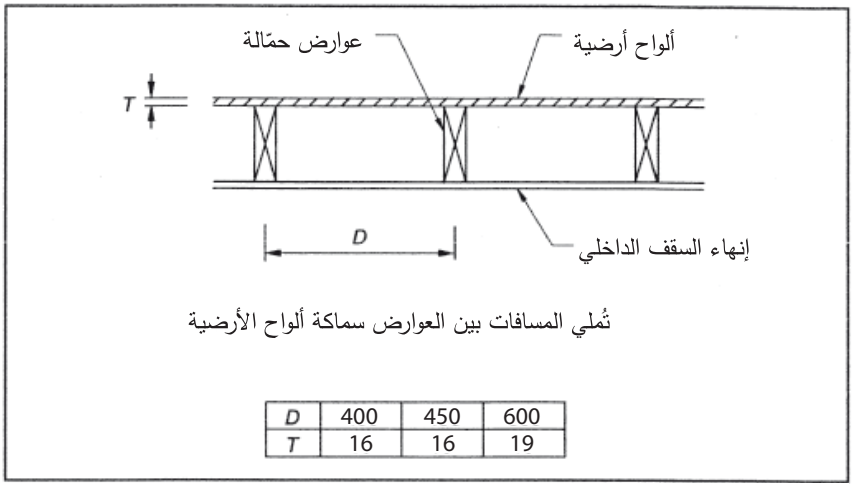
كان تدعيم فقار الرنكة يُنفَّذ نموذجياً بالخشب، لكنه متوافر الآن بشكل منصة معدنية مضغوطة.

تشمل تغطية أرضيات الطوابق العليا التغطيةَ التقليدية بألواح الخشب اللين باستخدام تقنية الحَزّ واللسان، وحالياً شاع استخدام الخشب المضغوط. يبين الشكل 5.8 عارضة مستخدمة في تغطية الأرضية بألواح الخشب بطريقة الحَزّ واللسان، كما يبين الوصلة المحدثة بشقّ في الخشب، والتي تُعتبر صيغةً من صيغ وصلة الحَزّ واللسان المرتبطة بصفائح الخشب المضغوط.

ثمة علاقة بين فواصل العوارض الأرضية الخشبية وسماكة ألواح التغطية الأرضية المُطبَّقة (الشكل 6.8).



الشكل 5.8 عوارض للألواح الأرضية والتصفيح بالخشب

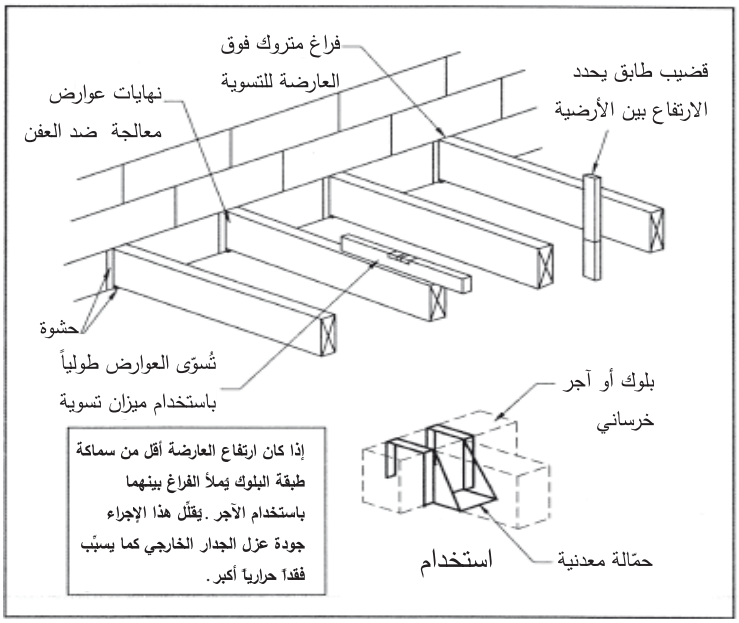


تُملي المسافات بين العوارض سماكة ألواح الأرضية

D	400	450	600
T	16	16	19

الشكل 6.8 سماكة الألواح الأرضية لعوارض ذات امتدادات مختلفة

عند وضع العوارض لتشكيل الأرضية العُلوية، فإن مسألة اتِّساق مستوى كل عارضة لوحدها، هي مسألة مهمة، مثلما هي مسألة اتِّساق الارتفاع فوق الأرضية السفلية. يبين الشكل 7.8 أخذ هذين العاملين بالاعتبار.

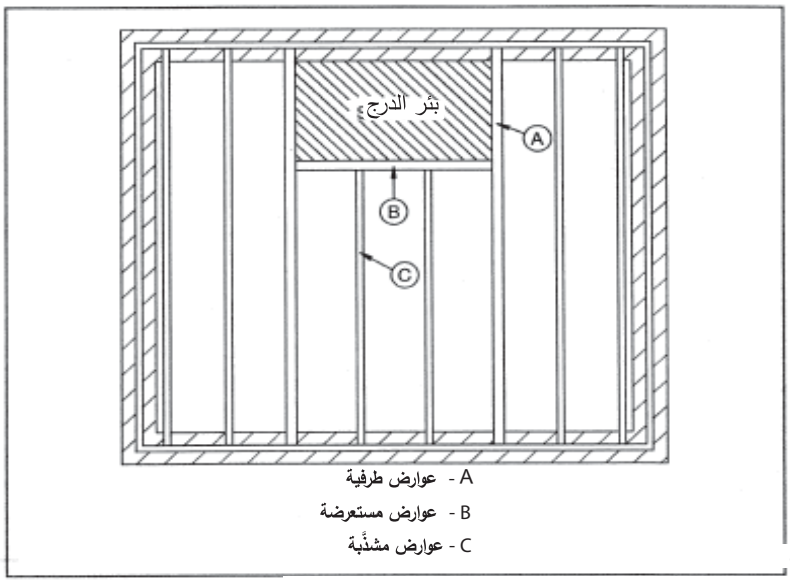


الشكل 7.8 تحديد مواقع العوارض – اتساق المستوى والموضع

ثمة ترتيبات خاصة يجب تطبيقها على خشبات الأرضية عند إحداث فتحة الدرج، وتُعرف هذه الفتحة عموماً بـ "بئر الدرَج" أو "بئر السُلَّم".

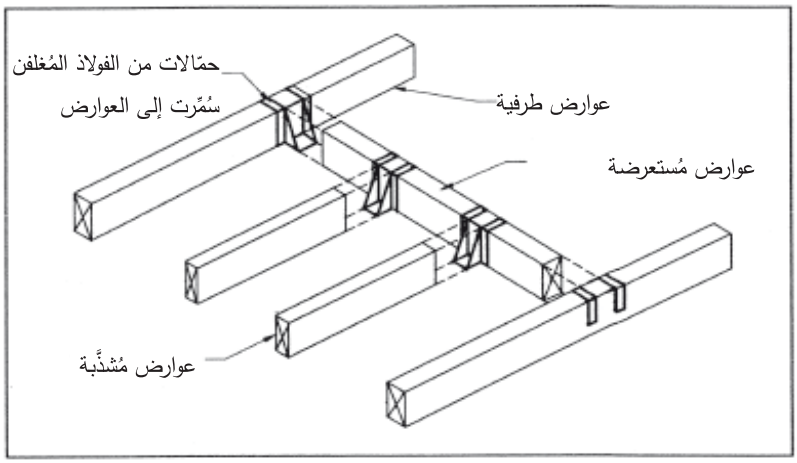
ولتشكيل الفتحة في الأرضية، يجب تقصير أطوال بعض العوارض، وتسمى العوارض المُقصَّرة بالعوارض المشذَّبة؛ انظر الشكل 8.8.

وبما أن هذه العوارض قصيرة فلا يمكنها الوصول إلى الجدار الداعم، ومن ثمَّ تُستخدم عارضة لحمل هذه النهايات ودعمها. تكون هذه العارضة المُستَعرضة ذات سماكة أكبر لتتمكَّن من رفع الحمل الإضافي عن كل العوارض المشذَّبة التي تدعمها. بالمقابل تحتاج هذه العارضة إلى ربط نهايتيها بعوارض الأرضية الواقعة على طرفي فتحة بئر الدرج. لهذه العوارض الطَرَفيَّة سماكة إضافية لتأخذ الحمل عن العارضة المُستعرضة التي تحمل عدداً من الجوائز المُشذَّبة.



الشكل 8.8 تشكيل فتحة بئر الدرج

بما أن الفتحة تحتاج إلى عدد من الوصلات بين العوارض المتنوعة، فإن استخدام حمالات معدنية هو الحل الأكثر ملائمة (الشكل 9.8).



الشكل 9.8 العوارض عند فتحة بئر الدرج

ولإخفاء الخشبات المنشورة (غير المُستوية)، المستخدمة في تشييد

الأرضية، عند فتحة بئر الدرج، تُستخدم بطانة من ألواح الخشب الليّن المستوية بعمق يساوي سماكة الأرضية. يُعرف هذا اللوح الخشبي بـ "المئزر" أو بالتلبيس وسيُشرح لاحقاً في المقطع المتعلِّق بالدرج.

إحدى سمات الأرضية الخشبية العُلوية هي الميزة التي تُوافرها لدمج خدمات الأنابيب والكابلات. حيث تُمدُّ على التوازي مع العوارض، مع سهولة الوصول إليها، ولكن من الضروري في بعض الأحيان مدُّ الخدمات عمودياً على امتداد العوارض. يجب إبقاء حجم الثقوب أو الأخاديد في العوارض، ضمن الحدود الدنيا، بحيث يبقى ضمن السماحيات المطلوبة لضمان عدم تأثر قوة العارضة بشكل كبير. يساعد الشكل 10.8 في تلخيص بعض الضوابط الواجب تطبيقها.

عند دراسة الفصول المختلفة في هذا الكتاب، قد نَغفل عن حقيقة أن العناصر المتنوعة المدروسة ينشأ في ما بينها عادة علاقات بنيوية تبادلية. فالأرضية الخشبية العُلوية تُساهم بشكل كبير في استقرار جدران المنزل من خلال مبدأ **التقييد الجانبي**. تُربط الشرائط الفولاذية بين جدار المنزل وعوارض الأرضية لتوفير التقييد، كما يوضح الشكل 11.8.

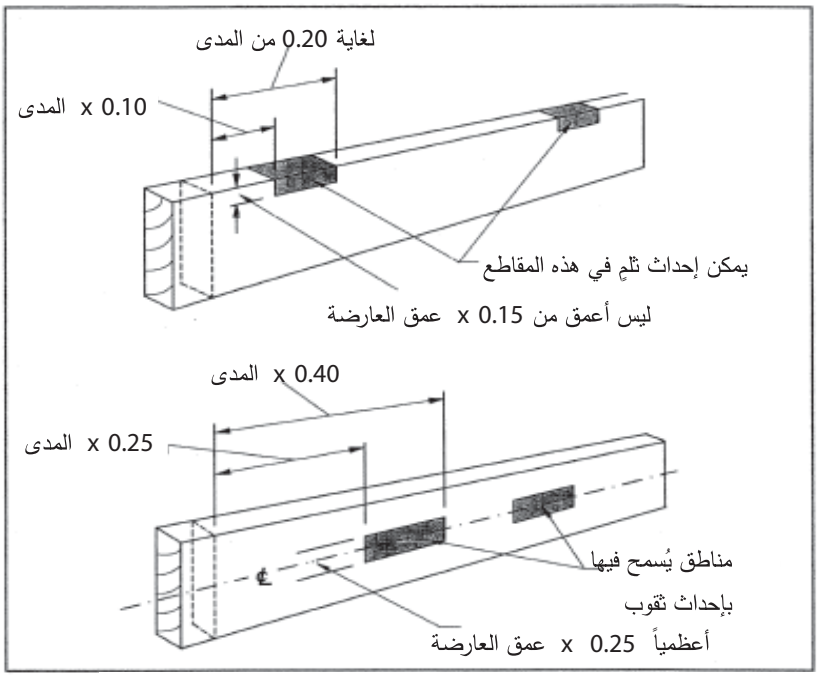
يبين الشكل 12.8 أيضاً هذه الشرائط ومخططاً عامّاً لبعض أجزاء مكونات الأرضية العلوية في تلخيص لمحتوى هذا المقطع.

التقييد الجانبي هو المصطلح الذي يستخدَم ليدلّ على تزويد الهيكل أو العنصر بدعمٍ يضمن مقاومته للقوى أو للحركات الجانبية.

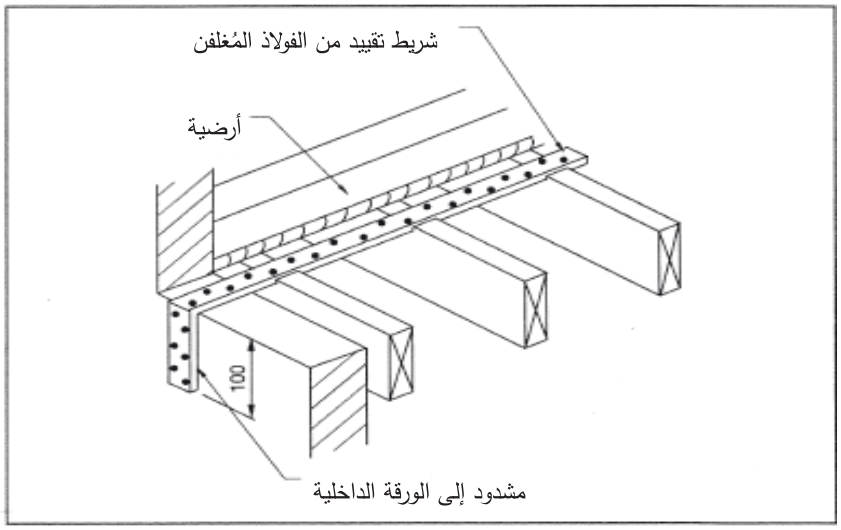
دعم التقسيمات الداخلية

يختلف عادةً مخطط غرف الطابق الأول في المسكن عن مخطط غرف الطابق الأرضي، في مثل هذه الحالات لا يمكن بناء تقسيمات الطابق العُلوي انطلاقاً من تقسيمات الطابق الأرضي. ومن ثمَّ يجب دعم تقسيمات أرضية الطابق العلوي المُعلَّقة (الشكل 13.8). وهي ليست مشكلة طالما اتُّبعت المقاربات الصحيحة لتشييد الأرضية، وخاصةً في ما يتعلَّق بمخطط توزُّع العوارض. عندما يكون الجدار الفاصل عمودياً على عوارض الأرضية،

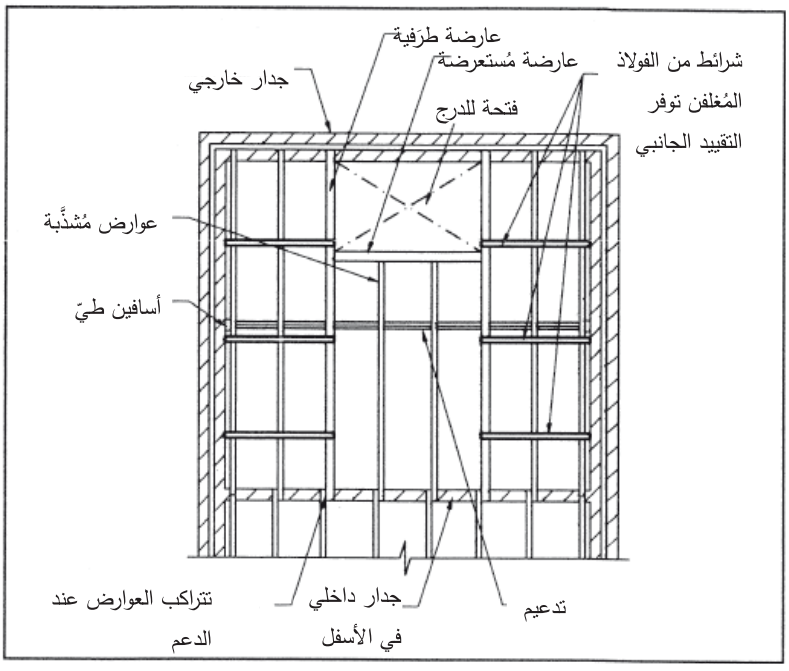
فلا حاجة لاتخاذ أي إجراء خاص إذا كان الجدار خشبياً، ويعود السبب في ذلك إلى توزُّع الحمل من جدار الفصل على عدة عوارض. في حالة التقسيمات المُشكَّلة من بلوك خفيف، والتي نادراً ما تُستخدم في الطوابق العليا، من الضروري استخدام صفيحة قاعدة خشبية لتوفير قاعدة متَّصلة لأعمال البلوك. أما إذا كانت التقسيمات على توازٍ مع العوارض الأرضية، فلا بد من توفير دعم مباشر تحتها. وبما أن الحمل مُركَّز فمن الضروري توفير عارضتين مربوطين مع بعضهما بمسامير مُلولَبة أو بعارضة ذات مقطعٍ أكبر لتحمّل الحمل الإضافي.



الشكل 10.8 ضوابط إحداث الفتحات المطلوبة لإرساء الخدمات



الشكل 11.8 شرائط إحكام جانبية بين الجدار والأرضية العُلوية



الشكل 12.8 مكونات أرضية طابق عُلوى

أرضيات الدعائم والعوارض

جرى التطرُّق لطبيعة أرضيات "الدعائم والعوارض" أو أرضيات "العوارض والبلوك" في الفصل السادس. وللتذكُّر، تشتمل هذه النظم على سلسلة من أعمدة مقاطعية من الخرسانة المسلَّحة مسبقة الإجهاد، متباعدة عن بعضها بمسافة نموذجية 600 مم، يوضع بينها بلوك خفيف، ويزوَّد السطح بعد ذلك بطبقة طينة رقيقة القوام (روبة) تُسهِّل تطبيق الإنهاءات المناسبة.

تمرين

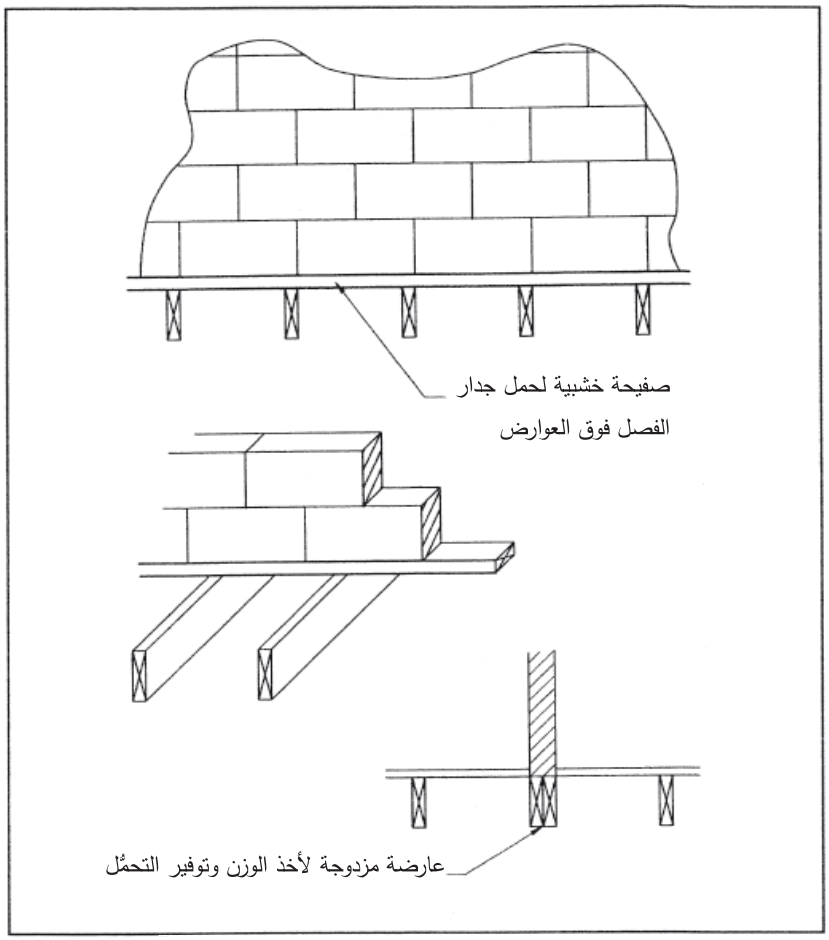
- بمساعدة مخطط توضيحي، صِف تشكيل فتحة بئر درج في أرضية عُلوية خشبية وسمِّ على المخطط العوارض الثلاث الخاصة الموجودة في ذلك الموضع.
- في ما يخص منطقتك، راقب المشاريع قيد التشييد - كم عدد المرات التي تكون فيه الأرضية العُلوية:
  - ❋ من الخشب
  - ❋ من الخرسانة

  ولماذا؟

2.8 الدرج: حلول التصميم وصيغ التشييد

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستصبح مُلمّاً بقيود التصميم الرئيسية التي تفرضها قوانين البناء على الأدراج.
- وستصبح على دراية جيدة بالمصطلحات المرتبطة بترتيبات الدرج المنزلي النموذجي ومكوناته الجزئية.
- وستفهم العلاقة بين محدودية الخصائص الجسدية للمُستخدمين وتصميم الدرج.



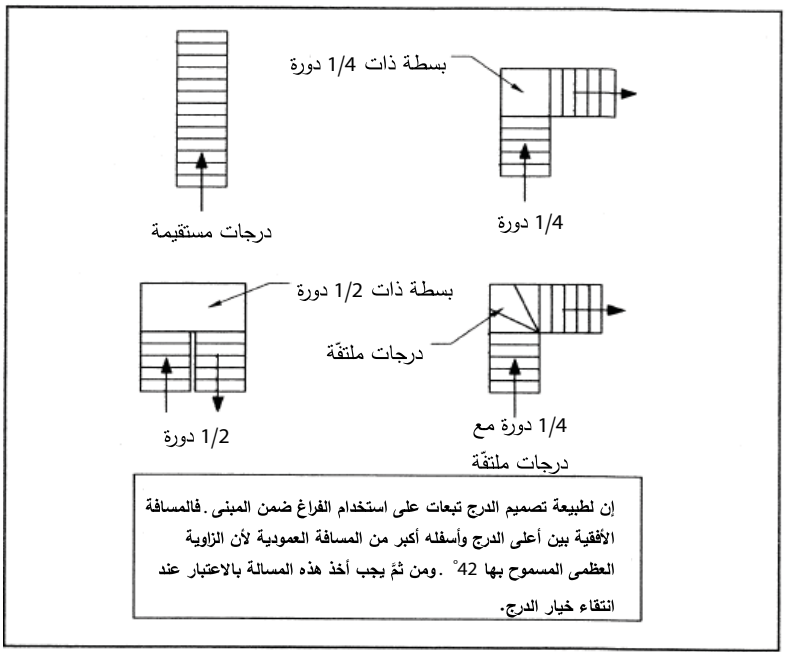
الشكل 13.8 دعم التقسيمات الداخلية

الأدراج الخشبية

يُعَدُّ الخشب المادة الرئيسية المستخدمة في درَج المنازل، وتنشأ الأنواع المتعددة من الدرَج الخشبي بصورة رئيسية من الاختيار بين استخدام بَسْطَة الدرج أو عدم استخدامها.

يبين الشكل 14.8 أنه عندما لا تُستخدم بسطة الدرَج يمكن تبنّي مجموعة الدرَجات المستقيمة. بالمقارنة، توجد الأدراج ذات الربع دورة أو النصف دورة عندما تسمح بسطة الدرَج بتغيير في اتجاه الصعود/ الهبوط

بمقدار 90 أو 180 درجة. في الطراز الأقدم كانت تستخدم درجات ملتفّة مُستدقة الطرف لتوفير تغيير الاتجاه بمقدار 90 درجة مع الاستمرار بالصعود.

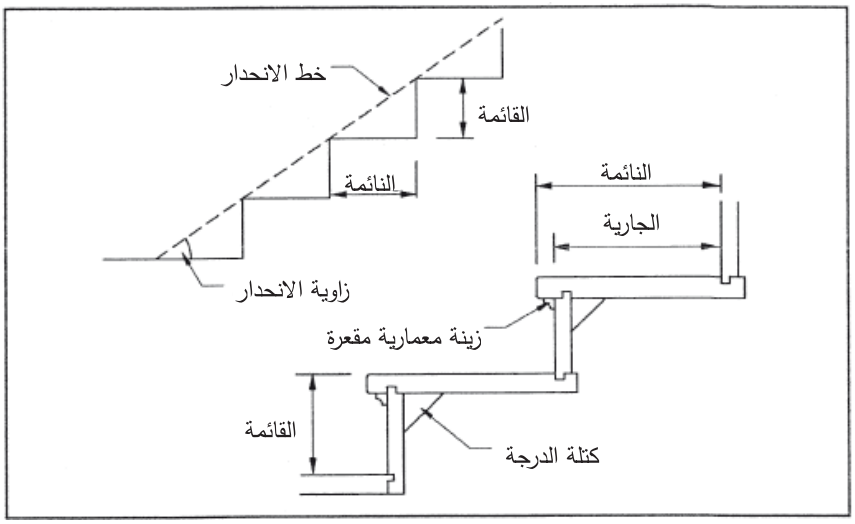


الشكل 14.8 صيغ الدرج الخشبي

لتركيبة الدرج انعكاسات كبيرة على مُخطَّطَي أرضيتَي الطابق العلوي والطابق الأرضي، كما أن تصميم طول درج مُعطى يَفرض متطلبات بُعدية على البناء. ومن ثمَّ فإن تصاميم الدرج ترتبط بالمخطط العام للمسكن.

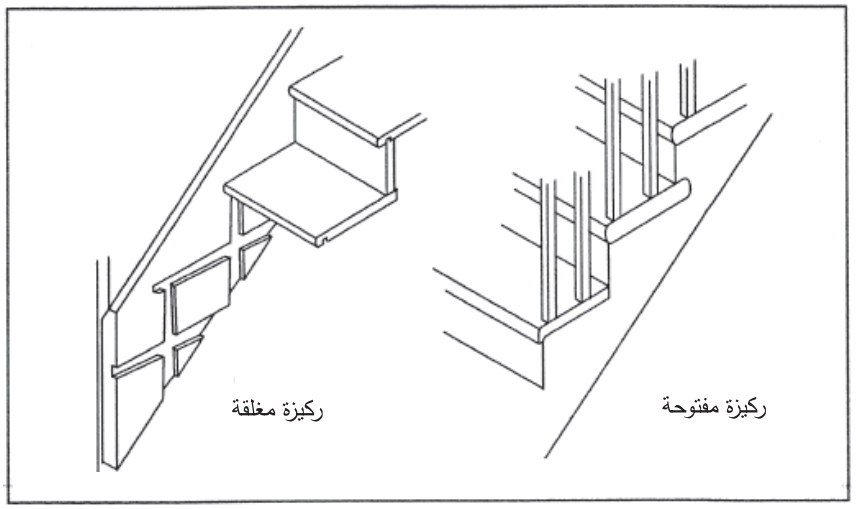
تفرض قوانين البناء في إنجلترا وويلز قيوداً متنوعة على أبعاد الدرج للاهتمام بقدرات المستخدمين وللمحافظة على السلامة. تُطبَّق هذه القيود على الكثير من خصائص الدرج، بما فيها خصائص تصميمية، مثل الزاوية أو الميل، والدرجات، ودرابزين الحماية، وارتفاع السقف.

يُصطلح على تسمية درجة أو ميل الدرج بـ "الانحدار"، ويجب أن لا يزيد عن 42 درجة للسكن الخاص. في الأنواع الأخرى للمنازل تُطبَّق قيمة انحدار عظمى 38 درجة.



الشكل 15.8 بعض مصطلحات الدرج

يبين الشكل 15.8 بعض مصطلحات مجموعة الدرجات المستقيمة.



الشكل 16.8 الركائز المفتوحة والمغلقة

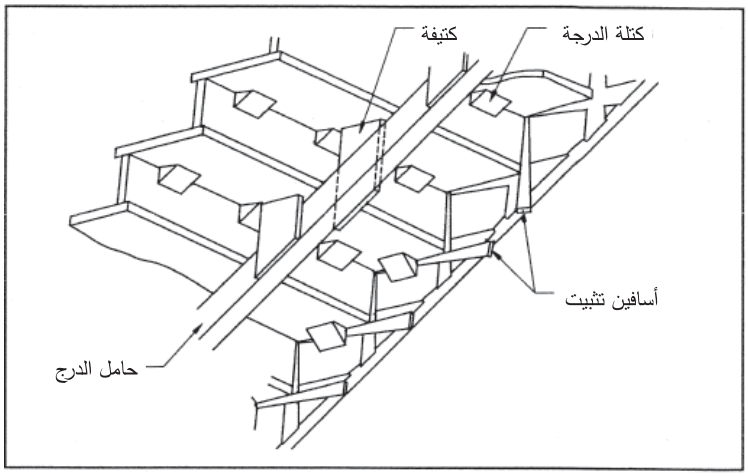
لكل درجة هناك نائمة الدرجة (النائمة) وارتفاع الدرجة. إن نائمة الدرجة المعيارية بين وجهَي قائمتين متجاورتين من الدرج، تعكس حقيقةَ

استبعاد أن تصل قَدم شخص مباشرة إلى القائمة. نتيجةً لهذه الحقيقة، تُستخدم الجارية، في قوانين البناء، بدلاً من النائمة. في قوانين البناء للعام 1991 حُدِّدت أبعاد الدرجة بحيث يكون:

(2 x ارتفاع الدرجة + النائمة) يجب أن تقع بين (550 مم و700 مم).

إضافةً إلى ذلك، يجب أن يقع الارتفاع العمودي ضمن مدى محدد من الأبعاد ليحدَّ من الارتفاع الذي يحتاجه الشخص ليمتطَّ في كل مرة يتقدَّم فيها.

إذا نظرنا من أسفل الدرج الخشبي يتبيَّن لنا أن التجميع المعملي للدرج عملية معقَّدة. تتوضع الجاريات والقائمات فوق ركيزة داعمة في كلا طرفي الدرجة. يبين الشكل 16.8 أنه في أماكن دخول الدرجات ضمن هذه الركائز الداعمة، تُشغَّل الركيزة لاحتواء نهايات الجارية والقائمة. تستلزم هذه التفصيلة استخدام ركيزة مُغلقة.



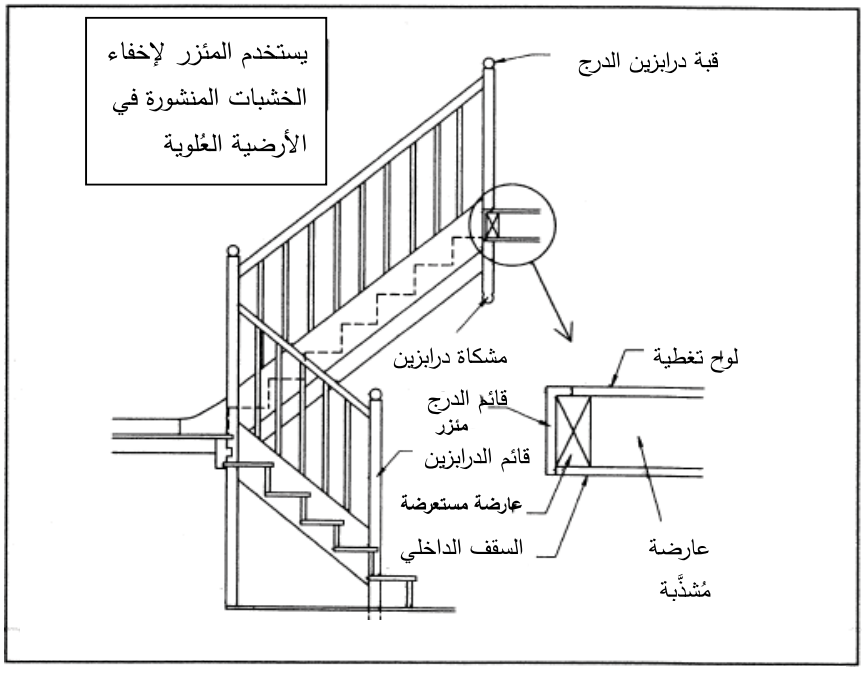
االشكل 17.8 الجانب السفلي لمجموعة درجات مستقيمة

من جهة ثانية، يمكن نشر ركيزة الدرج للسماح للنائمات والقائمات أن تستند فوق الركيزة، وتسمى هذه الطريقة الركيزة المفتوحة أو المقطوعة. إضافة إلى ذلك، تُثبَّت الركائز الداخلية إلى الجدار، بينما تمتد الركائز الخارجية بين أعمدة الدرابزين.

يبين المنظر السفلي للدرج في الشكل 17.8 كيف تُدفع الأسافين المُستَدقَّة الرأس إلى داخل حاويات الركائز المُستَدقَّة لتَحشُر كل من القائمة والنائمة في الموضع. يبين هذا الشكل أيضاً استخدام داعم مركزي خشبي للدرجات، اصطلح على تسميته "الحامل".

يبين الشكل 18.8 عدداً من المصطلحات الأخرى المستخدمة للأدراج. إن مُتَّكأ الدرابزين، وأعمدة الدرابزين، وقوائم الدرابزين، تُشكِّل مجتمعة درابزين الحماية للدرج. لاحظ استخدام مئزر للحافة المُعرَّضة من الأرضية في فتحة بئر الدرج، ومن دون المئزر يمكننا رؤية العوارض الخشبية المنشورة للأرضية العُلوية.

في حالة مُجمَّع الشقق أو في حالات الأخرى غير المساكن، يجب تشييد الدرج بمنتجات غير قابلة للاحتراق، ومن ثم يُشيَّد الدرج إما من الخرسانة المُسلَّحة أو الفولاذ. ستكون هذه الصيغ للدرج موضوع المُجلَّد 2 من هذا الكتاب.



الشكل 18.8 مصطلحات درج أخرى

تمرين

- ماهي ميزة الدرج التي تُستخدم لتصنيف نظام الدرج؟
- سمِّ ثلاثة أجزاء مكوِّنة للدرج قيَّدت قوانينُ البناء أبعادَها.

دراسة مقارنة : أرضيات الطوابق العليا والدرج

الخيار	المزايا	العيوب	متى تُستخدَم
أرضية خشبية مُعلَّقة	- تقنية مألوفة - مرونة في التصميم - سعة تحمُّل جيدة - سهولة احتواء الخدمات - نفاذ مباشر للخدمات	- سعة التحمُّل محدودة بالمدى وإمكانية الحصول على عوارض ذات مقاسات كبيرة	- تُعتمد هذه الصيغة دائماً في بناء المنازل
أرضية من عوارض وبلوك	- تناسب الأحمال الثقيلة - عزل صوتي جيد - مقاومة ممتازة للحريق	- ثقيلة - احتواء الخدمات	- تُستخدم هذه الصيغة للأرضية عندما تكون مقاومة الحريق بين الوحدات مهمة فقط، كما في الشقق.

الفصل التاسع

توزيع المساحة الداخلية: الجدران والتقسيمات

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- فهم الوظائف ومتطلبات الأداء للجدران والتقسيمات الداخلية
- إدراك حلول التصميم المتعددة الممكن اعتمادها في توزيع المساحة الداخلية ضمن المساكن، وستصبح لديك معرفة بتفاصيل التشييد المرتبطة بكل منها
- إدراك المعايير التي يُعتمد عليها في الانتقاء من بين الخيارات المتعددة
- وصف تسلسل العمليات المُتضمَّنة في تشكيل الجدران والتقسيمات الداخلية
- اختيار صيغة تقسيمات مناسبة من طيف البدائل المُتاح

يحوي هذا الفصل على المقاطع التالية:

1.9 وظائف الفواصل الداخلية ومعايير الانتقاء

2.9 خيارات الجدران والفواصل الداخلية في المساكن

نقطة معلومات:

- BS 5234: الجزء 1 1992: التقسيمات (بما فيها البطانات المُوافقة). دليل الممارسة للتصميم والإرساء
- BS 5268: الجزء 4.2 1990: الاستخدام البنيوي للخشب. مقاومة الهياكل الخشبية للحريق. نصائح لحساب مقاومة تشييد الجدران القائمة وعوارض الأرضيات الخشبية للحريق
- BS 8000: الجزء 8 1994: العمل في مواقع البناء. دليل الممارسة للتقسيمات المصنوعة من الألواح الجصّية والبطانة الجافة

1.9 وظائف التقسيمات الداخلية ومعايير الانتقاء

مقدمة

- بعد دراسة هذه المقطع سيصبح لديك معرفة بوظائف الجدران والتقسيمات الداخلية.
- وستصبح قادراً على التمييز بين الصيَغ الحمّالة والصيَغ غير الحمّالة.
- وستفهم المتطلبات الوظيفية المرتبطة بكل منها.
- وستعرف مصادر وطبيعة الأحمال المُطبَّقة على الجدران والتقسيمات الداخلية.
- وستدرك التبعات المترتبة على اختيار المواد وصيغة التشييد.

نظرة عامة

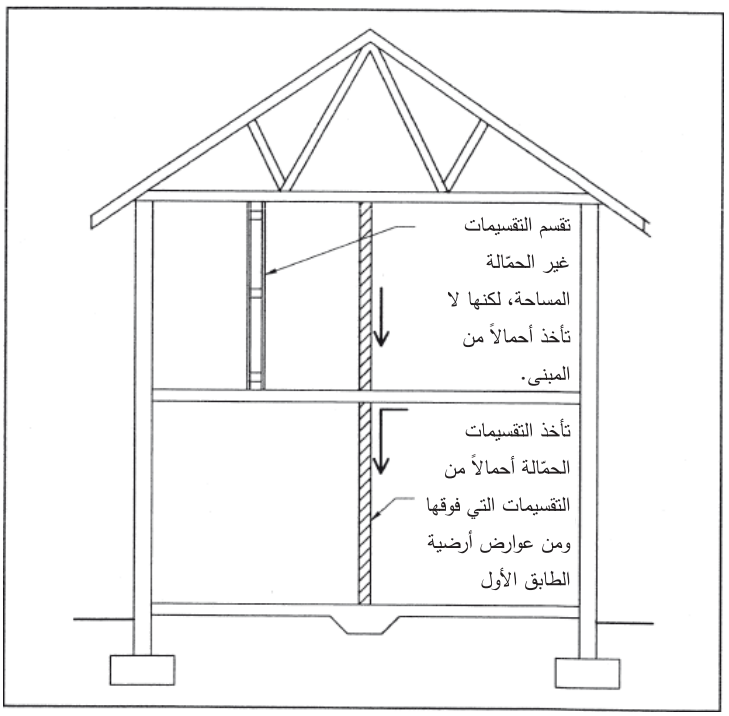
تُمكن دراسة هيكل ونسيج المباني ضمن مجالين منفصلين: الهيكل الرئيسي للمبنى والعناصر الداخلية المُحتواة ضمنه. يشمل الغلاف العناصر البنيوية الرئيسية لكل من البنية القاعدية والبنية العُلوية؛ ويشمل النسيج الداخلي العناصر غير الحمّالة التي تعمل على تقسيم المساحة الداخلية. تقع الجدران والتقسيمات الداخلية ضمن المجموعة الثانية من هذا التصنيف. تاريخياً كان المُصطلحان "جدران" و"تقسيمات" يُستخدمان لوصف صيغ تشييد مختلفة. فالجدار الداخلي في المبنى ذو تشييد أكثر صلابة، كالجدار المبني، بينما تعتبر التقسيمات ذات صيغة أخفُّ كالخشبات القائمة. كما تكون الجدران الداخلية عموماً جدراناً حمّالة، بينما لا تأخذ التقسيمات أية أحمال بنيوية. في التشييد الحديث، أصبح المصطلحان تبادليين وتلاشى الفارق بينهما. ومع أنه ليس غريباً أن تعمل الجدران والتقسيمات الداخلية في المساكن بوصفها جدراناً حمّالة، دعم أرضيات الطوابق العلوية مثلاً، فإن الوظيفة الرئيسية للتقسيمات غير الحمّالة هي التقسيم الجزئي للمساحة ضمن المبنى. هذه هي الوظيفة الرئيسية لكل التقسيمات في كافة أنواع المباني، مع ملاحظة اختلاف طبيعة التقسيمات في المساكن عن تلك

المستخدمة في صيَغ المباني التجارية والصناعية. إذ إن درجة المرونة المطلوبة في هذه الأنواع من المباني غير السكنية تتطلَّب عادة تبنّي صيغ تقسيمات يمكن نقلها بسهولة. يصطلح على تسمية هذه الصيّغ **التقسيمات التي يمكن نزعها**، وقد طُوِّرت في السنوات الأخيرة صيغٌ متعددة.

تستخدم **التقسيمات التي يمكن نزعها** غالباً في المباني التجارية. وهي قابلة للنزع من حيث إنها ذات صيَغة تشييد تسمح بفكِّها وإعادة نصبها، بسهولة، في مواضع مختلفة وبتركيبات مختلفة أيضاً.

يتعامل ما بقي من هذا المقطع مع المبادئ العامة لوظائف التقسيمات، الانتقاء والصيَغ، مع تركيز خاص على البدائل المنزلية.

يمكن تناول دراسة الفواصل بالرجوع إلى صيغتي تشييد منفصلتين لوحدة تقسيم الفراغ: الصيغ الحمّالة والصيغ غير الحمّالة (الشكل 1.9).



الشكل 1.9 التقسيمات الحمالة والتقسيمات غير الحمالة

بالإضافة إلى تقسيم المساحة، تحمل الصيغ الحمّالة بعض الأحمال من المبنى. في معظم الحالات، يكون حمل الأحمال هذا وظيفتها الرئيسية، ويكون تقسيم المساحة مسألة ثانوية.

إن استخدام التقسيمات غير الحمالة التي لا تحمل أحمالاً بنيوية غير وزنها الذاتي مُنتشرٌ في مساحات الطابق العلوي من المسكن.

تخضع التقسيمات، كما هو الحال في أي عنصر من المبنى، لمجموعة من متطلبات الأداء يجب تحقيقها بدرجات مختلفة ليؤدي العنصر وظيفته المطلوبة على أكمل وجه. ولهذه المتطلبات مستويات مختلفة من الأهمية تبعاً لنوع المبنى وللحالات المختلفة. عموماً، يمكن اعتبار متطلبات الأداء كما يلي:

تقسيم الفراغ

تُستخدم الفواصل بشكل رئيسي لهدف تقسيم المساحات جزئياً ضمن المباني. ينتج من ذلك إحداث غُرَف أو مساحات في المساكن تُلبّي حاجات المستخدم. أمّا في حالات المباني غير السكنية، فتُستخدم التقسيمات لتوفير أماكن ذات خصوصية، أو لتوفير قسم مرئي، أو ببساطة لتحديد مساحات مخصصة لنشاط أفراد أو لوظائف عملياتية. وليس من الضروري لتحقيق ذلك أن تمتدَّ التقسيمات لغاية سقف الغرفة. ثمة صيغ تستخدم في المكاتب وفي حالات مشابهة توافر فصلاً جزئياً بين المساحات. ليس بالضرورة أن تكون هذه الصيغ تقسيمات. في الحالات المنزلية يعتبر الفصل الكامل للمساحات مطلباً رئيسياً للتقسيمات وللجدران الداخلية.

الديمومة

يجب أن تكون التقسيمات الداخلية قادرة على تقديم مستويات مناسبة من الديمومة لضمان بقاء أدائها على نحو ملائم طيلة مدة حياتها المتوقَّعة. في الحالات المنزلية، تفرض طبيعة استخدام الغرف متطلبات خاصة على التقسيمات. من المحتمل أن يُطلب منها مقاومة أحمال من مصادر متنوعة. ومن ثمَّ يجب أن يكون اختيار المواد وصيغة التشييد على نحو مناسب

لضمان توفُّر مستويات متانة ملائمة لفترة حياة المبنى.

تُعتبر قدرة التقسيمات على مواجهة تأثيرات الحريق إحدى أهم خصائص تشييد التقسيمات التي تؤثر في مستوى الديمومة. إن درجة **مقاومة الحريق** التي تُبديها التقسيمات لها أيضاً تأثير كبير في المستوى العام لأمن الحريق الذي يحققه المبنى. يجب الإبقاء على ممرات النجاة للسماح للناس بالخروج من المبنى في حال حدوث حريق، كما يجب أن يكون للجدران وللتقسيمات الداخلية، بوصفها حيزاً لتلك الممرات، أداء ملائم في حال حدوث حريق.

تعتمد قدرة التقسيمات على مقاومة الحريق على قدرة الوحدة على المحافظة على **عزلها**، و**سلامتها**، و**استقرارها** لفترة محددة من الزمن (الجدول 1.9). في حالة التقسيمات أو جدران الفصل داخل وبين المساكن، من المستبعد أن يزيد مستوى مقاومة الحريق المطلوب عن 30 دقيقة أو 60 دقيقة. ولكن في الحالات غير السكنية، يُطلب مستويات مقاومة أعلى.

إن مُعدَّل انتشار اللهب على سطح جدار الفصل يُمثِّل عاملاً مهماً آخر في التحكم بالحريق. يُطلب من التقسيمات، اعتماداً على استخدام المبنى وعلى نوعه، أن تُحقق تصنيفاً بين 0، عندما يكون انتشار اللهب ممنوعاً كلياً، و4، عندما لا يمكن كبح انتشار اللهب. يُحدد المعيار البريطاني BS **476** التصنيفات بين 1 و4. ومع أن التصنيف 0 غير معرَّف ضمن هذا المعيار، فقد أشير إليه في قوانين البناء، ويُعتبر أنه يوافر تحكُّماً أكثر صرامة من التصنيف 1.

تُعرَّف **مقاومة التقسيمات للحريق** بالرجوع إلى ثلاثة معايير حددت ضمن المعيار البريطاني BS 476 كالتالي:

الاستقرار: القدرة على مقاومة الحريق من دون انهيار

السلامة: القدرة على مقاومة تغلغل الحريق بما في ذلك الدخان

العزل: القدرة على مقاومة انتشار أو تغلغل الحرارة المفرطة التي قد تسمح بانتشار الحريق بالإشعاع أو بالنقل.

الجدول 1.9 مقاومة التقسيمات للحريق

	الصيغة	30 دقيقة	60 دقيقة
1	مبنية: آجر أو بلوك خرساني	سماكة 90 مم	سماكة 90 مم
2	جدران خشبية مع تغليف بألواح جصيّة	تصفيح بسماكة 12,5 مم على جانبي الخشبة	طبقتا تصفيح بسماكة 12,5 مم على جانبي الخشبات أو طبقة واحدة من تصفيح مقاوم للحريق على جانبي الخشبات
3	صفائح ألواح جصية صلبة/ طبقات	طبقتا تصفيح بسماكة 19 مم ملصقة مع بعضها	تصفيح بسماكة 19 مم مع طبقة تصفيح بسماكة 12,5 مم ملصقة مع بعضها لكل وجه

العزل الصوتي

يتطلَّب تقسيم المساحة في بعض الحالات توفير عزل صوتي بين المناطق المتجاورة. وتتجلى هذه الحالة بشكل خاص في الأماكن التي تفصل فيها الجدران الداخلية مساكن متجاورة. وضعت قوانين البناء لمثل هذه الحالات معايير دنيا مقبولة **لانتقال الصوت في الهواء وانتقال الصوت الطَرْقي**. إضافة لذلك، من المُفضَّل توفير حد أدنى من العزل الصوتي بين الغرف ذات الاستخدامات المختلفة ضمن المسكن الواحد، مع العلم أن هذا الأمر لا يخضع لمتطلبات محددة في قوانين البناء. يجب اعتبار منع مرور الضجيج ضمن طيف من الترددات. يقع هذا الطيف في المساكن عموماً ضمن المجال 100–3150 هرتز. يجري قياس مستويات الضجيج أحياناً باعتماد وحدة القياس الديسيبل الصوتي (dBA)؛ أي المعيار ضمن مجال ترددي مُرشَّح ليطابق تقريباً مجال التردد السمعي عند البشر. قد تُعزل بعض صيغ الفصل جيداً عند تردد مُحدد، بينما يكون أداؤها ضعيفاً عبر كامل المجال الترددي.

إن طريقة تفاعل التقسيمات الداخلية مع العناصر البنيوية المحيطة بها مهم في تحقيق عزل صوتي فاعل. فأية ثقوب في التقسيمات سوف تسمح بمرور الصوت، وهنالك احتمال لمرور الصوت حول التقسيمات إذا كانت

الأطراف تسمح بذلك أو إذا لم يُعالج دخول الخدمات إلى المبنى بشكل مناسب.

امتصاص الصوت

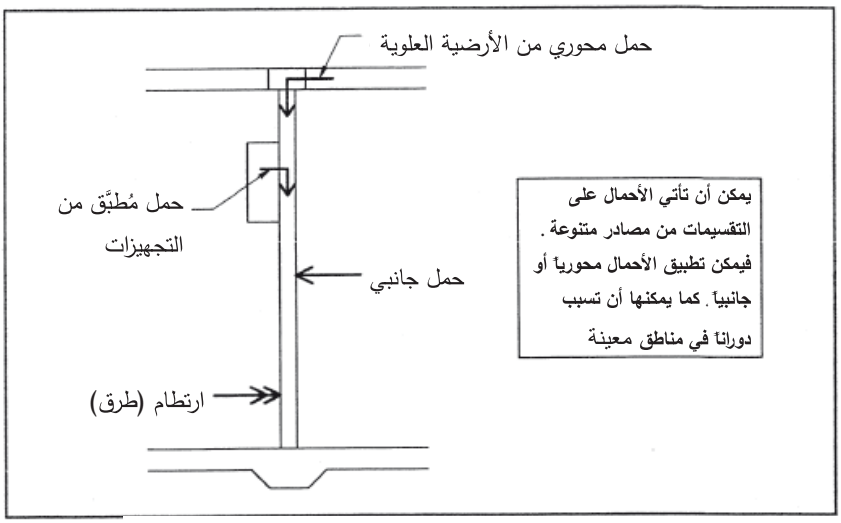
في بعض البيئات تُعتبر جودة الفراغ الصوتية مهمة جداً. ومن ثمَّ يجب أخذ مستوى الصوت الذي ينعكس داخل الفراغ بعين الاعتبار. عموماً، تعكس السطوح الصلبة الصوت بسهولة، مما يُنتج بيئة أكثر ضجيجاً. بالمقابل، لا تعكس السطوح الطريّة أو السطوح ذات الإنهاءات الخشنة الصوتَ بذات الكفاءة، مما يعطي بيئة أكثر هدوءاً. لذلك فإن طبيعة إنهاء السطح والمواد التي صُنعت منها الوحدة تُشكِّل عوامل مهمة في هذه المسألة.

القوة والاستقرار البنيوي

لا تُحمَّل التقسيمات ضمن المساكن أحمالاً ثقيلة، إذ إنها عادة لا تحمل الأحمال من نسيج المبنى الرئيسي. تدعم التقسيمات في الطابق الأرضي للمسكن بنيةَ الطابق العُلوي، وفي المباني القديمة، كانت التقسيمات في الطابق العُلوي تدعم عوارض السقف الداخلي. في التشييد الأكثر حداثة، الذي يستخدم صيَغ السقف الجمالوني، لم تعد ثمة حاجة لأن تدعمَ التقسيمات عوارض السقف. وسواء في بيئة سكنية أو ضمن مبانٍ صناعية أو تجارية، يمكن أن تتعرض التقسيمات لصيغ ومستويات متنوعة من التحميل، وعليها أن تكون قادرةً على مقاومتها. إن صيغ التحميل المطلوب دراستها هي (الشكل 2.9):

- **التحميل المحوري**، مثل التحميل الناتج من تطبيق أحمال من عناصر السقف والأرضية فوق جدار التقسيم.
- **التحميل الجانبي**، مثل المُطبَّق من التجهيزات المُستندة إلى جدار الفصل، أو في الحالات حيث يمكن أن يستند فيها الناس إلى جدار الفصل.

- **التحميل الطَرْقي**، الناجم عن الأجسام التي تصطدم أو ترتطم بجدار الفصل.
- **التحميل المُطبَّق**، مثل التحميل الناجم عن وضع مُثبِّتات وتجهيزات على وجه جدار الفصل.



الشكل 2.9 الأحمال على التقسيمات

المظهر

يجب أن يتناسب مظهر التقسيمات، مع خيار الإنهاء الداخلي المُعتمد، ومع أية تأثيرات يمكن لهذا الخيار أن يحدثها في مسالة الصيانة وسهولة الرعاية خلال حياة العنصر. من المستبعد في المساكن أن يحتوي جدار الفصل على إنهاءات زُخرُفيّة مُطبَّقة مسبقاً. ومن الشائع تزويد جدار الفصل بطلاء للسطح من البياض الجبسي، أو استخدام ألواح خشبية بإنهاء جاف مع حشوة إنهاء تُطبَّق على الوصلات بين الألواح. وهذا يسمح بتطبيق زخارف من قبل مستخدم المبنى على امتداد حياة الجدار. لكن من الشائع في المباني التجارية تطبيق إنهاء زُخرُفي قبل إقامة الجدار الفاصل. ثمة صيغ تقسيم بديلة، بما فيها المُزججة واللوحية، تُستخدَم أيضاً بسبب نوعيتها

الجمالية. في العموم، فإن مستويات الإنهاء الأكثر رُقيّاً تكون أكثر كلفة من تلك الأقرب للطبيعية.

الخدمات

يمكن احتواء الخدمات ضمن التقسيمات بصيغة أنابيب وكابلات. ويمكن أن يَفرض نوع وموضع هذه الخدمات بعض القيود على استخدام المُثبِّتات وعلى موضع العناصر التي تمرّ عبر التقسيمات. من غير المُعتاد، ضمن المساكن، أن يُسمح بالوصول إلى الخدمات المطمورة بعد التشييد الأولي؛ ولكن في المباني الصناعية والتجارية، يجب توفير إمكانية النفاذ لأسباب تتعلَّق بالإصلاح وبالصيانة وبالتحسين.

على الرغم من أن المتطلبات الوظيفية للتقسيمات تبدو للوهلة الأولى مُعقَّدة، إلا أنه يمكن تحقيقها بسهولة عند تشييد المساكن باستخدام طيف من البدائل التصميمية البسيطة والاقتصادية. وهذا موّضَّح في المقطع التالي.

تكون الفواصل المنزلية عادة ذات صيغة بسيطة: فالصيَغ غير الحمّالة هي الأكثر انتشاراً في الطوابق العُلوية بينما تشيع الصيغ الحمّالة التي تدعم الطابق العُلوي في الطوابق الأرضية.

تمرين

- عرِّف الاستقرار والسلامة كما هي مطلوبة في المعيار البريطاني BS 476
- كيف يُقاس تخفيض الصوت وبأي وحدات قياس؟
- ادرس مخطط التقسيمات/ الجدران الداخلية في منزلك. هل يمكنك تحديد أي منها حمّالة وأي غير حمّالة؟
- ماهي مواصفات كل نوع؟
- ادرس الجدران الفاصلة في المناطق التالية: مطبخك والحمّام وغرفة المعيشة. ماهي العناصر المفتاحية المطلوبة في ما يخصُّ أداءها؟

2.9 خيارات الجدران والتقسيمات الداخلية في المساكن

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستصبح على دراية بالخيارات المتنوعة المُتاحة لتشييد التقسيمات ضمن المساكن.

- وتكون قادراً على التمييز بين الصيَغ الحمّالة والصيَغ غير الحمّالة.
- وستتطلع على الصيغ المسموحة لكل منها.
- وستفهم تبعات صيغة وموضع التقسيمات على العناصر المُجاورة، والخصائص المطلوبة التي يجب تبنّيها في الأرضيات لدعم التقسيمات.
- وسيصبح لديك تصور واضح لصيغة ولتسلسل تشييد كل من البدائل المُتاحة، ومن خلال عدة سيناريوهات، ستكون قادراً على اتخاذ القرارات السليمة للانتقاء.

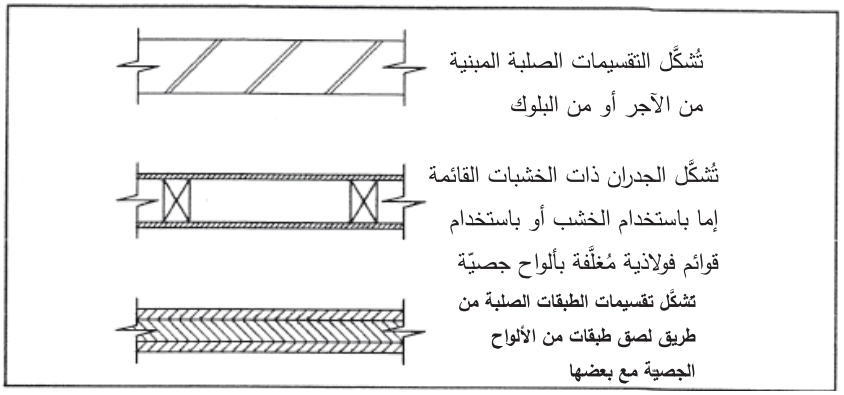
نظرة عامة

تُقسم التقسيمات الداخلية إلى عدة أنواع عامة، لكل منها مواصفاته ومزاياه وعيوبه في ما يخصّ متطلبات الأداء التي ذُكرت آنفاً. وهي غالباً تُدرج ضمن فئات عامة من الصيَغ الحمّالة والصيَغ غير الحمّالة. يُطلب من الصيَغ الحمّالة مقاومة أو نقل الأحمال المُطبَّقة من الأرضيات الوسطى، ومن بنية الأسقف، ومن عناصر مهمة أخرى. وبالمقابل، يُتوقَّع من الصيَغ غير الحمّالة أن تحمل وزنها الذاتي فقط وبعض الأحمال المعتدلة من الخزائن والرفوف وما شابه. فوظيفة الصيَغ غير الحمّالة هي ببساطة تقسيم المساحة. لكن يُتوقَّع من كلا الصيغتين تدبُّر الأحمال الناجمة عن التجهيزات واللوازم، مثل الخزائن والرفوف. إن مدى هذه الأحمال معتدل نسبياً مقارنةً بالأحمال الأكثر أهمية الناجمة عن الأرضيات والأسقف؛ ينعكس ذلك في صيغة التقسيمات المُنتقاة.

يُحدِّد المعيار البريطاني **BS 5234** أربع مراتب لجدار الفصل: خفيف الاحتمال ويستخدم في الحالات المنزلية، ومتوسط الاحتمال للمكاتب، وشديد الاحتمال للمساحات العامة، وبالغ الاحتمال للحالات الصناعية. ينحصر الخَيار ضمن المساكن ببدائل قليلة نسبياً. ويعود ذلك بشكل جزئي إلى متطلبات الأداء، لكنَّه مرتبط أيضاً بقضايا الكلفة والإلمام بالصيَغ التقليدية بين المُتعهدين والقاطنين.

صيَغ التشييد البديلة

كما ذُكر سابقاً، يمكن تصنيف صيغ التقسيمات المتنوعة بعدة طُرُق. إحدى طُرُق تعريف الأنواع هي اعتبار ما إذا كانت التقسيمات يمكن نزعها أو أنها دائمة. ثمة قاعدة أخرى للتمييز تتمثل في اعتبار ما إذا كانت حمّالة أم غير حمّالة. تُدرس التقسيمات ضمن هذا المقطع باعتبار صيغتها التشييدية وذلك للسهولة. ثمة بدائل كثيرة متاحة، لكن تمكن دراستها جميعاً ضمن فئات عامة تتعلَّق بمبادئ تشييدها. إن الصيَغ الرئيسية الموجودة عموماً في المساكن الحديثة تضمُّ بدائل صلبة ومُجوَّفة (الشكل 3.9).



الشكل 3.9 صيغ جدار الفصل

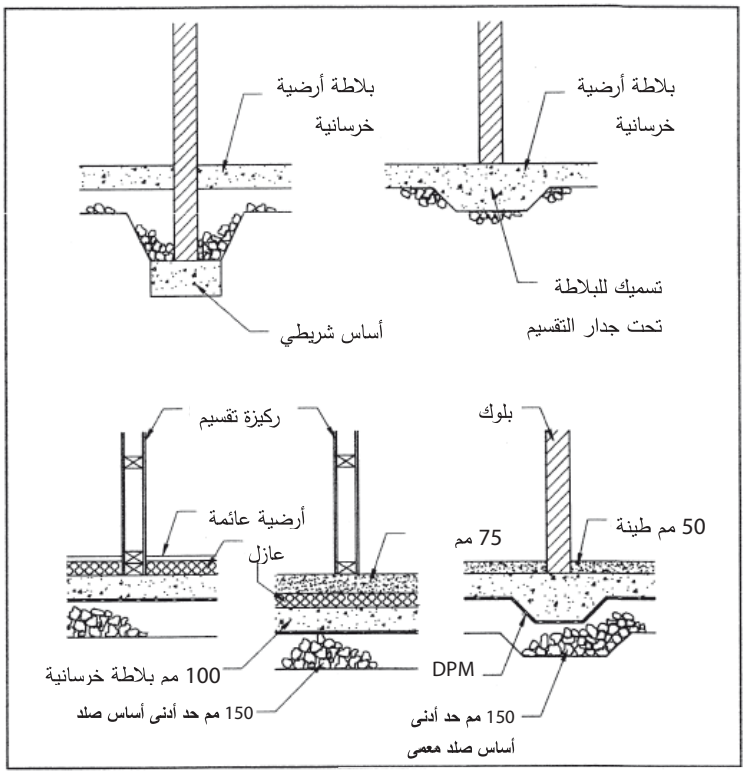
التقسيمات الصلبة

يُقصد بالمصطلح "صلبة" هنا، صيغة جدار الفصل الخالي من الفجوات في نسيجه. يُمكن تبنّي عدد من المواد والبدائل التصميمية، لكنَّ الأكثر استخداماً في تشييد المساكن هي الصيَغ المبنية وصيَغ الألواح المُنضَّدة.

التقسيمات المبنية

تنتشر صيَغ التقسيمات هذه في كافة أنواع المباني، وتُشيَّد نمطياً من البلوك الخرساني الخفيف أو من الآجر الشائع. يُعدُّ البلوك الخرساني أكثر مواد التشييد شيوعاً، ويكون عادة بسماكة 100 مم. إن استخدام الآجر للتقسيمات الداخلية مقبول تماماً من حيث الأداء الوظيفي، لكنه ليس حلاً اقتصادياً. فكلفة المواد

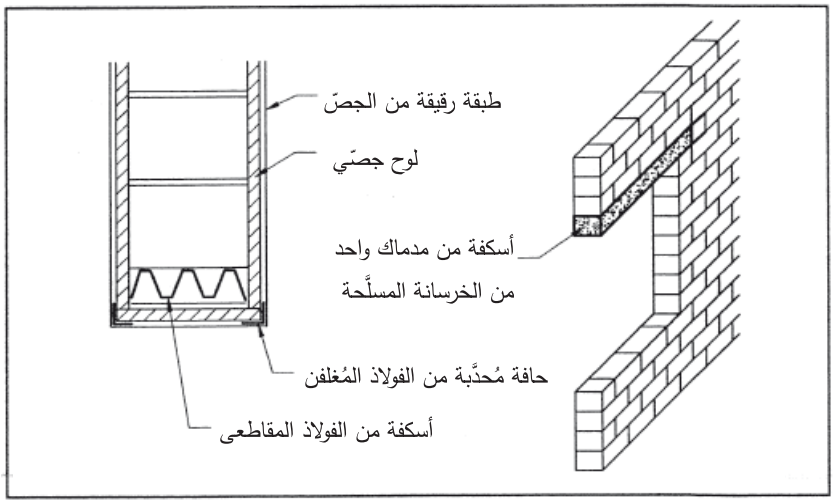
وكلفة اليد العاملة المتزايدة والناجمة عن استخدام وحدات صغيرة من الآجر بدلاً من البلوك الأكبر يجعله حلاً باهظ التكلفة. لزيادة قوة واستقرار جدار التقسيم إلى الحد الأعظمي، يُمدُّ البلوك برباط لتمديد العارضة الممتدة[1] (Stretcher Bond) كما هو موضَّح في الفصل السابع، ويدمج بالجدران الخارجية والجدران الفاصلة الداخلية الأخرى عند الدعامات. تكون هذه التقسيمات متينة بطبيعتها، لكنها تبدي مرونة محدودة في الاستخدام. كما إنها ثقيلة جداً مقارنة بالبدائل المُجوَّفة، وهي تحتاج أن تُشيَّد انطلاقاً من مقاطع سميكة في الأرضية، أو أن يكون لها أساسات مُخصَّصة لتدعم وزنها (الشكل 4.9).



الشكل 4.9 أساسات التقسيمات الداخلية

(1) طريقة لبناء الآجر على شكل طبقات (مدامك) حيث يُمدُّ الآجر بشكل طولي بحيث يظهر منه الجانب الرفيع، ويتقاطع مع آجر الطبقة التي تلي أو التي تسبق في منتصف المسافة بين قطع الآجر (المترجم).

عند تبنّي خيار الجدار الفاصل المبني الصلب نحصل على عدة مزايا متأصلة فيه، فهو متين ورخيص نسبياً، وسهل التشييد، وذو مرونة في صيَغهِ التصميمية والتشييدية (الشكل 5.9). إضافة إلى ذلك، تسمح صيغة التشييد الصلب بمجال كبير بتوفير التجهيزات واللوازم بعد التشييد، من دون الحاجة لاعتبار أية مزايا خاصة أو عناصر دعم إضافية. كما أنها ذات أداء جيد في ما يخصّ العزل الصوتي. في بعض الحالات، قد يُترك البلوك أو الآجر بـ "**وجه جميل**" لتوفير مظهر متين ذي منفعة. إن هذه المُقاربة نادرةٌ في تشييد المساكن، لكنها شائعةٌ في المباني العامة وفي المناطق التي لا تتطلَّب مستوى عالٍ من الجمالية.



الشكل 5.9 التقسيمات الصلبة (أساكف الفتحات)

إنهاء **الوجه الجميل** مصطلح يُطبَّق على الجدران غير المُعَدّة للطلي أو التجصيص، وتُنهى عادة ببلوك أو بآجر مُطيَّن بجودة عالية.

ثمة سلسلة من العيوب التي تجب ملاحظتها في ما يتعلَّق بالتشييد المبني. **أولاً** إن طبيعة تشييد التقسيمات المبنية تتطلب إدخال "**المهن الرطبة**" في عملية التشييد. وهذا يشكِّل قضية في ما يخصّ التسلسل

العملياتي وأمد التشييد، إذ إنها بطيئة النصب، وتحتاج إلى فترة للجفاف قبل تطبيق الأحمال. وهي أيضاً ليست مرنة نسبياً في الاستخدام بعد التشييد الأولي ولا يمكن تعديلها أو تغيير موضعها بسهولة. ثمة قضية ثانوية أخرى تتمثل في أنها توافر سعة محدودة لتوفير الخدمات. في الحالات المنزلية، تُثبَّت الخدمات مثل الكابلات الكهربائية إلى البلوك أو الآجر، وتُخفى بعد ذلك بتطبيق إنهاء للسطح. يكون إنهاء السطح عادة من البياض الجبسي.

المهن الرطبة هي تلك العمليات التي تتضمن استخدام مواد "رطبة"، مثل الإسمنت والملاط والجصّ والخرسانة.

بدأ استخدام البدائل "الجافة" يزداد باضطراد لإزالة الوقت الضائع اللازم لهذه المواد كي تجفَّ أو تتصلَّد، ما يسمح لعمليات لاحقة أن تبدأ مباشرة.

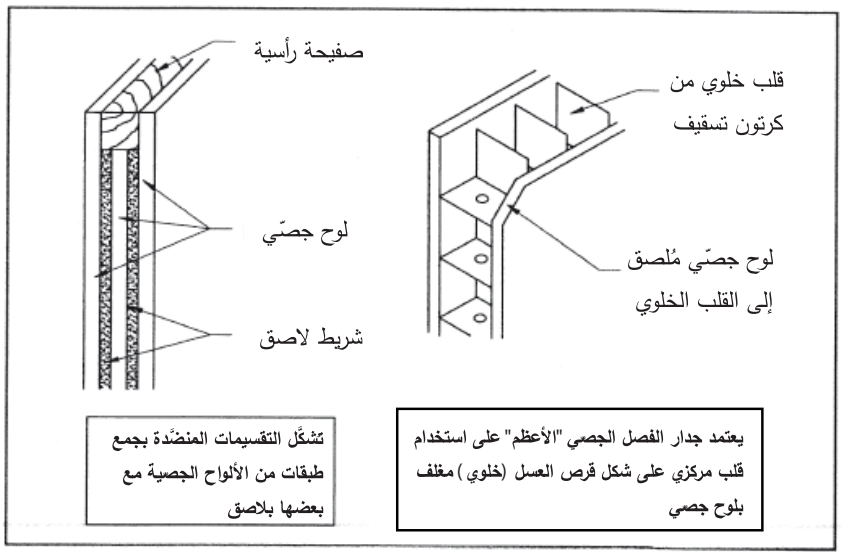
تمرين

- ما هما الفئتان اللتان يمكن تقسيم جدران الفصل الداخلية إليهما؟
- على ماذا يدل الصنف 0 والصنف 4 في ما يخص سطوح التقسيمات؟
- باعتبار مسكن نموذجي، أين يكون ضرورياً استخدام جدار فصل صلب؟ ولماذا؟

التقسيمات المُنضَّدة والمحشوّة

ثمة صيغة بديلة لجدار التقسيم الصلب هي الصيغة المُنضَّدة أو المحشوّة. وهناك عدد من الأنظمة المتوافرة للتقسيمات المنضَّدة، مثل "Gypro" (الشكل 6.9)، والتي تُشكَّل من طريق لصق طبقات من الألواح الجصّية لتُشكِّل لوحاً صلباً بالسماكة المطلوبة. واعتماداً على سماكة اللوح المجمَّع نحصل على مستويات مختلفة من مقاومة الحريق ومن العزل الصوتي. ولكن يجب أخذ الحيطة عند اعتبار تطبيق أحمال ثقيلة مثل الخزائن. ومع أنها تقنياً ليست صيغةً صلبة، تندرج صيغة التقسيمات الخلوية المحشوّة ضمن هذه الفئة. يُلصق لوحان جصّيان على جانبي قلب خلوي لإنتاج نظام تقسيمات يُمكن تجهيزه بسهولة على شكل ألواح بالسماكة المطلوبة. إلا أن مستويات عزل الصوت المطلوبة من المجلس الوطني لبناء

المنزل (NHBC)، بين غرف معيَّنة لا يمكن تحقيقها بسهولة باستخدام هذا النظام، لأن كثافة التشييد الكليّة لا تعطي كتلة كافية لمنع انتقال الصوت المُنتشر في الهواء. إن إحدى طُرق تحسين هذه الحالة هي توفير طبقات إضافية من التغليف بألواح جصّية على جانبي جدار الفصل. من جهة أخرى، فإن تضمين كتل تثبيت خشبية ضروري أيضاً لإحكام التجهيزات واللوازم الثقيلة، إذ إن الجدار الفاصل وحده ليس قوياً بما فيه الكفاية لدعم مثل تلك الأحمال من دون مساعدة بعض صيغ عناصر توزيع الأحمال.



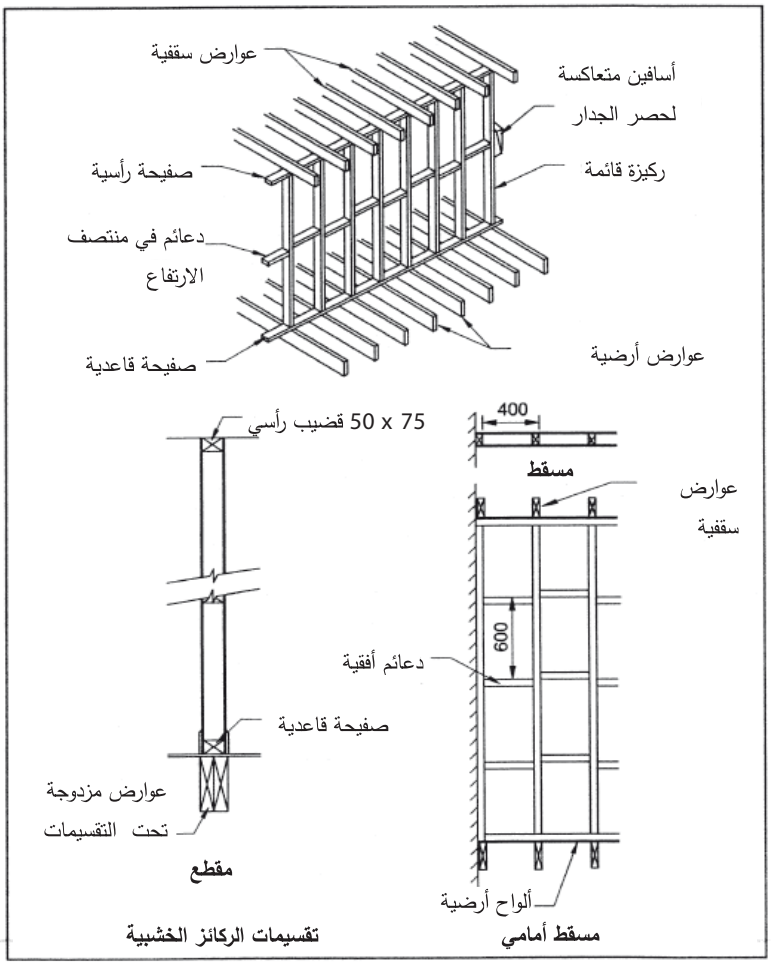
الشكل 6.9 الفواصل الداخلية

التقسيمات المُجوَّفة

تقسيمات الركائز والصفائح

تتكون هذه الصيغة من سلسلة من ركائز خشبية أو معدنية مُغلَّفة بمواد تصفيح، عادة ألواح جصّية (الشكل 7.9). وتتوافر منها أنظمة مسبقة الإنهاء، وهي لا تحتاج إلى زخرفة قبل نصبها. وهي توجد غالباً في المباني التجارية أكثر منها في المساكن. وهي تتألف في أبسط صيغة لها، كما نلاحظها في المنازل، من سلسلة عناصر عمودية من الخشب اللين، تُسمى الركائز،

متقاطعة مع قطع أفقية أو دعائم تفصل بينها لتوفير نقاط تربيط وتثبيت للألواح الجصّية. يُشكِّل هذا التجميع إطار العمل الأساسي أو الهيكل، يُغلَّف بعدها بألواح جصّية على جانبيه لتشكيل أساس جدار الفصل. بعد ذلك يمكن إضافة سطوح جدار الفصل وطلائها بطبقة رقيقة من الجصّ، أو بتطبيق شريط إلى وصلات الألواح الجصّية لإعطاء سطح ناعم للزخرفة.



الشكل 7.9 فاصل الركائز والصفائح

تتطلَّب عملية تجميع جدار فاصل بسيط، مكوَّن من ركائز خشبية، إدخال حِرَف بناء متعددة. يُنصَب الإطار الخشبي من قبل نجّار، ويُعتبر أول عملية تثبيت في النجارة. تجري بعدها عملية إرساء الكابلات الكهربائية وأية أعمال سمكرية لأنابيب توزيع المياه ضمن الجدار الفاصل. وتُعتبر هذه أول عملية تثبيت كهربائية وسمكرية. تُتبع هذه العمليات الأولية بعملية تغليف وطلاء للفاصل يجريها المُبيِّض أو الجصّاص. وتنجز العملية بعد ذلك بتنفيذ العتبات والأُزُر واللوازم الكهربائية والسمكرية كجزء من عمليات التثبيت الثانية لهذه الحِرَف. من الواضح أن تسلسل هذه العمليات حاسم للوصول إلى عملية سَلِسة في إجراءات البناء. وأي تأخير في إنجاز هذه العمليات سيؤثِّر كثيراً على سرعة تقدُّم العمل الكلي.

تتكون البدائل الأكثر حداثة من ركائز من الفولاذ المُغلفَن مغلَّفة بألواح مسبقة الإنهاء بدلاً من الألواح الجصّية. مزايا هذه الصيَغ في أنها سهلة التشييد، وموادها متاحة بسهولة، وهي رخيصة، كما أنها مرنة في التصميم.

أما عيوبها، فهي أنها قد تكون بطيئة في البناء بسبب طبيعة اليد العاملة المُركَّزة المطلوبة لتصنيعها، إضافة إلى حقيقة أنها تُشيَّد من مقاطع مواد يجب أن تُقطَّع بالقياس المطلوب من مقاطع كبيرة، مما يسبب هدراً كبيراً في المواد. وهي أيضاً غير مرنة إلى حدٍّ ما في الاستخدام، إذ إنها حالما تُقام يصبح من الصعب تفكيكها وإعادة تجميعها.

يعتمد التشييد الحديث على توفير طيف واسع من عناصر مسبقة التصنيع مثل النوافذ، وعناصر مُصنَّعة مثل الألواح الجصّية. يمكن جعل عملية تجميع العناصر فاعلة بتبنّي مقاربة نسقية. يُشاهد مثال على ذلك عند تجهيز الألواح الجصّية. تُصنَّع هذه الألواح بأبعاد من مضاعفات القياس 600 مم. يُقلِّل استخدام مسافة فاصلة بين الجوائز والركائز مقدارها 600 مم الحاجة لقص الألواح الجصّية مما يُقلِّل الهَدْر.

تمرين

- ما هو الاسم الذي يطلق على التقسيمات التي يتشكَّل قوامها بشكل رئيسي من طبقات من الألواح الجصّية.
- أين يمكن أن تجد قطع الدعامات وما هي وظيفتها.

دراسة مقارنة : التقسيمات الداخلية

الخيار	المزايا	العيوب	متى تُستخدَم
صلبة: مبنية	- صلبة مع سعة تحمُّل جيدة - تقنية بسيطة ومألوفة - توافر قاعدة جيدة للتجهيزات واللوازم - يمكن تركها من دون طلاء في بعض البيئات - مقاومة حريق مُتأصِّلة	- ثقيلة - بطيئة النصب - تعتمد على "المهن الرطبة" - غير مرنة في الاستخدام/ صعوبة في التعديل بعد التشييد	- تقسيمات الطوابق الأرضية التي تحمل أحمال الطابق العلوي - في المناطق ذات الاستخدام الكثيف أو المحتمل تعرضها للتلف - في المناطق التي تتطلب عزلاً صوتياً جيداً - عند إنشاء حيِّز للحريق
صلبة: مُنضَّدة/ محشوّة	- مقاومة جيدة للحريق - تقنية بسيطة وسهولة في النصب - سريعة - إرساء جاف	- تحتاج لطلب مُسبق - مكونات ثقيلة وليست في متناول اليد	- تُستخدم غالباً للإسراع في عملية البناء - في مواقع الطابق الأرضي والطابق العُلوي - تستخدم في الأماكن التي يُرغب فيها بعملية تشييد جافة
مُجوَّفة: ركائز وصفائح	- تقنية بسيطة ومألوفة - رخيصة - يمكن أن تكون عملية جافة	- تحتاج التجهيزات الثقيلة إلى عناصر داعمة - غير مرنة في الاستخدام/ صعوبة في التعديل بعد التشييد	- واسعة الانتشار في بناء المنازل لحالات الجدران غير الحمّالة

الفصل العاشر

السقف: الهيكل والأغطية

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- وصف الأداء الوظيفي الذي توفِّره الأسقُف
- إدراك أنه عندما نتعامل مع الأسقف نميل إلى تقسيم التفاصيل التشييدية إلى بنية السقف وأغطية السقف
- وصف الطرائق الأساسية المختلفة لتشكيل هيكل السقف المائل والسقف المستوي
- وصف الصيَغ المختلفة لأغطية السقف المُتاحة للأسقف المائلة والمستوية
- وصف الطرائق المختلفة المستخدمة لجمع مياه الأمطار من الأسقف
- فهم المشاكل التي تنتج من التكاثُف، وإدراك الحاجة إلى مستويات جيدة من العزل الحراري ومن التهوية

يحوي هذا الفصل على المقاطع التالية:

1.10 وظائف الأسقف ومعايير الانتقاء
2.10 صيَغ السقف المائل
3.10 أغطية السقف المائل
4.10 صيَغ السقف المستوي
5.10 أغطية السقف المستوي
6.10 مَصرف السقف ومداخن السقف
7.10 العزل الحراري ومنع التكاثف

نقطة معلومات:

- **الوثيقة** A المُعتمدة من قوانين البناء، البنية، الملحق A
- BS 402: مواصفات قرميد التسقيف الصلصالي ولوازمه
- BS EN 490: قرميد التسقيف الخرساني ولوازمه، مواصفات المنتج
- BS 680: مواصفات أردواز التسقيف
- BS 747: مواصفات لبّاد التسقيف
- BS EN 1304: قرميد التسقيف الصلصالي للفَرْش غير المتَّصل
- BS 5268: الاستخدام البنيوي للخشب. دليل الممارسة للأسقف ذات العوارض المائلة الجمالونية
- BS 5534: دليل الممارسة للتسقيف بالأردواز وبالقرميد
- BS 6399: الجزء 3: تحميل المباني. دليل الممارسة للأحمال السقفية المفروضة

1.10 وظائف الأسقف ومعايير الانتقاء

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على فهم الأداء الوظيفي الذي يوّفره عنصر السقف.
- وستفهم كيفية نشوء قوى الشدّ والضغط في السقف.
- وستدرك نوعيات عزل السقف.

نظرة عامة

تتضمَّن معايير الأداء الوظيفي للعناصر الخارجية الرئيسية للمبنى بشكل نموذجي:

- القوة
- مقاومة العوامل الجوية
- الديمومة
- العزل
- الجمالية

القوة

تُبنى المنازل عموماً متضمِّنة بنى هيكلية لجدران خارجية حمّالة بحيث تحمل الورقة الداخلية للجدار الخارجي ذي الفجوة (أو ذي الإطار الخشبي/ الفولاذي) الأحمال من السقف ومن الطابق العلوي. تُنقل أحمال السقف عبر الورقة الداخلية أو الإطار من نقطة وصل السقف مع الجدار. ويعتبر هذا الوصل مفتاح الأداء المُرضي لمجموعة سقف/ جدار. يجب تذكُّر أنه عند التعاطي مع الأسقف، فإنَّ الإجراء الطبيعي هو تقسيم العنصر إلى جزأين: الهيكل والغلاف. وكلاهما يتطلَّب القوة، وسنبحث كلاًّ بدوره.

إن استخدام الخشب لهيكل السقف واسع الانتشار، وتعتمد قوة الهيكل الخشبي للسقف على قوة المادة - نوع الخشب، وعلى عدد السمات الطبيعية التي مثل العُقَد، وعلى الأبعاد (خاصة بالنسبة إلى الامتدادات [المجازات] غير المدعَّمة). صُنِّف الخشب في الجزء A من الوثيقة A المُعتمَدة من قوانين البناء، المقطع 1B الجدول 1، بما يتَّفق مع المعيار البريطاني BS 4978 .

يبين الجدول 2 من الوثيقة المذكورة أعلاه أيضاً، العلاقة بين القوة المطلوبة وميل السقف.

إن الطريقة التي تُنظَّم فيها هذه الخشبات، بعد ذلك، لتحمل الحمل فوق المجاز المطلوب، تُمثِّل قضية أخرى عند بحث القوة. ستَبحث المقاطع التالية في مخططات تصميم السقف المتنوعة.

تُصمَّم معظم عناصر التشييد لتقاوم قوتين رئيسيَّتين: الضغط (قوى السحق) والشد (قوى المطّ). وبصرف النظر إن كان هيكل السقف تقليدياً أم يستخدم روافد جمالونية جاهزة، يجب ضمان امتصاص كلتا القوتين. إن على القوة المميزة الناجمة عن تصميم السقف أن تحمل إضافة إلى الأحمال التثاقلية للخشب وللسقف الذي يغطي المجاز، الأحمالَ الحيَّة (المتغيرة) التي تنجم عن فعل الرياح، والمطر، والثلج. (انظر المعيار البريطاني BS 6399 والملخَّص 346 الصادر عن مؤسسة بحوث البناء BRE).

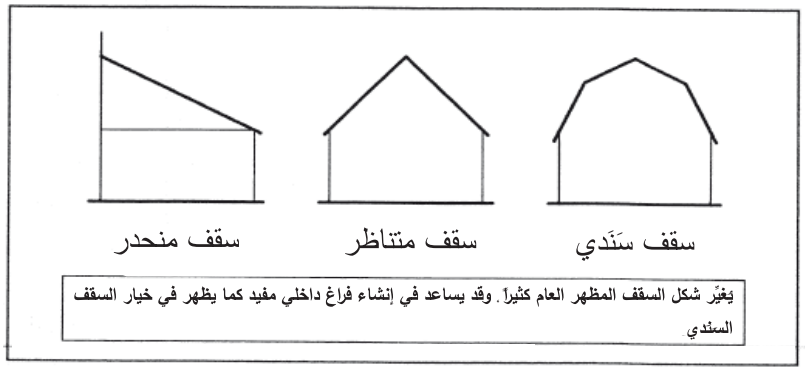
مقاومة العوامل الجوية

لطالما كانت مقاومة العوامل الجوية هي الوظيفة الرئيسية للسقف، وعلى مرِّ السنين برزت طرق تغطية كثيرة لتحقق هذه الوظيفة: مثل قشّ القصب، والألواح الخشبية، والأردواز، والقرميد.

وبما أن هذه الوظيفة أساسية جداً، فقد بيَّن الجزء C المادة C4 من قوانين البناء الحاجة لمنع دخول الرطوبة إلى داخل المبنى. ثمة خصائص متعددة صُمِّمت خصّيصاً لمقاومة مرور الرطوبة، وسنبحث في كل واحدة منها عند استعراض التفصيلات التشييدية ذات العلاقة.

يُعتبر مَيل أو انحدار السقف قضية مفتاحية في مقاومة دخول العوامل الجوية.

يبين الشكل 1.10 بعض تصاميم السقف النموذجية التي تطوَّرت عبر السنين. عند استخدام الأردواز أو القرميد في تغطية السقف يصبح لميل أو لانحدار السقف أهمية خاصة، فكلما كان القرميد مُسطَّحاً كلما زادت إمكانية دخول المطر تحت الغطاء بفعل قوة الرياح: انظر الشكل 2.10.

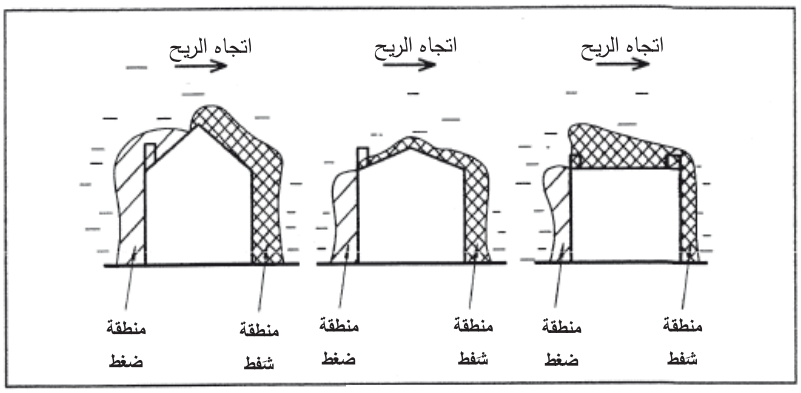


الشكل 1.10 تصاميم السقف

وكما ستُدرك لاحقاً، فثمة خط دفاع مساعد لمنع دخول مثل هذا المطر، يتمثَّل بطبقة من اللبّاد تُمدُّ فوق هيكل السقف وتحت الغطاء. فإذا ما وصل المطر إليها سيُحمَل إلى مزراب تصريف ماء المطر حيث تنتهي **طبقة اللباد** عند مستوى المزراب. إن لشَكل السقف أهمية في ما يخص نمط

الضغط الموجب والضغط السالب الناجمين عن فعل الرياح. يسبب الضغط السالب أو الشفط الذي يؤثِّر في السقف، في حال الرياح القوية، ضرراً أكبر مما يُسبِّبه الضغط الموجب. من جهة ثانية يتأثر مدى الضغطين بشكل دراماتيكي بانحدار السقف (الميل).

طبقة اللباد هي مادة كتيمة تُمدُّ تحت قطع الأردواز أو القرميد لتزويد السقف بطبقة دفاع مساعدة ضد العوامل الجوية.



الشكل 2.10 فعل الرياح وشكل السقف

الديمومة

ارتبطت ديمومة غطاء السقف بمقاومته للمطر ولفعل الرياح. إلا أن التلوث الجوي هذه الأيام أصبح عاملاً في المعادلة. إن ثاني أكسيد الكبريت الموجود في الجو، وهو مصدر حمض الكبريت الضعيف والمطر الحمضي- هو فقط أحد الملوثات المحمولة في الهواء والتي تجب مقاومتها.

ترتبط ديمومة هيكل السقف الخشبي بقوته بعدة طرق، كما ترتبط بالقياس المقطعي للخشبات التي استخدمت أصلاً في تشكيل السقف. إن على الهيكل أن يقاوم الأحمال التثاقلية والأحمال الحية على كامل المجاز بين الجدران الداعمة. قد يكون لتشكُّل العفن ولهجوم بعض الحشرات

أحياناً أثرٌ ملحوظ على مستقبل السقف في المدى البعيد (انظر ملخصات مؤسسة بحوث البناء رقم 299 ورقم 345 لما يتعلَّق بالعفن الفطري، ورقم 351 ورقم 357 لما يتعلَّق بهجوم الحشرات).

إن معظم هياكل الأسقف المنزلية الخشبية هي من الخشب اللين، وتعالج هذه المادة حالياً بمواد حافظة لمقاومة التلَف على مدى حياة المبنى.

العزل

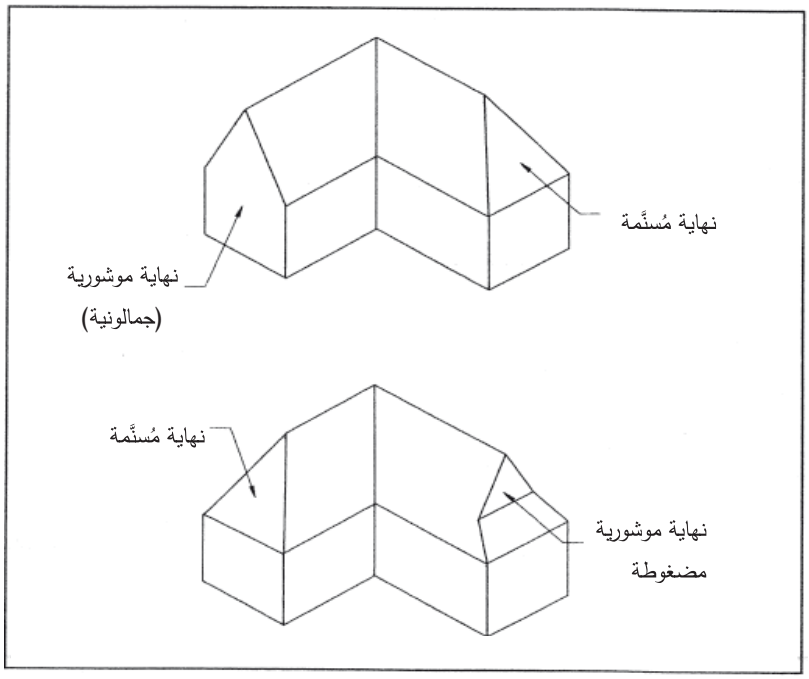
إذا تفحَّصنا نمط ضياع الحرارة من المنازل يمكننا أن نرى أن للسقف أهمية أساسية في المقاومة الحرارية. بما أن الهواء الدافئ يصعد إلى الأعلى بشكل طبيعي، فإن من المرجَّح أن يحصل ضياع الحرارة عبر السقف، وتعكس قوانين البناء الحالية هذه الحقيقة في الجزء L وفي الوثيقة L المعتمدة فيها، التي تفرض أعلى سوية من العزل على عنصر السقف. إن قيمة معامل النقل الحراري U للسقف هي 0.25 واط/ م^2 كلفن (ربع واط من كل متر مربع من السقف عند وجود فرق درجة حرارة واحدة بين داخل وخارج السقف). ويمكن مقارنة هذا المطلب مع قيمة U المحددة حالياً للجدار أي 0.45 واط/ م^2 كلفن (مما يسمح تقريباً بضعف ضياع الحرارة المُحدَّد للسقف، أو نصف واط من كل متر مربَّع من الجدار لكل فرق درجة حرارة واحدة بين الداخل والخارج). يمكن تحقيق القيمة المطلوبة (0.25 واط) بوضع غطاء عازل بسماكة 200 مم بين عوارض السقف الداخلي وهيكل السقف.

ثمة مقترحات يجري تداولها حالياً لجعل معايير العزل أكثر صرامة في القريب العاجل.

إن العزل لا يعني العزل الحراري فقط بل العزل ضد دخول الصوت أيضاً. تُقاس مستويات الصوت بوحدات الديسيبل الصوتي (dBA)، ويمكن للسقف أن يكون فاعلاً في تخفيض مستويات الصوت لخلق جوٍّ داخلي مقبول. إلا أن مولِّدات الضجيج العالي، مثل الطائرات، تبقى مصدراً للمشاكل إذا كانت المباني واقعة ضمن ممر الطائرات من وإلى المطار، أو إذا كانت قريبة من طريق نقل رئيسي مثل الطريق السريع.

الجمالية

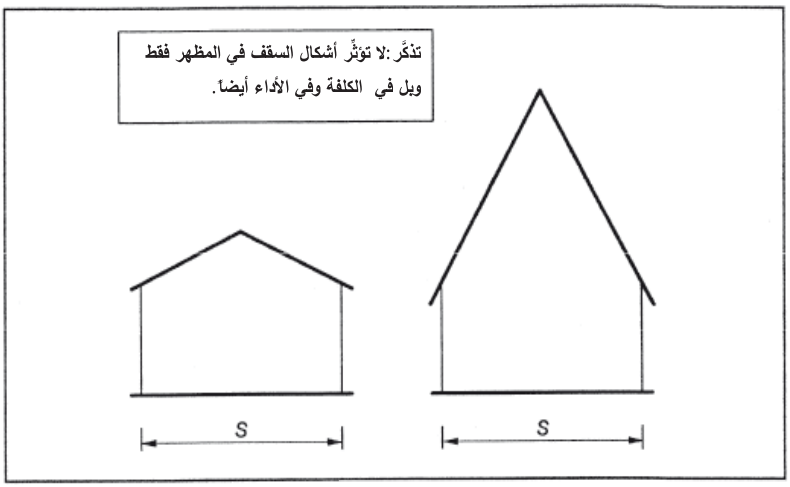
يَحكم مخططُ جدران المنزل شكلَ السقف الذي تدعمه، وتلك الجدران لها تأثير رئيسي في المظهر العام النهائي للمبنى. إن لاستخدام النهايات المُسنَّمة على سبيل المثال، تأثير واضح في المظهر، كما يبينه الشكل 3.10.



الشكل 3.10 تغيَّر المظهر عبر شكل السقف

كما إن لميل أو لانحدار السقف أثر على الجمالية.

ثمة آثارٌ مرئية مختلفة تنتج من استخدام أغطية سطح مختلفة بألوانها، ونسيجها، وشكلها (الشكل 4.10)، ومقاسها، ونمط مدِّها.



الشكل 4.10 أشكال السقف فوق ذات المدى

كلَّما كان مخطط توزع جدران المبنى أكثر تعقيداً، كان حل هيكل السقف أكثر تعقيداً. توجد الحلول السهلة حيث يوجد جداران موشوريان ورافدة جمالونية تصل بينهما (الشكل 11.10). عندما لا يكون شكل المبنى مستطيلاً، يتغيَّر شكل السقف تبعاً لذلك، ويصبح تبني حلول مثل الحلَّين المبينين في الشكل 3.10 [نهايتين مُسنَّمتين، أو نهاية مُسنَّمة ونهاية موشورية] أمراً شائعاً.

يجب أن نتذكَّر أنه كلّما كان الشكل مُعقَّداً، كان الحل أكثر كلفة.

تمرين

- لماذا يحظى السقف باهتمام خاص لما يتعلَّق بالعزل الحراري؟ كيف تمكن مقارنة عزل السقف مع قيمة العزل المطلوبة من الجدران الخارجية؟
- ما هي إحدى أكبر تأثيرات تصميم السقف في الجمالية الكلية للمبنى؟
- في المنطقة التي تسكن فيها، حاول أن تتعرَّف على طيف من أشكال وانحدارات الأسقف. هل يمكنك تمييز توجه معيَّن في الشكل وفي الغطاء؟ ما هو الفرق بين أغطية الأسقف المستوية مقارنة مع الأسقف المنحدرة؟

2.10 صيَغ السقف المائل

مقدمة

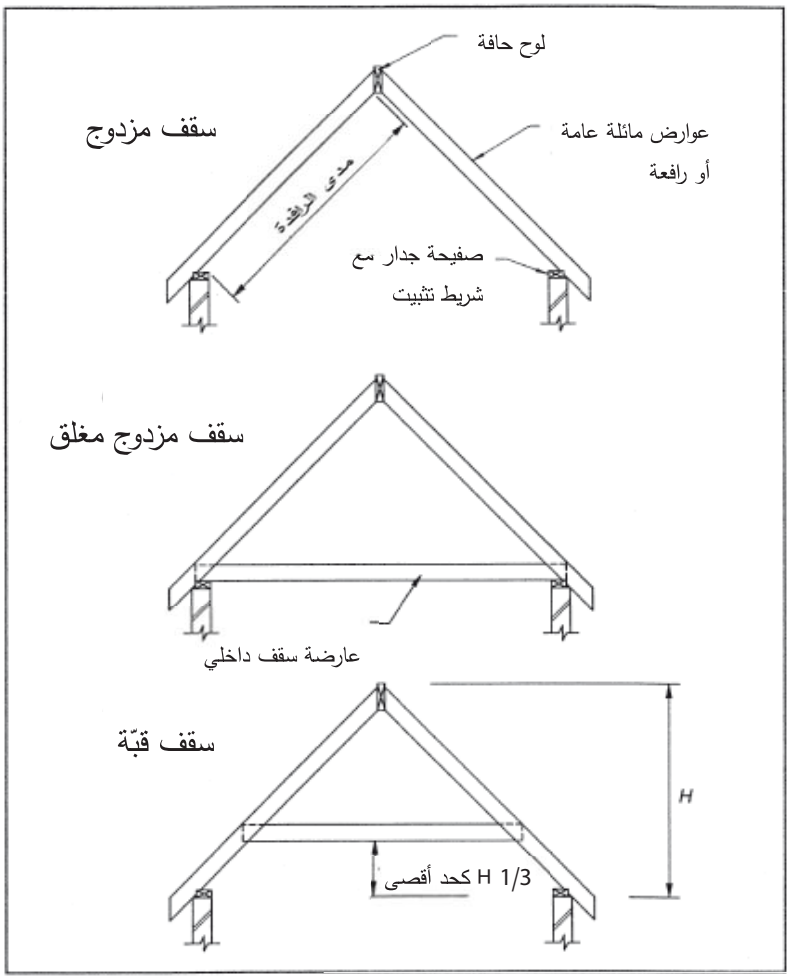
- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على توصيف الفرق بين البنية الهيكلية لأسقف العوارض الأفقية والعوارض المائلة ولسقف الرافدة الجمالوني الحديث.
- وستغدو مطَّلعاً على مصطلحات السقف.
- وستُدرك الرابط بين تصميم الجدار المائل والمجاز بين الجدران الداعمة.
- وستطَّلع على التفصيلات الخاصة اللازمة لضمان استقرار السقف.

نظرة عامة

يعتبر المجاز بين الجدران الداعمة مكوناً مفتاحياً في تصميم البنية الهيكلية للسقف. يتَّضح ذلك من خلال دراسة تطور تصاميم السقف المائل التقليدي: تصاميم لتشييد السقف انطلاقاً من قطع خشب مستقلة غير مصنَّعة (الشكل 5.10).

من أجل مجازات قصيرة بين الجدران الداعمة، كما في حالة المرآب، يُجمع زوج من العوارض المائلة عند ذروة السقف باستخدام لوح صلب. هذه التفصيلة المعروفة باسم "السقف المزدوج"، بطبيعتها ضعيفة بنيوياً، إذ يميل السقف إلى التداعي في الوسط دافعاً أعالي الجدران نحو الخارج. ثمة مجاز محدود جداً يمكن أن تبقى هذه الصيغة ضمنه مستقرة.

يمكن إنشاء تفصيلة أكثر قوة في بنيتها الهيكلية من طريق وضع عارضة خشبية أفقية بين زوج العوارض المائلة، كما في حالة سقف القبّة. وتعمل عارضة القبّة عمل الربطة (عنصر شدّ)، لمنع العوارض المائلة من الحركة باتجاه الخارج، ولإنشاء بنية سقف لها شكل حرف A إذا نُظر لها من الواجهة.

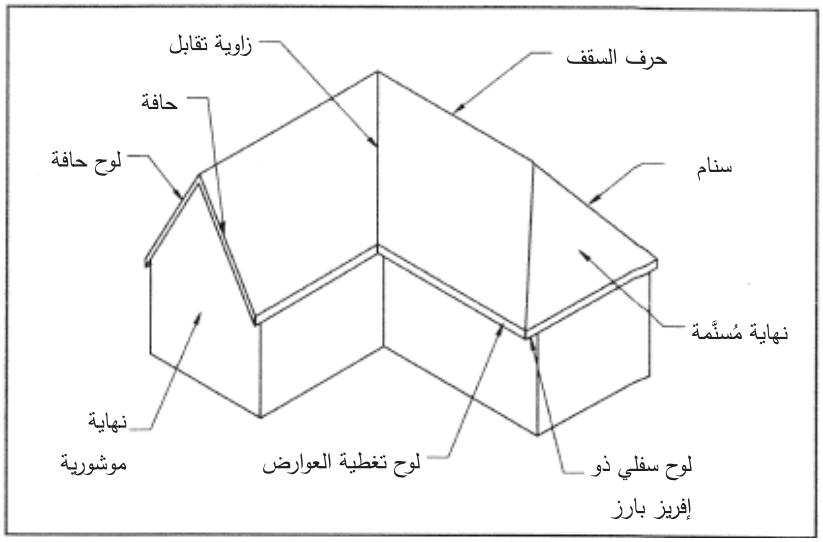


الشكل 5.10 نماذج من هياكل السقف المائل

ثمة بديل آخر وهو المُستعمل في المنازل، أي السقف المزدوج المُغلق. حيث تمتد عوارض السقف الداخلي الأفقية فوق لوح الجدار الخشبي (فوق القشرة الداخلية للجدار ذي الفجوة) وتتصل مع نهاية كل زوج من العوارض المائلة. تجعل هذه العملية بنية السقف على شكل مثلث، وتوافر تقييداً متيناً للانتشار الأفقي للعوارض نحو الخارج. توفِّر عوارض السقف الداخلي هذه (وهي أيضاً ربطة شد) وسائلَ الدعم لصفائح الألواح الجصّية التي ستصبح في ما بعد السقف الداخلي للغرفة تحتها. تُعتبر

عارضة السقف الداخلي الربطة الأساسية للسقف، وهي هامة جداً في تقييد النزعة الطبيعية للعوارض المائلة للتحرك نحو الخارج، مُزيحة أعلى الجدار. يُسمّى تداعي السقف الناجم عن عدم استخدام عارضة السقف الداخلي "انتشار السقف".

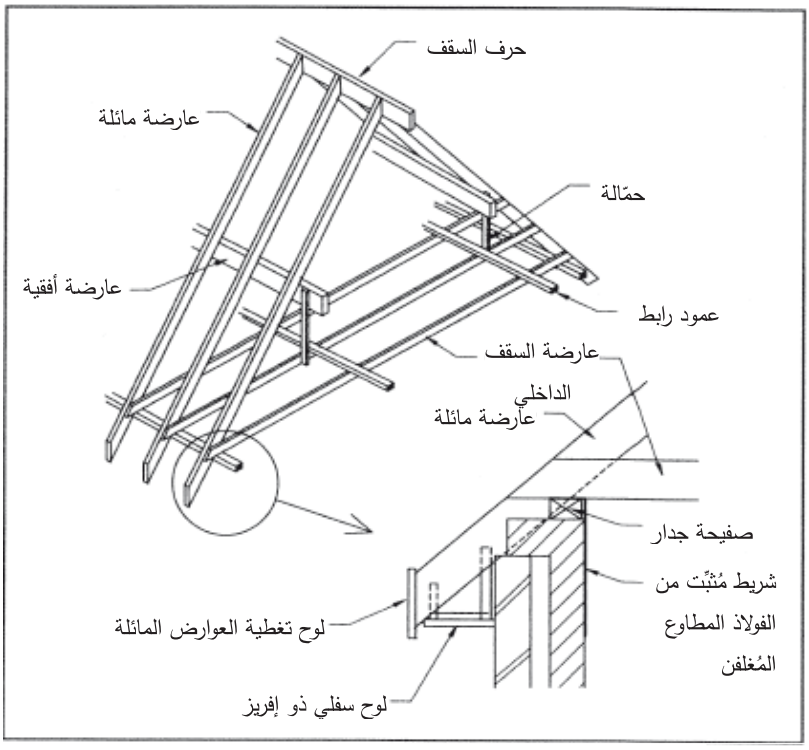
بصرف النظر إذا شُيِّد السقف بالطريقة التقليدية أم باستخدام عوارض جمالونية جاهزة، هناك عدد من المصطلحات التي تُستخدم عموماً في الأسقف المائلة، وهي مبيَّنة في الشكل 6.10.



الشكل 6.10 مصطلحات السقف المائل

الأسقف المائلة ذات العوارض المائلة والأفقية

تعتبر أسقف العوارض المائلة والأفقية الصيغةَ التقليدية للسقف المائل المستخدم في المنازل. يُشيَّد السقف، كما أسلفنا، من قطع خشبية مستقلة من دون أي تصنيع مُسبق. يبين الشكل 7.10 المصطلحات المرتبطة نموذجياً بهذه الصيغة.

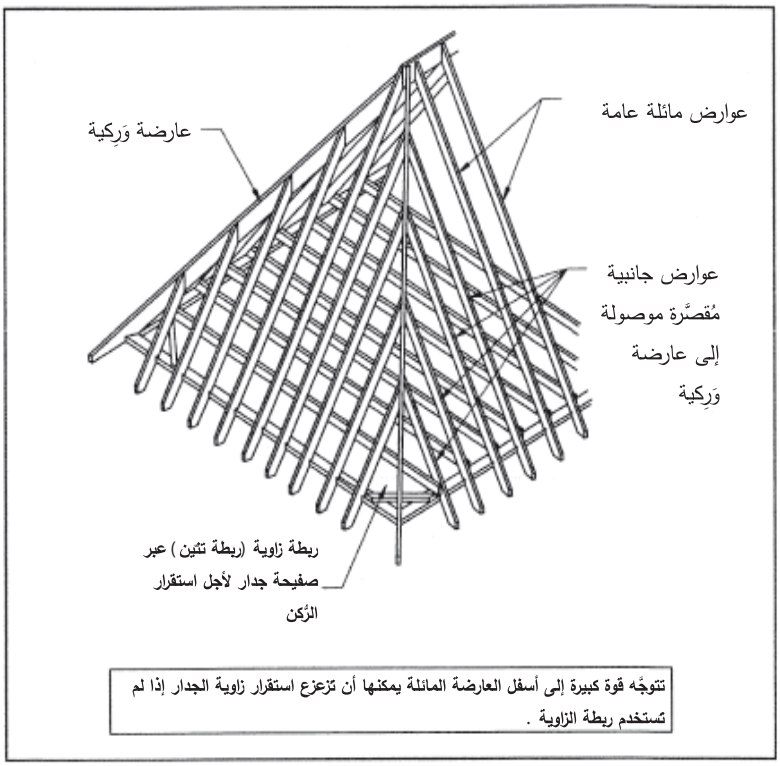


الشكل 7.10 البنية الهيكلية لسقف العوارض المائلة والأفقية

عندما تكون الروابط ممتدة بطولها الكامل ما بين الإفريز وحرف السقف، يُصطلح على تسميتها "روافد عامة". وفي الأماكن التي نحتاج فيها إلى تقصير العوارض المائلة لتلتقي مع عارضة وَرِكية أو مع عارضة رُكنية، تسمى هذه العوارض المُقصِّرة عوارض رافعة (الشكل 8.10).

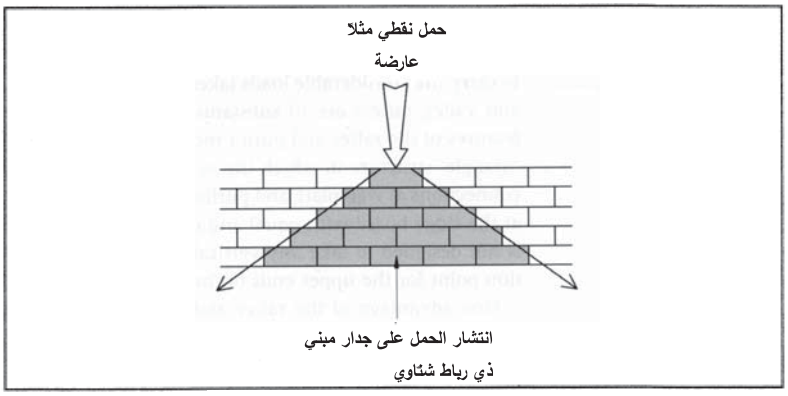
من الواضح أن وظيفة العارضة المائلة هي حمل ودعم وزن غطاء السقف، سواء كان من الأردواز أم من القرميد. وبما إنَّ على العارضة المائلة أن تنقل حِملها إلى الجدار الخارجي وإلى العارضة الأفقية أيضاً، فثمة حاجة لنشر الحمل المركَّز من كل عارضة على طول أعلى الجدار لإبقاء الجدار مستقراً. يتحقق النشر باستخدام صفيحة جدار خشبية، ذات مقطع بقياس 100 x 75 مم موضوعة فوق القشرة الداخلية للجدار ذي الفجوة. لصفيحة الجدار وظيفة أخرى، فهي تساعد في تثبيت نهاية العارضة

بالسماح لها أن تحتَزَّ في الصفيحة. كما إنها تدعم عوارض السقف الداخلي المربوطة مع العوارض المائلة عند هذا المستوى، وتُنشَر الأحمال من العوارض على طول الجدار أيضاً.



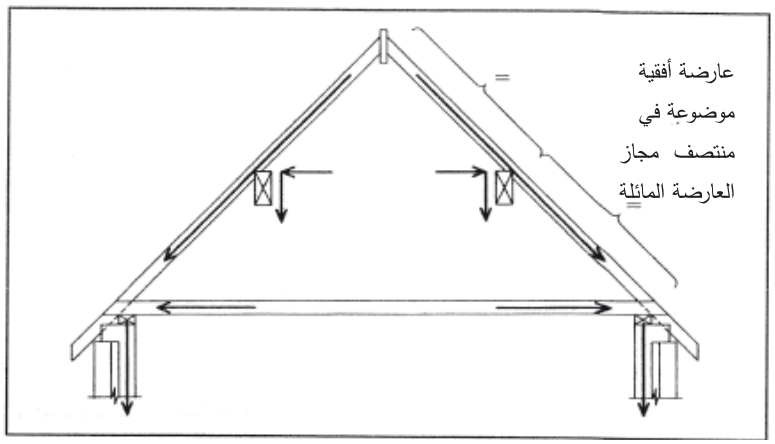
الشكل 8.10 العوارض المائلة العامة والعوارض الرافعة مع العارضة الأفقية المدعومة من العارضة الوَرِكية

تُنشَر الأحمال التثاقلية والحية (مثل الريح) التي يحملها السقف بفاعلية عند نقطة نقل الحمل إلى الجدار. يمكن تحقيق نشر إضافي للحمل من طريق بناء القشرة الداخلية للجدار ذي الفجوة بطريقة الرباط الشنّاوي. يُبيّن الشكل 9.10 كيف تنتقل الأحمال إلى الأسفل عبر الجدار، وهذا يعني بالتأكيد خفض قيمة هذه الأحمال عند وصولها إلى الأساس بفعل النشر.



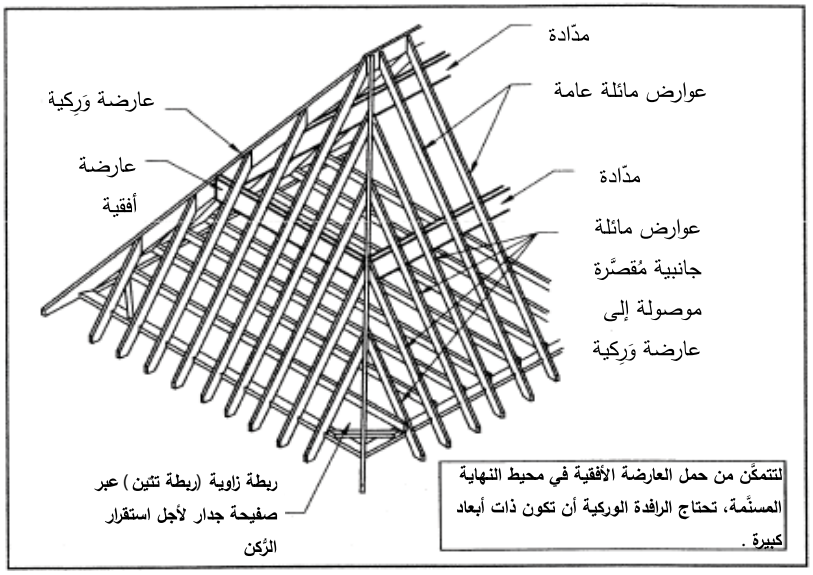
الشكل 9.10 انتشار الحمل عبر الجدار الشنّاوي المبني

إن أثقل جزء خشبي في سقف العوارض المائلة والأفقية التقليدي هو العارضة الأفقية بحدِّ ذاتها. وهي عنصر يتوضَّع تحت العارضة المائلة ليأخذ بعضاً من حملها (الشكل 10.10). إذا استُخدم صف واحد من العوارض الأفقية، تُدعم العوارض المائلة في منتصف المسافة بين صفيحة الجدار والحرف. في بعض الأحيان يُستخدم صفان من العوارض الأفقية مما يَقسم المجاز بين صفيحة الجدار والحرف إلى ثلاثة أجزاء متساوية.



الشكل 10.10 موضع العارضة الأفقية

تُدعَم العارضة الأفقية عند النهاية الموشورية (الجمالونية) من طريق بنائها ضمن الآجر. تقليدياً، كانت العارضة الأفقية تُحمل عبر الجدار الخارجي وتُستخدم لدعم بروز السقف. أما حالياً فيُوفَّر الدعم باستخدام **سُلَّم جمالوني** (انظر الشكل 10.17).



الشكل 11.10 دعم العارضة الوَرِكية للعارضة الأفقية

السُلَّم الجمالوني، مجموعة عوارض مائلة على شكل سُلَّم تسمح بامتداد السقف عند الحافة

عندما يكون لدينا نهاية مُسنَّمة للسقف أو عند التقاء العارضة الأفقية بالزاوية الركنية، تُدعم العارضة الأفقية من العارضة الوَرِكية أو العارضة الركنية المُستخدمة في تلك النقاط (الشكل 11.10). وهذا يفرض مسؤولية كبيرة على هذه العوارض المائلة الخاصة لحمل أحمال ضخمة من العارضة الأفقية، ونتيجة لذلك، تكون بعض العوارض الوَرِكية والرُكنية ذات عمق كبير (نموذجياً > > 300 مم). إن إحدى خصائص سقف العوارض الأفقية والمائلة هي أن تدبير الأحمال يجري من طريق إنشاء هيكل "مثلثي" الشكل تُتدبَّر فيه الأحمال

العمودية والمائلة بواسطة الوصلات بين صفيحة الجدار والعارضة الأفقية. عملياً تَضغط العوارض المائلة على بعضها عند لوح الحرف بقوى متساوية ومُتعاكسة. ولهذا السبب لا يُصمَّم لوح الحرف ليأخذ أية أحمال عمودية، لكنَّه يعمل بوصفه نقطة وصل للنهايات العُليا للروافد فحسب.

إحدى مزايا حل السقف المائل ذي العوارض المائلة والأفقية أنه يمكن استغلال الفراغ تحت السقف للتخزين، أو للإيواء إذا ما استُخدمت مقاطع عوارض مناسبة. في مثل هذه الحالات يجري عادة تضمين **رَوشَن** (نافذة بارزة) ضمن هيكل السقف. يُملي ميل أو انحدار السقف مقدار الفراغ المتاح. في السنوات الماضية، عندما كان يُستخدم الأردواز أو القرميد البسيط، كان الميل يتراوح ما بين 35 درجة و45 درجة، مما يوفِّر فراغ سقف جيد. في هذه المرحلة يجب أن نتذكَّر أن ثمة رابط بين ميل أو انحدار السقف وطبيعة غطاء السقف المُستخدم. عندما يكون الميل ضئيلاً، ربما 22 درجة على سبيل المثال، توجَّب أن يكون غطاء السقف من النوع الصُّنعي المتشابك ليقاوم اختراق الغطاء من المطر المدفوع بالرياح (انظر المقطع التالي).

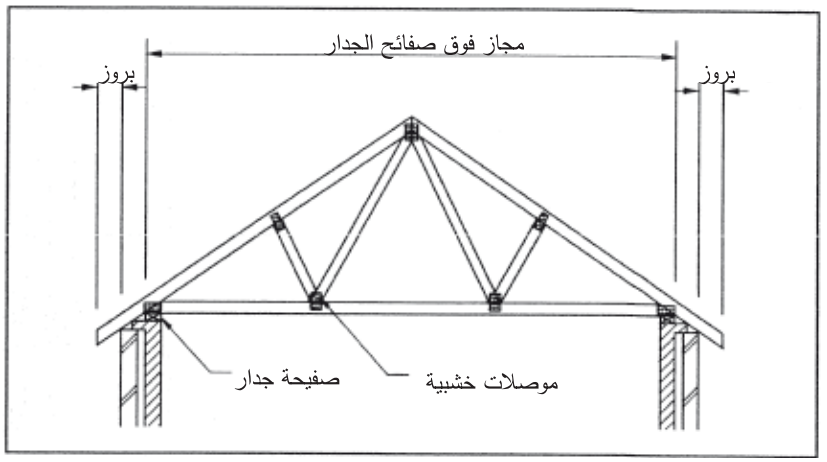
الرَّوشَن، مصطلح يستخدم للدلالة على نافذة ناتئة في مقطع السقف تزوِّد بفسحة رأسية في الفراغ تحت السقف، وتُساعد في توفير ضوء طبيعي وتهوية.

إن الأسقف المائلة التي جرى بحثها أنفاً كانت مائلة بشكل مُتناظر، وبوجود عوارض مائلة على جانبي حرف السقف. عندما تَمتدُّ العارضة المائلة صعوداً إلى أعلى الجدار، يصبح لدينا تفصيلة سقف أحادي الانحدار أو سقف معزول. تكون الأفاريز هنا مشابهة لأفاريز الميل المتناظر، وتنطبق عليها الملاحظات نفسها في ما يتعلَّق بمقدار الميل، وبطبيعة غطاء السقف (انظر الشكل 1.10).

الأسقف المائلة ذات العوارض الجمالونية

ينصح كثير من التقارير المتعلِّقة بفاعلية صناعة التشييد (مثل تقرير

السير جون إيغان[1] (Sir John Egan)، الذي قدَّمه إلى قسم البيئة والنقل والمناطق في وزارة البيئة في المملكة المتحدة، بعنوان "**إعادة التفكير في التشييد: تقرير فريق عمل التشييد**"، تموز 1998) باعتماد التصنيع المُسبق بوصفه طريقة لتحسين الفاعلية من طريق خفض كثافة اليد العاملة في الموقع. وأحد العناصر التي تغيَّرت عملياً نتيجة التصنيع المُسبق هو هيكل السقف المائل الخشبي. أُطلق اسم "العارضة الجمالونية" على التفصيلة التي تجمع بين العارضة المائلة وعارضة السقف الداخلي (الشكل 12.10).

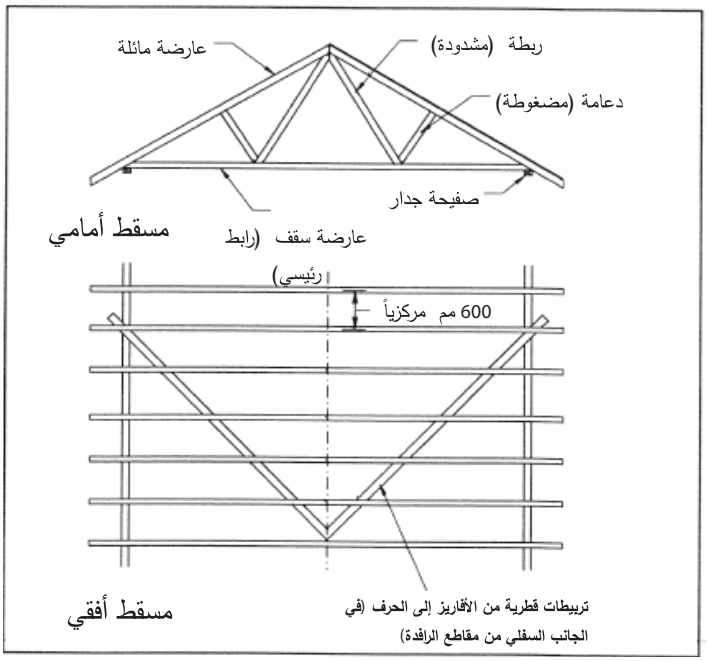


الشكل 12.10 صيغة بسيطة للعوارض الجمالونية

تُلغي هذه التفصيلةُ العارضة الأفقية الثقيلة وتَستبدلها بتربيطات داخلية، كما تُلغي لوح الحرف وتستبدله بـ "**صفيحة مجموعة المسامير**" وذلك نتيجةً لاعتماد الإنتاج المعملي بدلاً من التجميع في الموقع. وكما يبيِّن الشكل 13.10 يجري توفير المُثلَّث الأساسي لأجزاء العنصر من مقطعين من عوارض مائلة وعارضة السقف الداخلي، الذي يبقى، كما هو الحال في

(1) كان لتقرير السير إيغان "إعادة التفكير في التشييد" عام 1998 الذي أعدَّه فريق عمل التشييد الذي قاده السير إيغان - أثرٌ كبير في صناعة التشييد في المملكة المتحدة، إذ دفع نحو تحسينات فاعلة في ممارسة صناعة التشييد في المملكة المتحدة خلال السنوات الأولى للقرن الحادي والعشرين (المترجم).

سقف العارضتين المائلة والأفقية، عنصرَ الربط الخاضع للشد. بعد وضع صفيحة الجدار في مكانها أعلى الجدار، تُرفع العارضة الجمالونية إلى المكان وتُثبَّت بفواصل 600 مم.



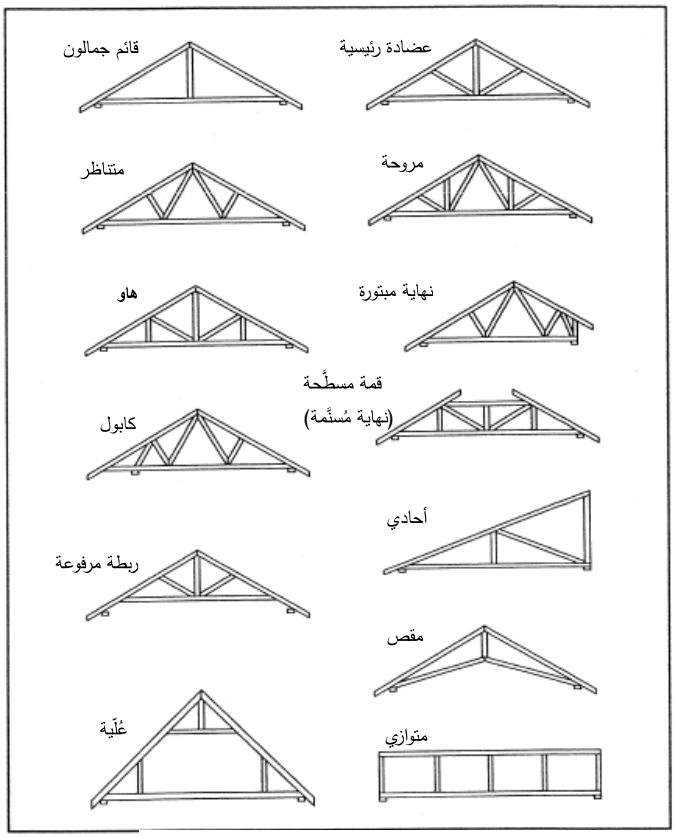
الشكل 13.10 أجزاء مكونات العارضة الجمالونية

يمكن، في تصاميم الأسقف البسيطة، إقامة هيكل السقف الأساسي بعمليتين فقط ضمن ساعات محدودة، وهو يتفوَّق كثيراً على الأسقف ذات العوارض المائلة والأفقية في ما يتعلَّق بزمن الإنجاز. بالتأكيد يحدُّ استخدام التربيطات الداخلية في هذه التفصيلة من إمكانية الحركة داخل الفراغ تحت السقف. لكن صيَغ العارضة الجمالونية تطورت ضمن طيف عريض من التشكيلات بما فيها تلك التي تسمح باستخدام الفراغ تحت السقف.

صفيحة مجموعة المسامير هي طريقة لإحكام العناصر العامة في العارضة الجمالونية باستخدام صفيحة معدنية مُغلفنة تتضمَّن عدداً كبيراً من البروزات الشبيهة بالمسامير. تُضغط الصفيحة على الخشبات المتجاورة عبر

وضعها فوق الوصلات واستخدام مُثبِّت طبعة ذي ضغط عالٍ لتجميعها في المعمل.

إذا تفحَّصنا وظيفة التربيطات الداخلية نجد أن الخشبتين الداخليتين اللتين تجمعان العوارض المائلة في قمة التفصيلة هما دوماً في حالة شد (ربطات)، إذ إنها تدعم عوارض السقف الأفقية وتمنعها من التداعي. بالمقابل تدعم العناصرُ القصيرةُ العوارض المائلة وتمنعها من الانهيار من خلال سَنْدها من الأسفل. تؤدي هذه العناصر الدور الداعم الذي تقوم به العارضة الأفقية، ومن ثمَّ تأخذ أحمال الضغط (دعامات).



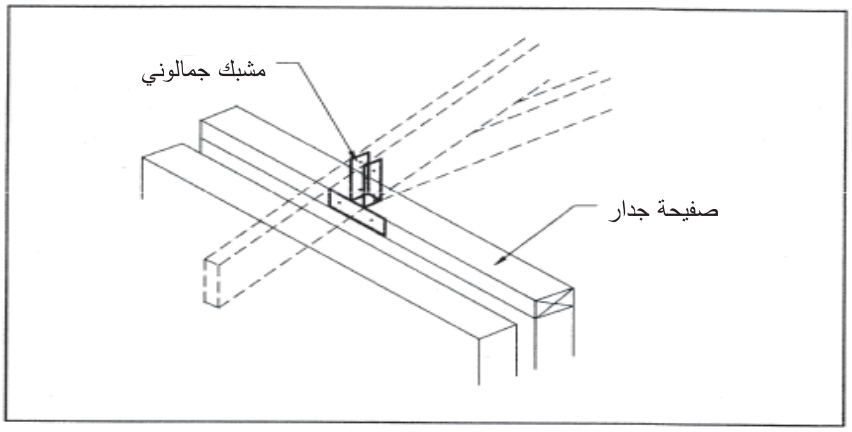
الشكل 14.10 أنواع العوارض الجمالونية

يبين الشكل 14.10 أكثر أشكال العارضة الجمالونية المستخدمة في

المنازل شيوعاً. عندما تُشكِّل العناصر الداخلية للعارضة الجمالونية شكل الحرف W (ربطتين ودعامتين)، يُسمى هذا الترتيب نمطياً "ترتيب فنك" [أو الجمالون المتناظر]. مع ازدياد المجاز بين الجدران الداعمة، يزداد عدد العناصر الداخلية للعارضة الجمالونية.

يجب أن نتذكَّر في هذه الحالة أنّ العنصرين الداخليين اللذين يتقابلان في قمة التفصيلة هما دوماً في حالة شد لدعم عارضة السقف الأفقية، بينما تكون كافة العناصر الأخرى دعامات في حالة ضغط لدعم العارضة المائلة.

بعد تجميع عوارض السقف الجمالونية الأساسية وترتيبها بفواصل 600 مم نمطياً، تُضاف خشباتٌ تُمدُّ أفقياً بين العوارض الجمالونية لإبقائها متباعدة عن بعضها بشكل ملائم. بالمقابل يمكن استخدام مشابك جمالون معدنية لتحقيق هذا الغرض (الشكل 15.10).

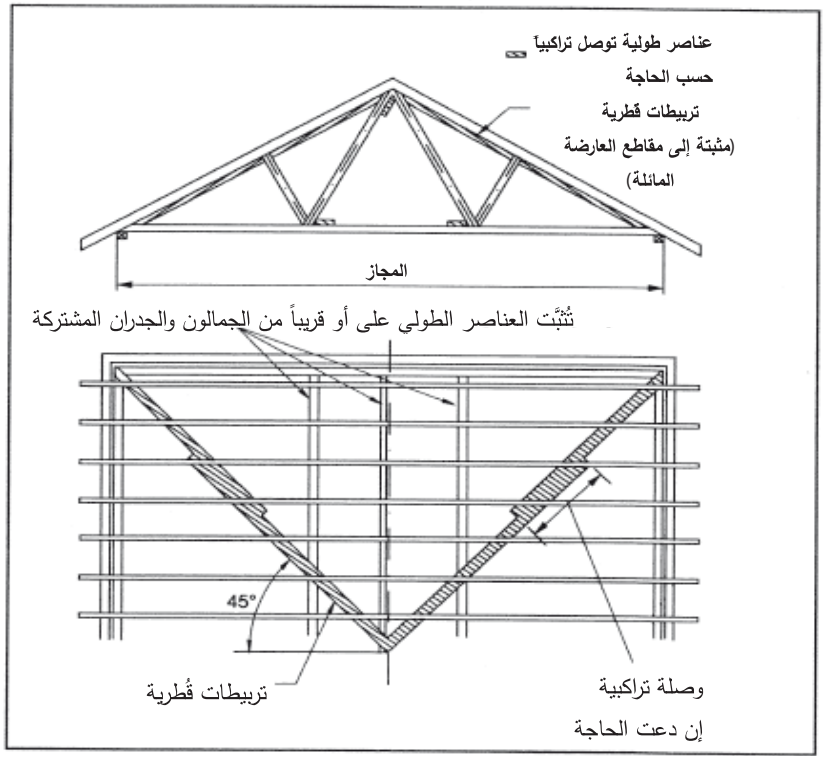


الشكل 15.10 تثبيت المشبك الجمالوني إلى صفيحة الجدار

ثمة ميزة مفتاحية أخرى لهذا النظام تتمثل في الخشبات المستخدمة لمقاومة التداعي الناجم عن ضغط الرياح، والتي تمتدُّ قطرياً من صفيحة الجدار مروراً بالجزء السفلي من الرافدة، صعوداً إلى ذروة السقف؛ انظر الشكل 16.10.

للمساعدة في عملية النقل تكون زاوية ميل العوارض الجمالونية عادة

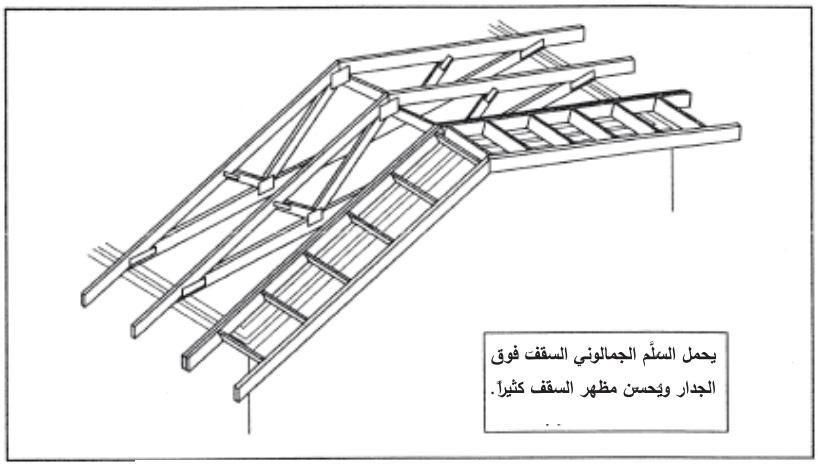
صغيرة بحدود 20 درجة، يستدعي هذا استخدام أغطية سقفية من القرميد المُشبَّك لتغطية السقف.



الشكل 16.10 التربيطات الطولية وتربيطات الريح القُطرية

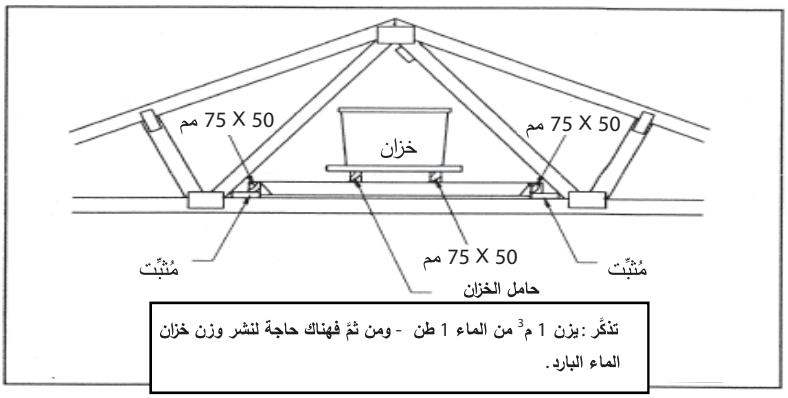
يُصمَّم السقف عادة ليَبرُز خارج جدار الجمالون مما يضفي عليه لمحة جمالية. في هذه الحالة يُشيَّد سلَّم جمالون ليَمتدَّ السقف أبعد من الجدار كما يبين الشكل 17.10.

يوضع خزان الماء البارد الرئيسي عادة ضمن الفراغ تحت السقف، ومن ثمَّ يجب نشر وزن الخزان على عدد من العوارض الجمالونية باستخدام منصة خشبية (الشكل 18.10). تذكَّر أنّ لتراً واحداً من الماء يَزنُ 1 كغ.

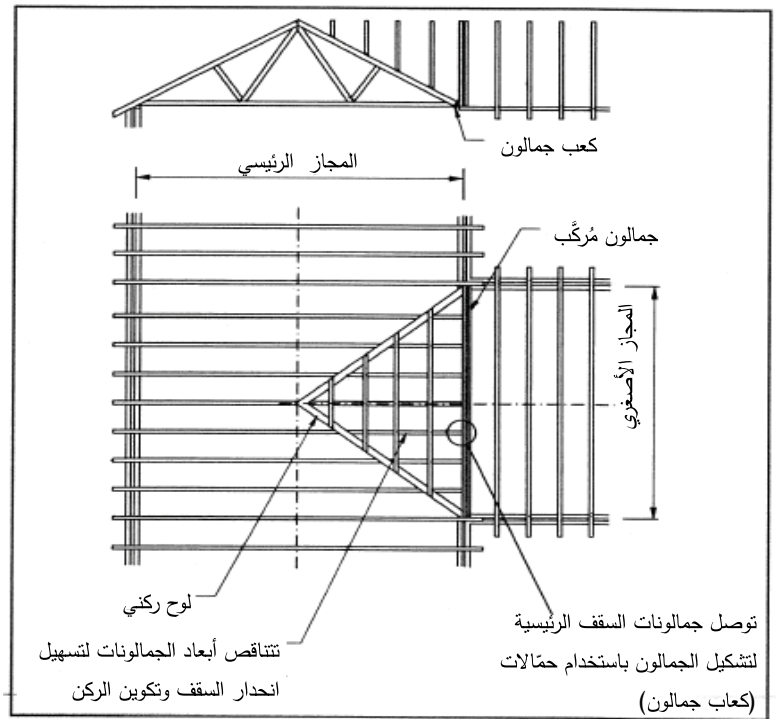


الشكل 17.10 امتداد سُلَّم السقف الجمالوني فوق جدار الجمالون

في الأسقف البسيطة ذات النهاية الجمالونية، تكون تفصيلة العارضة الجمالونية بسيطة، ما يعني كلفة دنيا. ولكن عندما يُغيِّر السقف الاتجاه أو يكون مُسنَّماً، نحتاج إلى تفصيلة أكثر تعقيداً ومن ثمَّ أكثر كلفةً. أحد عيوب هيكل السقف المُصنّع مُسبقاً، أنه يحتاج إلى اعتبارات خاصة وحذرة عندما يغيِّر السقف اتجاهه. عندما تكون أشكال السقف بسيطة (سقف مستقيم بين الجمالونات) يمكن أن يخفِّض السقف المصنّع مُسبقاً كثيراً من التكاليف مقارنة مع الحلّ التقليدي.



الشكل 18.10 دعم لخزان مستودع الماء البارد

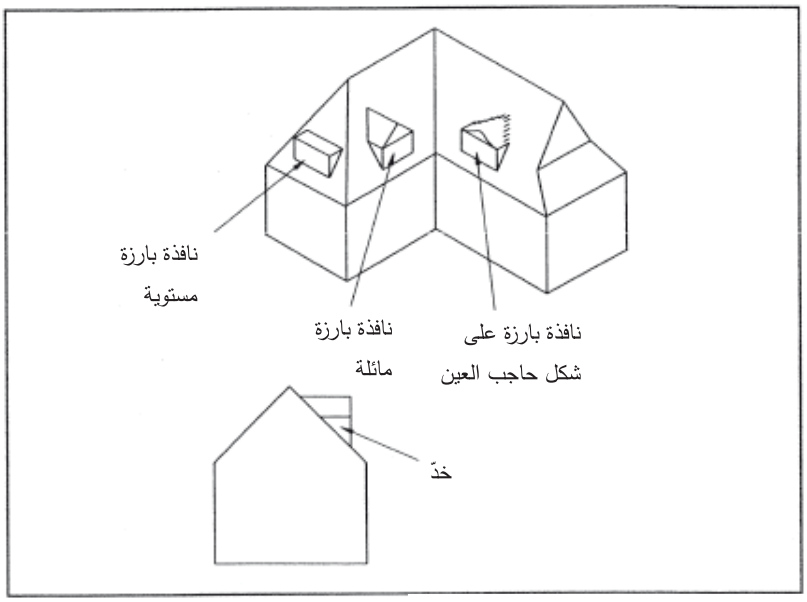


الشكل 19.10 وصلات العارضة الجمالونية بين مُنحدري

إذا كان لجدار المنزل أن يبرز على هيئة مَنْظرة (نافذة ناتئة) وأن يستمر السقف المائل فوق هذه التفصيلة، نحتاج عندها إلى استخدام عوارض جمالونية خاصة ذات مقاسات متغيّرة؛ انظر الشكل 19.10. عند وجود نهايات مُسنَّمة، فثمة خياران: إما استخدام عوارض جمالونية خاصة ذات مقاسات متغيّرة أو تشكيل التفصيلة من عوارض مائلة مستقلة وليس من مكونات مسبقة التصنيع.

نوافذ السقف البارزة

من الشائع تضمين نوافذ بارزة في الأسقف المائلة للمساكن. والنافذة البارزة (الرَوشَن) هي نتوء صغير من السقف يتضمَّن نافذة، ويسمح بالاستفادة من ارتفاع السقف من الداخل بشكل محلي. ثمة تشكيلات مختلفة ممكنة، لكن الأكثر انتشاراً هي الصيَغ المستوية والمائلة (الشكل 20.10).



الشكل 10 20 نوافذ السقف البارزة

تمرين

- أين يمكن أن تشاهد العارضة الرافعة؟
- أين تتوضَّع العارضة الأفقية؟
- أين يمكن أن تجد تربيطة قُطرية في هيكل السقف وما هي وظيفتها؟
- اجرِ بحثاً في الإنترنت عن المصطلح "عارضة جمالونية" (Trussed Rafter). حدِّد، استناداً إلى هذا البحث، مواقع المُصنِّعين على الإنترنت، ثم قارن ووازن بين صيَغ الجمالونات المتوافرة.
- في المنطقة التي تسكن فيها، حدِّد مواقع تشييد المنازل. هل يمكنك تحديد أي مشروع ينحى نحو تشييد العارضة المائلة والعارضة الأفقية؟ ولأي سبب يمكن أن يكون ذلك؟

3.10 أغطية السقف المائل

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستغدو قادراً على إدراك الاختلاف في تقنيات وضع الأغطية المطلوبة لصيغ تغطية السقف المختلفة.
- وستفهم الرابط القائم بين ميل أو انحدار السقف وتغطية السقف.

- وسيصبح لديك إلمامٌ بالخيارات المُتاحة لأغطية السقف المائل.
- وستفهم المعايير المرتبطة بانتقاء الأغطية المختلفة.

نظرة عامة

ثمة خيارات كثيرة متوافرة عند انتقاء أغطية الأسقف المائلة، ويعود سبب ذلك بشكل كبير إلى الأشكال والألوان المتنوعة للخيارات المُصنَّعة.

يتضمَّن طيف الخيارات بشكل عام الأردواز، والقرميد العادي، والقرميد المتشابك. وستجري مناقشة هذه الخيارات بالتفصيل.

إن السمة المشتركة لأغطية السقف المائل هي أنها تعتمد مبدأ طبقات من صفائح متراكبة لمادة على شكل أردواز أو قرميد مسطَّح. ويتأثَّر أداء السقف بميل السقف، وبمدى التراكُب، وبطبيعة المادة المُستخدمة.

تَستخدم المواد الأكثر حداثةً مستوياتٍ أعلى من التعقيد لضمان مقاومة فعّالة للعوامل الجوية.

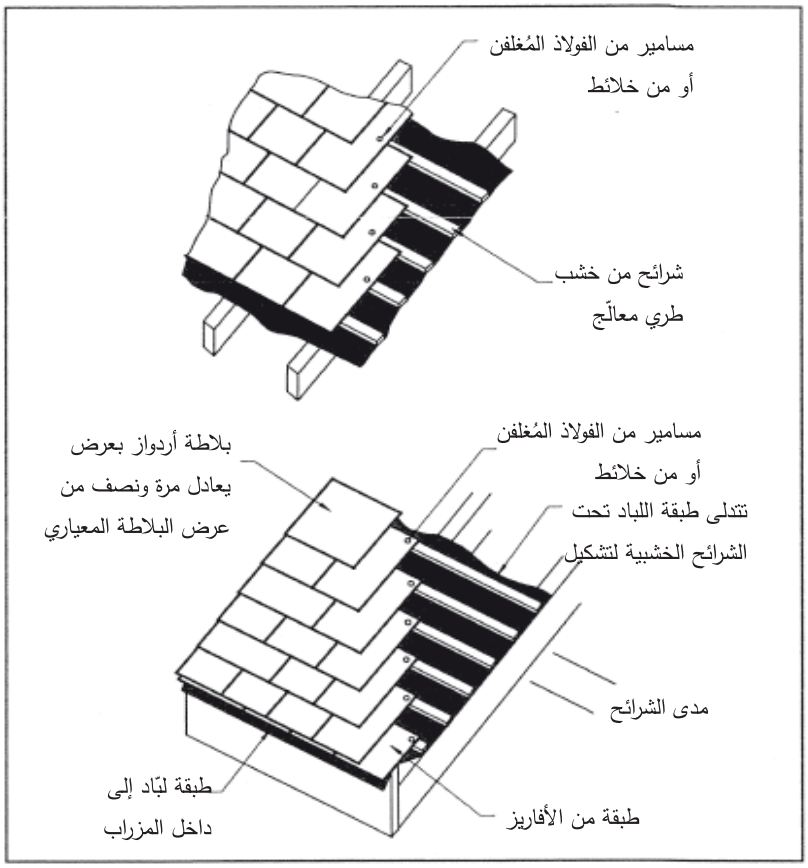
الأردواز

الأردواز مادة طبيعية تُستخرج من المحاجر، وتُقطَّع بالسماكة والقياس المطلوبين. وهي بطبيعتها مادة قاسية ومتينة، ولكن بين الأردواز المُستخرج ثمة اختلافات في القساوة مما يستدعي تقطيع الأردواز بسماكات مختلفة، وتُعطى هذه الأنواع تصنيفات مثل "الأفضل" أو "ذي الدرجة الثانية". تعتمد طريقة استخراج ومعالجة الأردواز على استغلال الطبيعة الصفائحية للمادة لإعطاء طبقات رقيقة، وتكون "الأفضل" عادة أرقّ.

في ما يلي بعض أكبر الصيغ قياساً لهذا النوع من التغطية المستخدمة في الأسقف المائلة، والتي تُقاس تقليدياً بوحدات نظام القياس الإمبراطوري[2] (Imperial Sizes) أي 12 X 24 إنش (تقريباً 300 X 600 مم). يكون قياس الطول عادة ضعفي قياس العرض.

(2) نظام للقياس جرى تطويره في بريطانيا عام 1824، ويعتمد وحدات الإنش والقدم واليارد في قياس الأطوال، والرطل والأونصة في قياس الأوزان، والغالون في قياس حجوم السوائل. مع نهاية القرن العشرين تحولت معظم الدول إلى استخدام النظام المتري بدلاً منه (المترجم).

وبما أن الأردواز مادة طبيعية غير صُنعيّة، يجب تثقيب كل قطعة على حدة ليجري تثبيتها فيما بعد إلى شرائح السقف الخشبي، تُثقَّب كل قطعة أردواز بثقبين إما أن يكونا قريبين من الأعلى (قطع أردواز ذات تثبيت رأسي) أو قريبين من المركز (قطع أردواز ذات تثبيت مركزي). تُستخدم التقنية الأخيرة لإعطاء القوة، في الأماكن التي يُتوقَّع تعرُّض السقف فيها لفعل رياح قوية (الشكل 21.10).

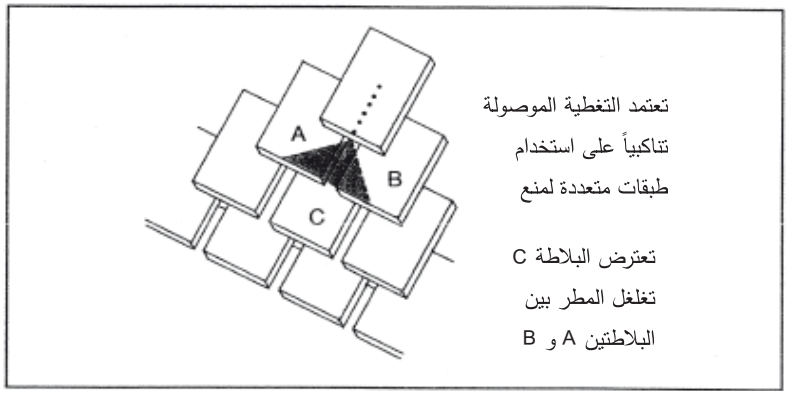


الشكل 21.10 قطع أردواز ذات تثبيت رأسي وذات تثبيت

يبيّن الشكل أيضاً الحاجة للَصق الأردواز عند وضعه، وللبدء، تزوَّد الحافة (حافة السقف عند الجدار الجمالوني) بقطعة أردواز خاصة ذات

عرض يعادل مرة ونصف عرض بلاطة الأردواز المعيارية، ويطبق ذلك على الطبقات بالتناوب. يوضِّح الشكل 22.10 استخدام اللّصق لمنع دخول المطر.

بالعودة إلى الشكل، لاحظ أن المدى بين الشرائح يُقاس من المركز إلى المركز، وأن سماكة الأردواز على كامل مساحة السقف تعادل مثلي سماكة بلاطة الأردواز المستخدمة وتُعادل ثلاثة أمثال السماكة عند التراكب. تُمدُّ في الأسقف الحديثة المُغطاة بالأردواز طبقة من اللبّاد تحت الأردواز لتعترض دخول المطر ولتحمل المطر المُتغلغل إلى مزراب مياه الأمطار لتصريفها. قبل استخدام اللبّاد كان الأردواز يُسوّى من الداخل، وكانت هذه العملية تشبه تطبيق الملاط لإحكام عزل طبقات الأردواز ضمن فراغ السقف.



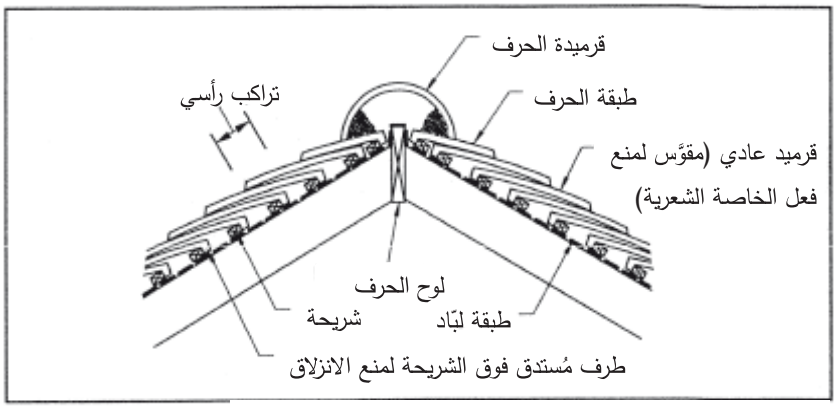
الشكل 22.10 منع دخول ماء المطر بأغطية سقف موصولة تناكبياً – أغطية متعددة الطبقات

القرميد العادي

بخلاف الأردواز تُصنَّع وحدات القرميد في المعمل، ويستخدم في تصنيعها إما الصلصال أو الخرسانة. وبما إنها وحدات مُصنَّعة فهي تُشكَّل بحيث تمتلك الخصائص المرغوبة التي لا يمكن تحقيقها في الأردواز – تقوُّس طولي لمقاومة حركة الماء بين قطع القرميد بفعل الخاصة الشعرية، وطرفان مُستدقّان في أعلى القرميدة لتعليقها فوق شرائح التثبيت الخشبية.

كما تُزوَّد كل قرميدة بثقبين في المعمل وتكون جاهزة للتثبيت. لكنه من الدارج أن لا تُثبَّت كل قطع القرميد. في حالات التعرُّض العادية من الشائع تثبيت طبقة من بين كل أربع طبقات، إذ إن وزن القرميدة فوق القرميدة يثبِّت القرميد في موضعه. أمّا في الحالات المُعرَّضة فقد نضطر لتثبيت كافة قطع القرميد لمقاومة الرَّفع الذي تسببه الريح.

إن بلاطات القرميد العادية وحدات صغيرة ذات قياس نمطي 265 X 165 مم بسماكة 12 مم، ومن ثمَّ نحتاج إلى أعداد كثيرة لتغطية متر مربع واحد من غطاء السقف. تقتضي طبيعة المادة الاستخدام الكثيف لليد العاملة والمُكلف نسبياً. تُلوَّن بلاطات القرميد كاملة إذا كانت من صلصال، أو سطحياً إذا كانت من الخرسانة. في الحالة الثانية تَبهُت الألوان بمرور الوقت، ولفقدان اللون أثر كبير على المظهر العام.

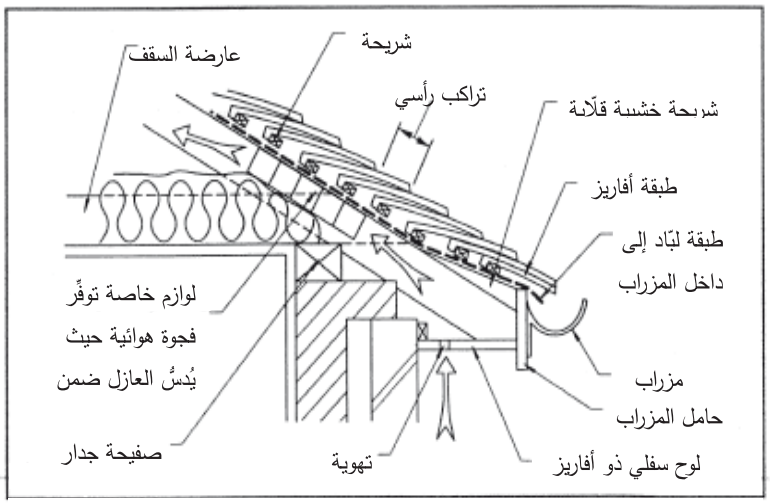


الشكل 23.10 قرميد عادي عند مستوى الحرف

وكما هو الحال في الأردواز يجب لصق القرميد العادي من طبقة لأخرى، كما إن الحاجة إلى استخدام بلاطة ذات عرض يعادل مرة ونصف عرض البلاطة المعيارية ضروري لبدء اللصق من حافة الغطاء وبشكل متناوب بين الطبقات. يبين الشكل 23.10 مقطعاً في سقف مُغطى بالقرميد العادي عند موضع الحرف، وهذا يُظهر المصطلحات المشتركة مع التغطية بالأردواز: المدى (المسافة بين مراكز شرائح التثبيت)، وتراكب الرأس

(التراكب بين قطع القرميد)، وحقيقة أن سماكة الغطاء تكون، بالحد الأدنى، مِثلَي سماكة مادة القرميد، وثلاثة أمثالها عند التراكب الرأسي.

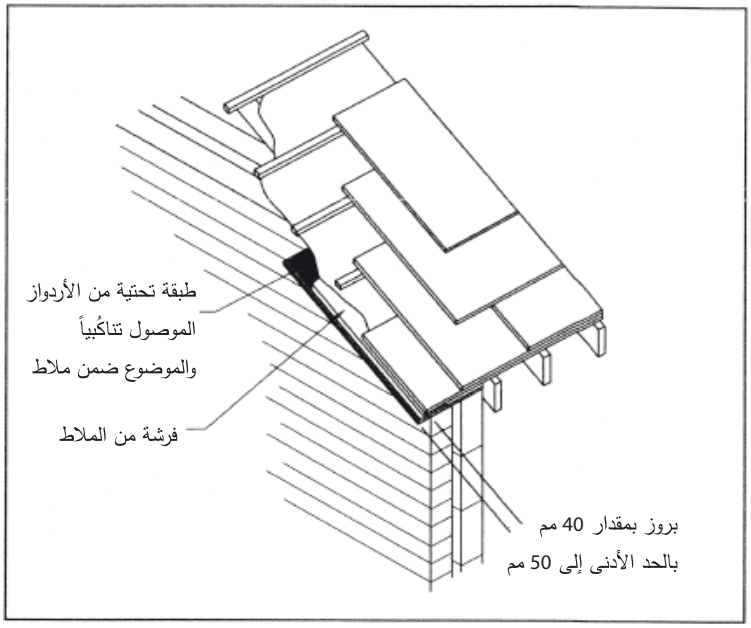
عند مستوى الأفاريز، يكون الوصل مع هيكل السقف الداعم ومع طبقة اللباد تحت غطاء السقف مهماً جداً. يُشكِّل اللباد خط الدفاع الثاني لمقاومة دخول الماء وهو يحمل ماء المطر الذي تخطى القرميد باتجاه مزراب مياه الأمطار. لاحظ وجود طبقة من الأفاريز القصيرة الخاصة عند موضع المزراب لتحافظ على سماكة قرميد مضاعفة على كامل مساحة السقف، وهي ضرورية للأسباب الموضَّحة في الشكل 24.10. لاحظ أيضاً أن تهوية الفراغ تحت السقف تجري عبر منطقة الأفاريز، إمّا عبر شبكات تهوية في ألواح سفلية ذات أفاريز أو من خلال مجاري تهوية تحت غطاء السقف عند مستوى الأفاريز. تتحقَّق التهوية العابرة للفراغ تحت السقف كون الأفاريز في كل جانب من السقف مُهوّاة. تشترط قوانين البناء أن تتغير فجوة التهوية هذه تبعاً لتغيُّر ميل السقف. لكن يمكن اعتماد أي ميل بِجعل فجوة التهوية ذات بعد أدنى 25 مم.



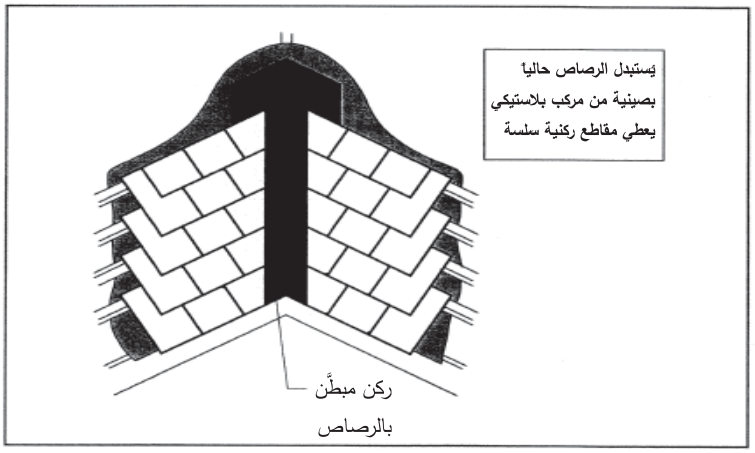
الشكل 24.10 تهوية فراغ السقف من خلال ألواح سفلية ذات أفاريز

يجري توفير طبقة تحتية، تقليدياً من الأردواز، توضع ضمن ملاط عند

حافة الغطاء (الشكل 25.10). إحدى وظائف هذه الطبقة إمالة حافة السقف لإبقاء الماء على منحدر السقف.



الشكل 25.10 طبقة تحتية من الأردواز الموضوع في ملاط عند حافة



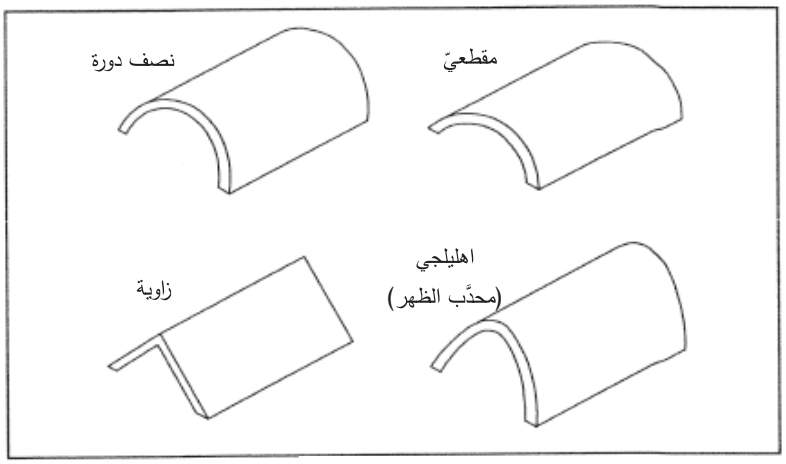
الشكل 26.10 بطانة من الرصاص إلى المزراب الركني

عندما يُغير السقف اتجاهه فثمة حاجة لإبقاء الحاجز مستمراً لمنع دخول ماء المطر، ومن ثمَّ يمكن استخدام عدد من التفصيلات عند زوايا التقابل. تقليدياً، يوضع لوح بعرض 200 مم على طرفي الرافدة المائلين عند الركن لدَعم البطانة الرصاصية (الشكل 26.10) ولمنع القرميد أو الأردواز من الانزلاق بعيداً عن القناة المفتوحة المُبطَّنة بالرصاص.

بالمقابل، ثمة قرميد مصنَّع بشكل خاص للزوايا الركنية يهدف إلى المحافظة على استمرارية التغطية بالقرميد في محيط تغيُّر الميل أو لمد القرميد فوق منحنٍ حول الركن.

إن للرصاص، بطانة الركن التقليدية، حياة محدودة على الرغم من كونها طويلة، واليوم يمكن الحصول على مواد أكثر حداثة، مثل المواد البلاستيكة، تُعمِّر طويلاً. تُقعَّر لفافات الركن البلاستيكية لاحتواء الماء، وتُزوَّد في طرفيها بمقابض لتثبيت خط الزاوية الركنية فوق طبقة اللبّاد، وهي سهلة القصِّ بالطول المطلوب. تُستخدم ألواح الركن الخشبية لدعم هذه البطانة.

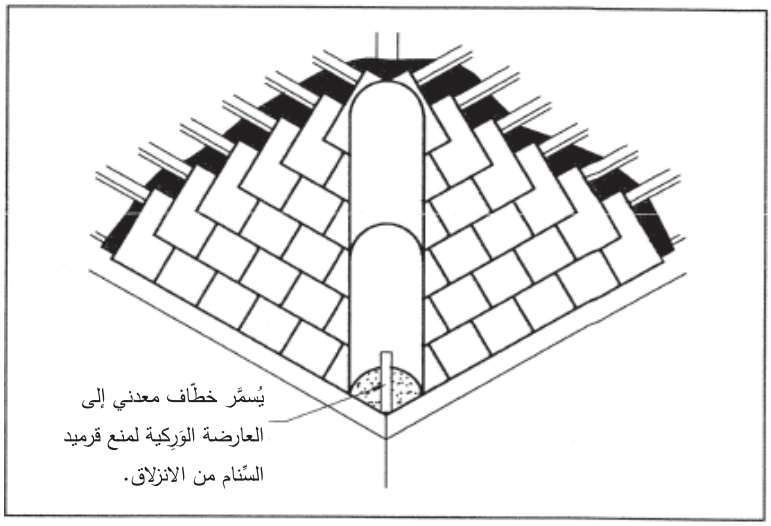
بعد انتهاء تبليط السطحين المائلين للسقف تظهر بشكل طبيعي فجوة عند حرف السقف. تُغطى هذه الفجوات بقطع قرميد خاصة لحرف السقف تورَّد مع قرميد السقف كملحقات، وهي تساعد في المحافظة على استمرارية الغطاء القرميدي. لقرميد الحرف مقاطع متعددة كما يبين الشكل 27.10.



الشكل 27.10 أشكال قرميد الحرف/ السِّنام

عندما يتشكَّل سنام في السقف، يمتد قرميد الحرف بدءاً من الحرف إلى طرفي السِّنام، وأصبح يُسمى الآن حسب وظيفته الجديدة: أي قرميد "السِّنام" بدلاً من قرميد "الحرف".

قد يتحرَّك قرميد السِّنام عند سفح السِّنام نحو الأسفل بفعل الجاذبية إذا انفكَّ عن الملاط الذي يُستخدم لتثبيته في الموضع. ولمقاومة هذه الحركة يُثبَّت خطّاف معدني في العارضة الوَرِكية لإقامة حاجزٍ يمنع الانزلاق (الشكل 28.10).



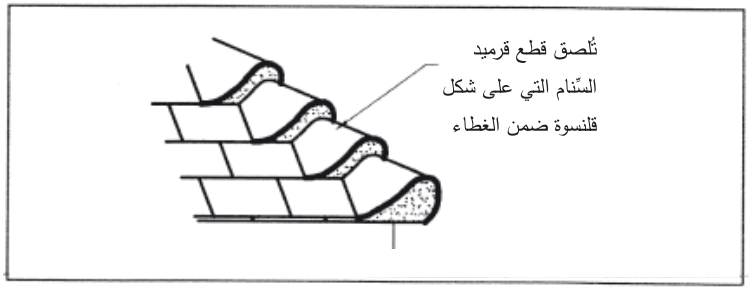
الشكل 28.10 خطّاف معدني لإحكام قرميد السِّنام

قد تُستخدم قطع قرميد خاصة على شكل قلنسوة (الشكل 29.10) تُلصق فوق منحدر السقف المغطى بالقرميد، بدلاً من القرميد المزروع فوق السِّنام. تسمَّر القطع في مكانها ثم تُملأ بالملاط كما يَظهر في التفصيلة.

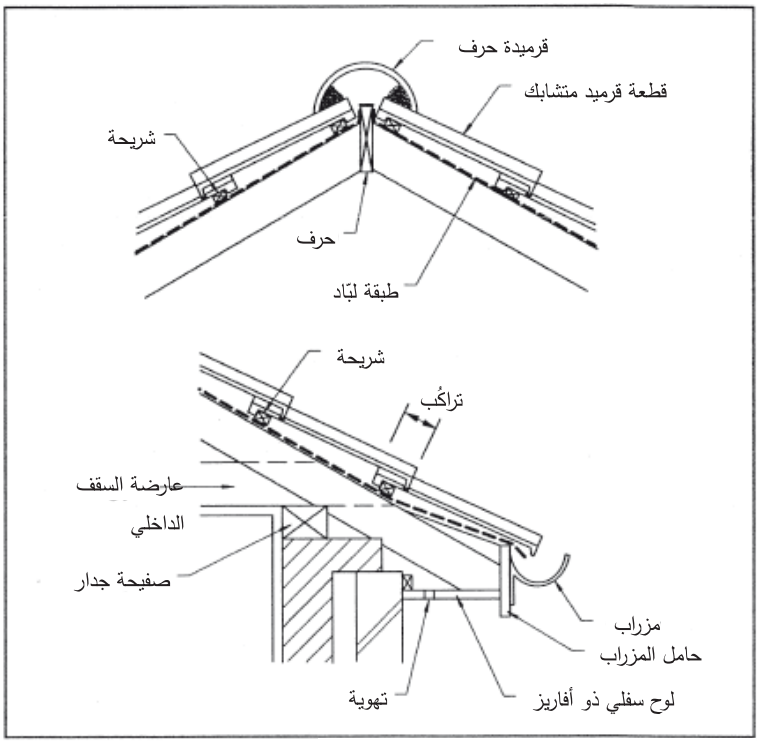
القرميد المتشابك

تتطلَّب تغطية السقف بالقرميد العادي استخدام بضعة مئات من القطع الصغيرة، ومن ثمَّ فإن سرعة إنجاز هذا العمل بطيئة. البديل الأكثر حداثة هو القرميد المُتشابك الأكبر كثيراً.

تتمثَّل الميزة المهمة الأخرى لهذا القرميد في مقاومته لدخول ماء المطر وذلك لحقيقة أن قطع القرميد، كما يبينه الاسم، تتشابك مع بعضها بواسطة بروزات وأخاديد متقابلة.



الشكل 29.10 قطع قرميد سنام على شكل قلنسوة



الشكل 30.10 تفصيلات القرميد المتشابك

غيَّرت مواصفات هذا القرميد أيضاً نمط التركيب. فمع وجود عدد كبير من الصيَغ الخاصة للقرميد المتشابك لا توجد حاجة للَّصق عند التركيب، ومن ثمَّ يمكن أن يُمدّ القرميد على شكل صفوف مستقيمة على طول منحدر السقف. هذا يعني إضافة إلى أشياء أخرى، عدم الحاجة لاستخدام قطع القرميد الخاصة ذات العرض الذي يعادل مرة ونصف عرضَ القرميدة المعيارية، ووجود سماكة واحدة للقرميد على امتداد مساحة السقف في ما عدا مناطق التراكب الرأسي، حيث تتوضَّع نهاية إحدى قطع القرميد فوق رأس القطعة المجاورة. يبين الشكل 30.10 مقاطع في هذا النوع من التغطية بالقرميد قريبةً من تفصيلات الحرف والأفاريز.

وبما أنه لا توجد في هذه الصيغة سوى طريقة تراكب بسيطة فقط، فهي تُعرف باسم الغطاء ذي التراكب الفردي.

تمرين

- وضِّح اختلافين موجودين بين مبادئ مدّ أغطية السقف بالقرميد المتشابك وبالأردواز.
- ما هي وظيفة طبقة اللباد وأين تُنهى هذه المادة؟
- أين تُستخدَم بلاطات الأردواز المُثقَّبة في المركز مقارنة مع المُثقَّبة عند الرأس؟

4.10 صيَغ السقف المُستوي

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستغدو قادراً على فهم الصيَغ المختلفة التي يأخذها السقف المُستوي.
- وستدرك أهمية التفصيلات لمنع التكاثف ضمن السقف.
- وستفهم مواصفات الأداء المختلف للصيغ المختلفة.

نظرة عامة

إن اسم تشييد السقف "المُستوي" يكون أحياناً مغلوطاً، إذ تحتاج هذه الصيغة إلى ميل في السقف بمقدار 1/ 80 بالحد الأدنى لتصريف ماء

المطر. ستجري مناقشة السُّبل التي تُحقق هذا الميل في ما بعد.

يُنصح بتجنُّب هذه الصيغة التشييدية للسقف قدر المستطاع، وذلك بسبب سِجلِّ أدائها الضعيف في ما يخص الصيانة والكتامة. بشكل خَشن، يمكننا في الأسقف المائلة تحقيق فترة خُلوّ من المشاكل تعادل ثلاث إلى أربع مرات مثيلتها في الأسقف المستوية، واليوم يعني مصطلح العارضة الجمالونية الاقتصادية أن كلفة السقف المائل المُغطى بالقرميد تعادل تقريباً كلفة السقف المستوي. إلا أن ظهور المواد البولميرية الحديثة ومواد أخرى عزَّز من أداء الأسقف المستوية بشكل كبير.

تظهر المشاكل إما نتيجة لتلف الغطاء الخارجي، أو من تكاثف بخار الماء ضمن نسيج السقف حيث يقابل الهواء الداخلي الرطب والدافئ سطوحاً باردةً تقارب درجة حرارة الخارج.

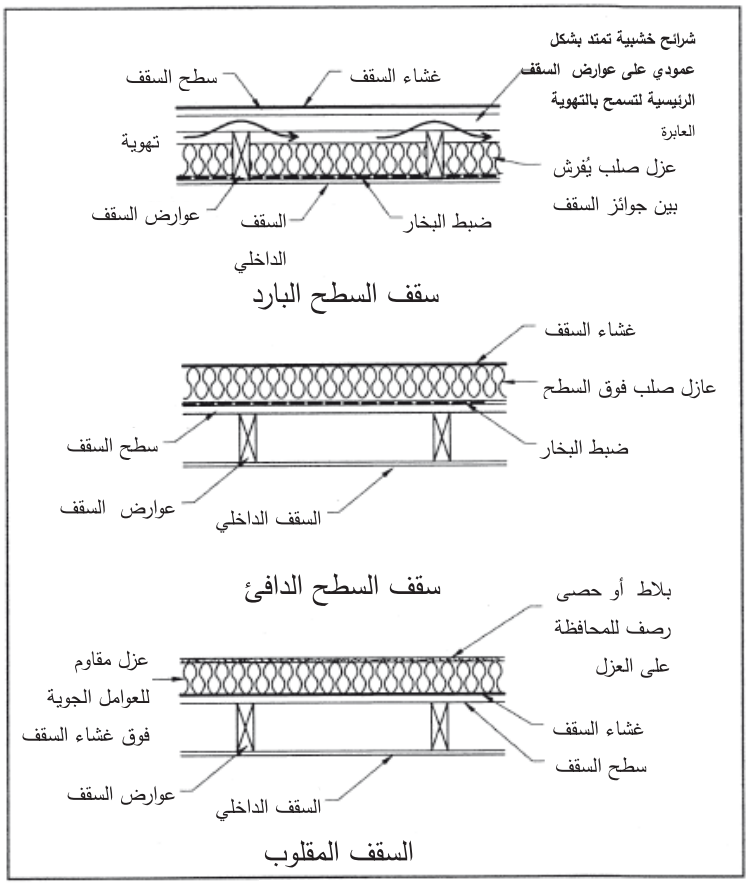
في محاولة لتحسين أداء السقف المستوي في ما يخص مشاكل التكاثف الداخلي، تغيَّرت تفصيلات التشييد للأسقف المستوية في السنوات الأخيرة: فقد تحسَّن كثيراً حلُّ تهوية **السطح البارد** الذي يُمثِّل الصيغة الأصلية للسقف المستوي.

يوجد ثلاث صيَغ رئيسية للسقف المستوي يمكن تمييزها من خلال مَوضع العزل الحراري نسبة إلى الأجزاء الأخرى من التفصيلة (وعلى وجه الخصوص السطح). يبين الشكل 31.10 الصيغ الرئيسية الثلاث المُمكنة للسقف المستوي، لكن يجب تذكُّر أنه في معظم الحالات، وبشكل خاص في السكن، تُستخدم تفصيلة السطح البارد على نحو واسع. أما صيغتا السطح الدافئ والسطح المقلوب فَلهما أداء أفضل في ما يخص منع التكاثف والديمومة. لكن استخدامها مُنتشر في صيغ التشييد غير المنزلية، ومن ثمَّ سنبحثها بالتفصيل في المجلَّد الثاني من هذا الكتاب.

السقف المستوي ذو السطح البارد

كما يُبين الشكل 31.10 يسمى السقف بهذا الاسم بسبب حقيقة أن العزل الحراري موضوعٌ تحت السطح. وهذا موضع جيد لاعتراض الحرارة

الصاعدة من المبنى، لكنَّه أيضاً يعزل السطح الخشبي ويتركه بارداً أيضاً، ويوفر سطحاً يمكن أن يتكاثف عليه الهواء الدافئ الرطب. وقد درجَ استخدام حاجز بخار مثل صفيحة من البوليثين (على الجانب الدافئ من العزل) لمنع وصول الهواء المُحمَّل بالرطوبة إلى السطح البارد، لكن هذا الحجز يصعب تحقيقُه بنجاح.



الشكل 31.10 أنواع تصاميم السقف المستوي

إن الخشب الذي يُستخدَم عادة في هيكل السقف هو مادة ماصة للرطوبة، ما يعني أنه يمتص ويصدر رطوبة. وهو يتمدَّد عند امتصاصه رطوبة، ويتقلَّص وغالباً يتشوَّه عند فقدانه الرطوبة. إذا سبَّب التكاثف

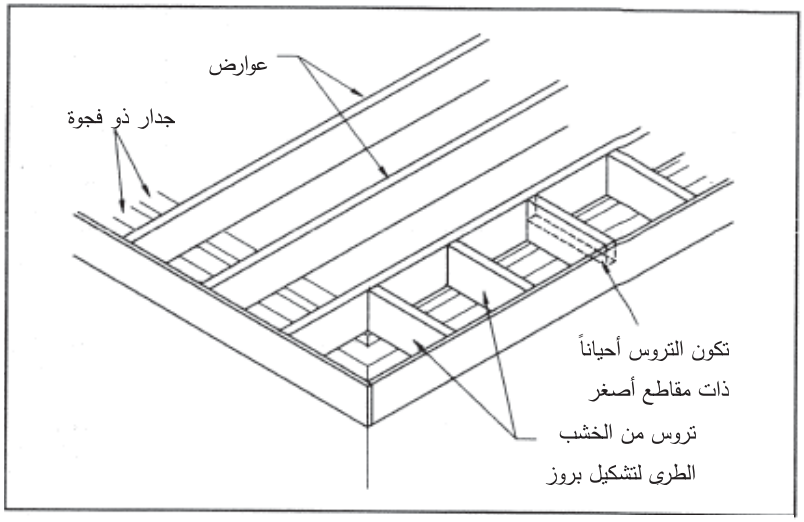
امتصاصاً للرطوبة في الخشب فقد نصل إلى مستوى من الرطوبة تنمو معه فطريات يمكن أن تؤدي إلى نتائج مُدمِّرة على السلامة البنيوية. إن تحقيق التهوية العابرة من جانب إلى جانب في السقف المستوي من طريق استخدام أفاريز سفلية أمر صعبٌ مقارنة مع تحقيقها في الأسقف المائلة كما ذُكر سابقاً. تقتضي قوانين البناء أن تكون فجوة التهوية مكافئة لفجوة متَّصلة بعرض 25 مم للأسقف المستوية ذات المجاز لغاية 5 م، وبعرض 30 مم لمجازات بين 5 و10 م.

يتألف الجسم الرئيسي للسقف المستوي، كما يبينه الشكل 32.10، من عوارض خشبية موضوعة على مسافات مركزية 400 مم لتُناسب مقاسات الألواح الجصيّة التي ستُثبَّت على الجانب السفلي للعوارض لتُشكِّل السقف الداخلي. ويجب تطبيق الوثيقة A المعتمدة من قوانين البناء – الهيكل، في ما يخص تصنيف ومقطع الخشب الذي سيستخدم في المساحات الخالية المحددة في التصميم. وكما في حالة السقف الخشبي المائل، توضع صفيحة جدار خشبية فوق القشرة الداخلية للجدار ذي الفجوة لتوفير منصّة للعوارض، ولنشر أحمالها على طول الجدار. عندما تمتد العوارض عبر المبنى، يمكن أن تكون بطول يُحقِّق بروز السقف المرغوب. تسمح أطوال قصيرة من عوارض تُسمى "تُروس" توضع عمودياً على امتداد العوارض بتشكيل بروزات في الجانبين الآخرين من المبنى.

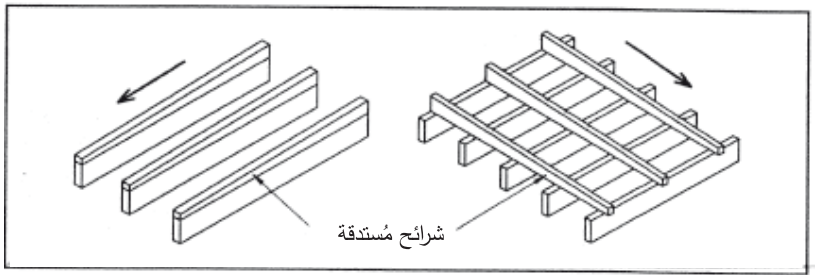
يمكن تحقيق الميل المطلوب لإزاحة ماء المطر عن السقف (والذي من المفروض أن يكون ميله 1/ 80 بالحد الأدنى) باستخدام مقاطع أصغر من الخشب توضع فوق العوارض الرئيسية؛ توضع هذه الخشبات إما على امتداد العوارض الرئيسية أو متعامدة معها، كما يمكن أن تكون مُستدقة الطرف (شرائح[3] (Furrings)؛ الشكل 33.10) أو ذات أبعاد متناقصة على امتداد السقف لتحقيق الانحدار المطلوب.

(3) في المملكة المتحدة تسمى (Firings)، وهي شرائح خشبية بعرض 50 مم مُستدقة الطرف تُثبَّت فوق عوارض السقف الخشبية لتوفير الميل المطلوب (المترجم).

يُثبَّت السطح، وهو من الخشب الرقائقي غالباً، فوق هذه الخشبات لإقامة سطح مستوٍ يمكن وضع غطاء السقف عليه.



الشكل 32.10 هيكل سقف مستوي يعتمد على العوارض



الشكل 33.10 شرائح خشبية مُستدقة الطرف لتوفير الميل المطلوب

عند تثبيت اللوح الجصّي على الجانب السفلي من العوارض لتشكيل السقف الداخلي، تظهر فجوة بين العوارض وبين اللوح الجصّي والسطح، وفي هذا الفراغ يوضع العزل الحراري. غالباً ما يكون هذا العزل غطاء على شكل لفافة من الألياف تُمَدُّ فوق اللوح الجصّي بين العوارض. إذا أردنا تحقيق تهوية عابرة عبر الأفاريز لمنع التكاثف، فثمة حاجة لوجود فراغ كافٍ بين أعلى طبقة العزل والجانب السُّفلي من السطح.

ستجري تغطية الصيّغ الأخرى لهيكل السقف والأغطية المرتبطة به في المجلَّد الثاني.

تمرين

- عرِّف: التروس
  الشرائح المُستدقّة
  صفيحة الجدار
- ماذا يُميِّز السقف المستوي ذا السطح البارد عن السقف المستوي ذي السطح الدافئ؟

5.10 أغطية السقف المستوي

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستغدو قادراً على إدراك المكونات الأساسية لأغطية السقف المستوي.
- وستغدو مُلماً بالتفصيلات المطلوبة في محيط السقف وعند الوصلات مع بقية أجزاء هيكل المبنى.

السقف ذو اللبّاد المُركَّب

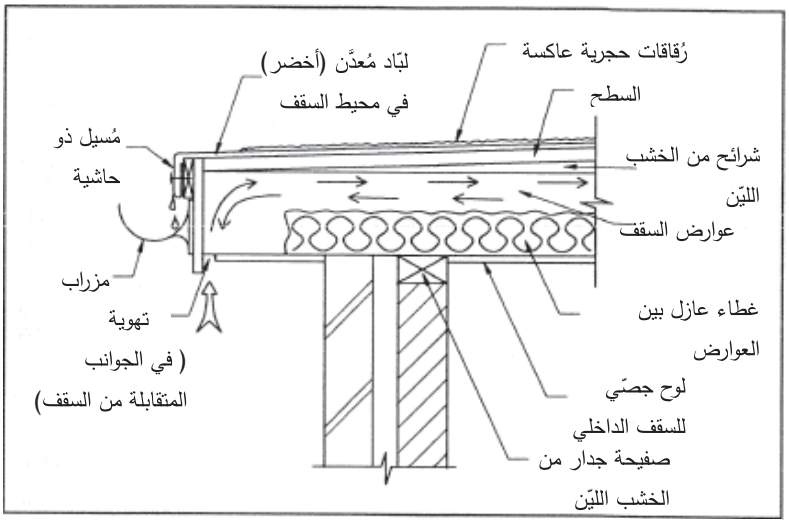
يُعدَّ اللبّاد البيتوميني[4] (Bituminous Felt) الموافق للمعيار البريطاني **BS 747** الصيغة الأصلية لغطاء الأسقف المستوية في المنازل وفي غيرها من التطبيقات الأخرى. توجد عادة عدة طبقات في الغلاف الواحد، ويُعدُّ وجود طبقتين أو ثلاث طبقات نموذجياً. ثمة تصنيفان للَّبّاد مُدرجان ضمن مواصفات المعيار البريطاني، وعادة ما تكون الطبقات السفلية والمتوسطة والعُلوية للغطاء من تصنيفات مختلفة.

يُفرش الغطاء مباشرة من اللفافة فوق مركَّب بيتوميني يعمل بوصفه لاصقاً يُطبَّق إما بارداً أو ساخناً. وبما أن استقرار هذه الصيغة لغطاء السقف يمكن أن يتزعزع بفعل حرارة الشمس، تُفرش فوقها طبقة من رقاقات

(4) لبّاد بيتوميني [قارّي] أو حُمَرّي (مُضاف إليه القطران) (المترجم).

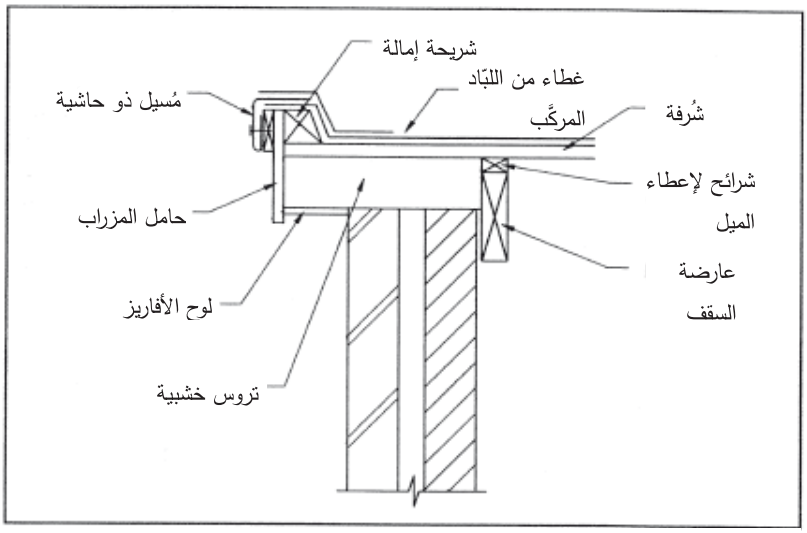
حجرية بيضاء مغروسة في القطران لتعكس الحرارة الشمسية بعيداً عن اللبّاد. يساعد وزن الأحجار أيضاً على تثبيت الغطاء في موضعه. اتُّبعت في السنوات الأخيرة طريقة جديدة تتمثَّل في دهن سطح الطبقة العُلوية من الغطاء بطلاء فضّي عاكس.

في مُحيط الأسقف ذات اللبّاد، من الأفضل عدم وضع رقاقات حجرية، إذ إن التعرُّض للعوامل الجوية قد يُسبِّب إزاحتها من مكانها، ولهذا تُستخدم في تلك المناطق طبقة من اللبّاد القوي مناسبة للفرش من دون استخدام الرقاقات الحجرية. هذا اللبّاد مُعدَّن ويمكن تمييزه عن الأنواع الأخرى للبّاد بسهولة إذ إن له طبقة كريستالية خضراء ناعمة على سطحه. عند تصريف ماء المطر من سطح اللبّاد نتيجة للميل الذي أُنشئ في السقف الخشبي، فإن إحدى حواف السقف فقط تحتوي على مزراب (الشكل 34.10).

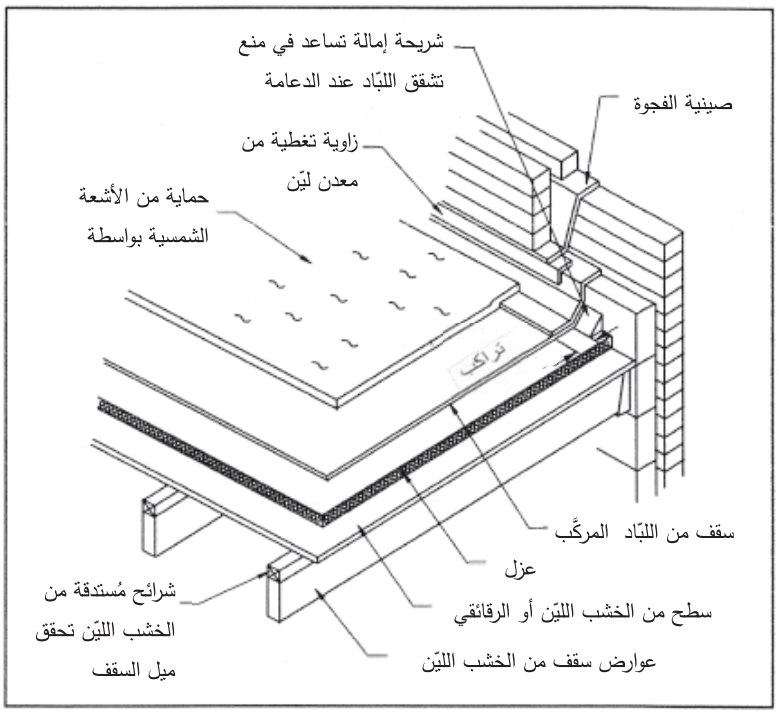


الشكل 34.10 سقف مستوي – تفصيلة الأفاريز

تُرفع حوافّ السقف الثلاث الأخرى في محاولة لإبقاء الماء على السقف أثناء انسيابه نحو المزراب. يبين الشكل 35.10 شريحة زاويّة خشبية تُستخدم لرفع حافة السقف والتروس اللازمة لحمل هيكل السقف فوق الجدار الخارجي.



الشكل 35.10 تفصيلة الحافة



الشكل 36.10 الوصل بين السقف المستوي والجدار ذي الفجوة

عند التقاء السقف المستوي المُغطى باللبّاد بجدار متاخم، يُمَدُّ اللبّاد فوق وجه الجدار وتُستخدم قطعة معدنية تُثنى ضمن جدار الآجر لمنع دخول المطر. ولتجنُّب الزوايا القائمة في اللبّاد، تُستخدم شريحة خشبية ذات مقطع على شكل مثلث لكسر الزاوية كما يبينه الشكل 36.10.

يُغطّي المجلد الثاني من هذا الكتاب الصيَغ الأخرى لأغطية السقف المستوي متضمنة بعض البدائل الأكثر حداثة من اللبّاد البيتوميني.

تمرين

- ماذا نَستخدم إذا كان على اللبّاد أن يُغيِّر اتجاهه بزاوية 90 درجة (عند مدِّه فوق الجدار مثلاً)؟
- ارسم مُسيلاً ذا حاشية لغطاء سقف من اللبّاد البيتوميني.

دراسة مقارنة : الأسقف

الخيار	المزايا	العيوب	متى يستخدم
هيكل السقف المائل السقف المقطوع: مُشكَّل في الموقع	- صيغة مرنة - يمكنه التعامل مع أشكال صعبة - رخيص للأعمال صغيرة الحجم	- مُكلِف للأعمال الكبيرة - بطيء التشييد - إمكانية ظهور مشاكل نوعية بسبب التشييد في الموقع	- تشييد سقف وحيد أو أسقف على نطاق صغير - تشكيلات السقف المعقَّدة أو عند تعديل الأشكال المعيارية للسقف المائل
سقف العارضة الجمالونية	- رخيص للأعمال الكبيرة - تصميم السقف من المُصنّع - تُنقل الأحمال إلى الجدران الخارجية فقط - تجميع في المعمل يضمن ضبط الجودة - إمكانية وجود مجازات طويلة	- يحتاج وقتاً مُسبقاً للتصنيع - قد تحدُّ العناصر المعيارية من المرونة - نقل وتخزين وتجميع عناصر كبيرة - إمكانية فقد فراغ فجوة السقف إلا إذا استُخدمت جمالونات محددة	- أصبحت الأسقف الجمالونية الصيغة المعيارية في بناء المنازل الحديثة
أغطية السقف المائل الأردواز	- مظهر جميل - طيف واسع من المقاسات - يمكن تشذيبه بسهولة في الموقع	- مرتفع الثمن - إمكانية تلف ثقوب التثبيت - التثبيت المضاعف للطبقات يُبطئ العملية	- إن انتقاء الأردواز أو القرميد هو قرار ذاتي يعتمد على محددات الجمالية والمتطلبات الوظيفية والكلفة. من المؤكَّد وجود عدة خيارات ممكنة لأي حالة مُعطاة

القرميد العادي	- متوفّر بطيف من الألوان والتركيب - صلب	- يحتاج إلى عدد كبير من القطع لتغطية مساحة معينة - التثبيت المضاعف للطبقات يُبطئ العملية	
القرميد المُتشابك	- رخيص - تثبيت بطبقة واحدة يضمن سرعة التثبيت - متوافر بطيف من الألوان والتركيب - صلب	- ثقيل - صعب التفصيل للمساحات الصغيرة	

دراسة مقارنة : الأسقف (تتمة)

الخيار	المزايا	العيوب	متى يستخدم
هيكل السقف المستوي سقف السطح البارد	- رخيص الثمن - سهل التشييد - ذو سماكة قليلة لأن العزل موضوع ضمن الهيكل	- يحتاج لتهوية لمنع التكاثف - إمكانية ظهور حركة تفاوتية بين الغطاء والسقف	- نادر الاستخدام في بناء المنازل - يُستخدم للمباني المُلحَقة و للمرآب
سقف السطح الدافئ	- لا يحتاج إلى تهوية - يقاوم السطح الدافئ الحركةَ التفاوتية للغطاء	- مُكلف - إمكانية أن تُخرِّب حركةُ المرور العزلَ	- خيار أكثر حكمة من خيار السطح البارد ولكنه ما زال نادر الاستخدام في المنازل
السقف المقلوب	- حماية الغشاء الكتيم - لا يحتاج إلى تهوية - عزل قابل للتحسين	- صعوبة في تحديد مكان التسريب عند حدوث عطل - إمكانية تخرُّب العزل - يحتاج لغطاء سطح واقي - مُكلف	- خيار أكثر حكمة من خيار السطح البارد ولكنه مازال نادر الاستخدام في بناء المنازل
أغطية السقف المستوي التغطية باللبّاد	- رخيصة - تقنية مألوفة	- تعاني الصَغ القديمة من مدى حياة قصير - تعاني العملية المتعددة الطبقات من مشاكل في ضبط الجودة - تفسُّخ بسبب حرارة الشمس - مشاكل مع الحركة التفاوتية	- نادراً ما تستخدم الأسقف المستوية في بناء المنازل. وتستعمل عادة في المباني المُلحقة وفي المرآب وما شابه
التغطية بالمطاط	- تقنية وحيدة الطَّبَقة غالباً - فترة حياة مديدة - قادر على التعامل مع الحركة التفاوتية	- مُكلفة - قد يعاني غطاء الطبقة الواحدة من عطب محليّ	

التغطية بالإسفلت	– التطبيق السائل عادة مرن – التطبيق المتماسك يُغني عن العوارض	– إمكانية الانزلاق على الأسطح القائمة – تفسُّخ بسبب حرارة الشمس	– تُستخدم عادة مع مُنشأ سقف خرساني

6.10 نظام صرف السقف ومداخن السقف

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على تحديد التفصيلات المتنوعة الممكن توظيفها لجمع ماء المطر من الأسقف.
- وستدرك المسافات التي تَبرزها أغلفة مسارب المواقد المحمية فوق سقف المساكن.

نظام صَرْف الأسقف المائلة

يتضمن هذا النظام استخدام المزاريب، والأنابيب النّازلة، والقواديس، والمصارف السقفية، والتفصيلات الخاصة المُستخدمة في حلول السقف المزوَّد بحاجز.

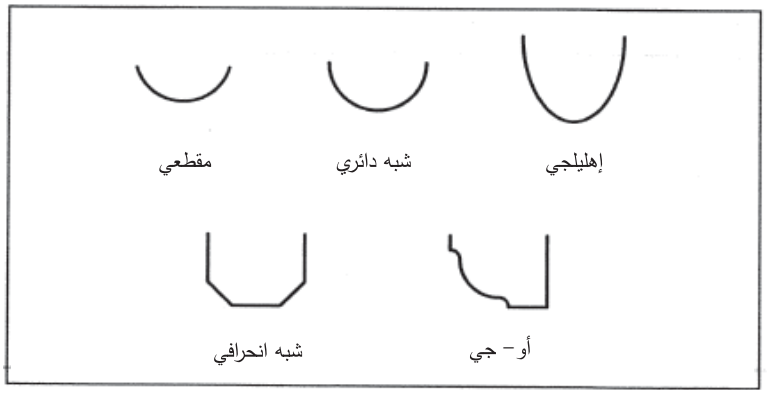
إن الطريقة التقليدية لجمع مياه الأمطار من الأسقف المائلة هي نظام مزراب ماء المطر والأنبوب النازل، والتي تعرف مجتمعة باسم **بضائع ماء المطر للمبنى**.

صُنِّع المزراب على مدى السنين من مواد متعددة - الخشب، والخشب المُبطَّن بالرصاص، الإسمنت الأمينتي، والفولاذ الصب – أما اليوم فإن المزراب المُصنَّع من البلاستيك هو المُهيمن. هناك الكثير من أشكال المزراب المختلفة ذات المظهر العام المختلف، لكن يجب أن نتذكَّر أنّ الاهتمام الرئيسي يتعلَّق بسعة نقل الماء في المزراب وقُدرته على التعامل مع انسياب الماء من مساحة السقف المعنية.

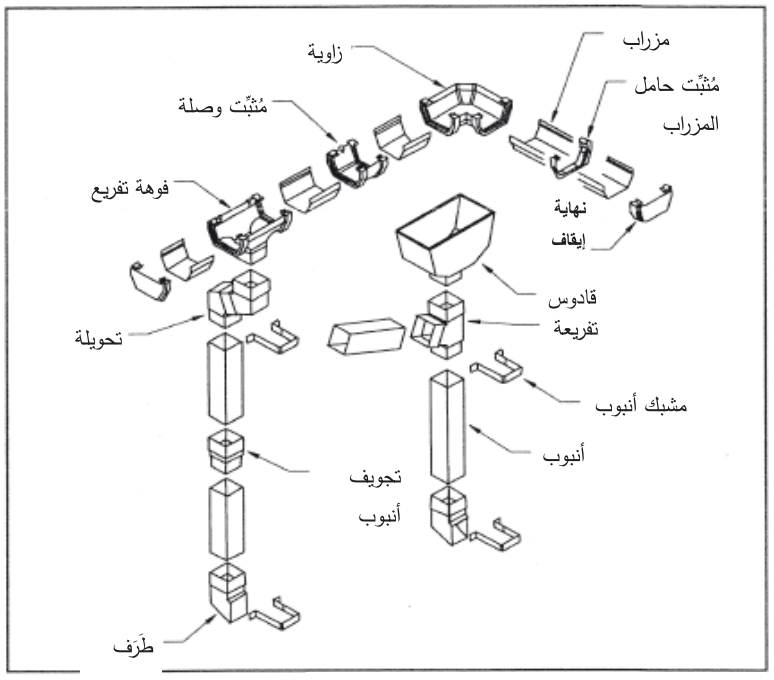
يبين الشكل 37.10 مقاطع المزراب المختلفة، حيث للمزراب ذي المقطع الإهليلجي أو الانسياب العميق السعةَ الأكبر.

عند استخدام مزراب ذي مقطع يحتوي على زوايا، مثل المزراب الشبه الانحرافي، يكون أنبوب التصريف النازل مُضلَّعاً وليس دائرياً. تشمل

المقاطع البلاستيكية النمطية المربَّع والمستطيل والدائرة.



الشكل 37.10 مقاطع مزراب ماء المطر

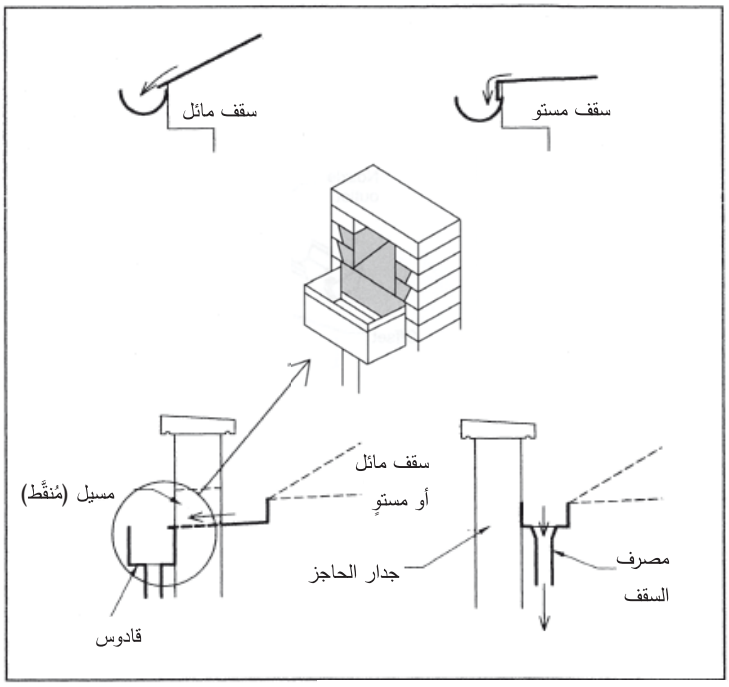


الشكل 38.10 مصطلحات بضائع ماء المطر

يبين الشكل 38.10 مزراباً شبه انحرافي مع أنبوب نازل مُربَّع الشكل لتوضيح بعض المصطلحات المُطبَّقة على أغراض ماء المطر.

في الحالات التي يمتد فيها الجدار الخارجي أعلى من مستوى الأفاريز ليشكِّل حاجزاً، يجب تشكيل المزراب في هيكل السقف خلف الحاجز، حيث تُمدُّ وصلة من المزراب إلى أنبوب التصريف النازل. يبين الشكل 39.10 هذه التفصيلة كما يُجمِل خيارات جمع ماء المطر من محيط السقف ومن خلف الحاجز.

يُنقل الماء المُجمَّع في مزراب الحاجز إلى أنبوب التصريف النازل بإحدى طريقتين. فإما أن يؤخذ عبر مَسيل مُشكَّل في جدار الحاجز إلى فتحة القادوس في أعلى أنبوب تصريف ماء المطر، أو أن تُفرَّغ عبر مُلحق مصرف السقف إلى أنبوب نازل داخلي.



الشكل 39.10 خيارات جمع ماء المطر

مداخن السقف

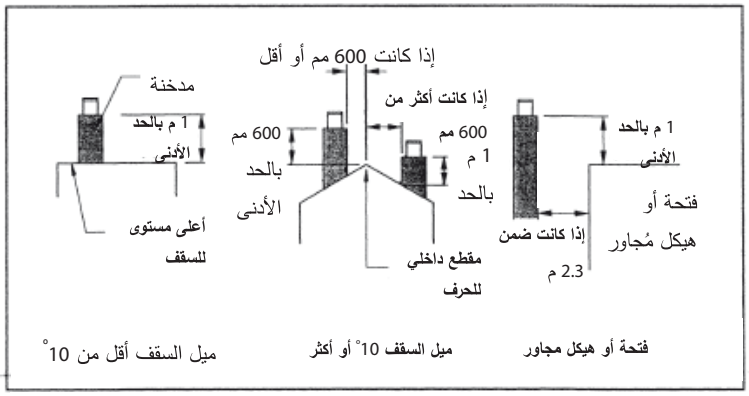
يحتوي كثير من المنازل الحديثة أنظمة تصريف للغازات لنقل الانبعاثات من المواقد التي تعمل بالغاز الموضوعة في الصالون الرئيسي إلى الهواء الطلق عند مستوى حرف السقف. هذه المسارب موضوعة ضمن أعمال بلوك التقسيمات الداخلية إذ إنها ذات سماكة مشابهة لسماكة البلوك. وتُستخدم نهاية حرف خاصة (شبيهة بقرميد الحرف) عند نقطة الانبعاث إلى الهواء.

هذه المسارب محدودة في سعتها وهي قادرة فقط على التعامل مع نواتج الاحتراق من التجهيزات التي تعمل بالغاز، التي غالباً ما تكون ذات سعة انبعاثات صغيرة. بالإضافة إلى أن إمكانية حدوث حريق ضمن هذه المسارب محدودة جداً، لكن هذا لا ينطبق على مسارب المواقد التقليدية المفتوحة التي تتطلَّب تشييد مداخن في السقف.

تحرق المواقد المفتوحة الموضوعة في الصالون الرئيسي الفحم الحجري، وفحم الكوك، وجذوع الأشجار، مُولِّدة كمية كبيرة من مخلفات الاحتراق، ومن ثمَّ تحتاج إلى مسارب ذات سعة أكبر بكثير من تلك المطلوبة للتجهيزات التي تعمل بالغاز.

تُبطَّن مسارب المواقد المفتوحة ببطانة صلصالية على طول مسارها إلى مكان الانبعاث عند قِدْر المدخنة. لهذه البطانة عدة وظائف، إلى جانب احتواء الدخان الناتج من الاحتراق.

إن إمكانية حدوث حريق ضمن هذه المسارب عالية جداً، ولهذا فإن الاتجاه العام هو إحاطة البطانة بغطاء من الآجرّ غير قابل للاحتراق. يمتد هذا الغطاء عبر المبنى وعبر السقف وأبعد من ذلك، لتلبية متطلبات قوانين البناء للوقاية من الحريق. يبين الشكل 40.10 أبعادَ الغطاء المطوِّق غير القابل للاحتراق لأجل حالات سقف مختلفة. تذكَّر أن الأبعاد المُبيَّنة تتعلق بالغطاء غير القابل للاحتراق وليس بقِدْر المدخنة.



الشكل 40.10 طوق غير قابل للاحتراق لمسارب المواقد المفتوحة

تمرين

- ما هو اسم المكونات المجتمعة للمزراب وأنابيب ماء المطر؟
- سمِّ تجهيزتين تُستخدمان في المزراب واثنتين تُستخدمان في أنبوب التصريف النازل.
- وضِّح أين يمكن أن تَستخدم تجهيزة مصرف سقف.

7.10 العزل الحراري ومنع التكاثُف

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستدرك الخصائص التي تساهم في تأثيرات التكاثُف.
- وستغدو مُلمّاً بالصعوبات المرتبطة بالتكاثُف في الأسقف.
- وستدرك الفرق بين التكاثُف السطحي والتكاثُف الخِلالي.

نظرة عامة - آلية التكاثُف

ينتج التكاثف عندما يطلق بخار الماء الموجود في الهواء ليصبح قطرات سائلة؛ على أسطح المبنى الداخلية الباردة غالباً. يحدث هذا التكاثف عند درجة حرارة حَرجة تُسمى **نقطة الندى**، وهي تعتمد على درجة الحرارة والرطوبة النسبية (مقدار النداوة في الهواء). يُمكننا القول أنه كلمّا

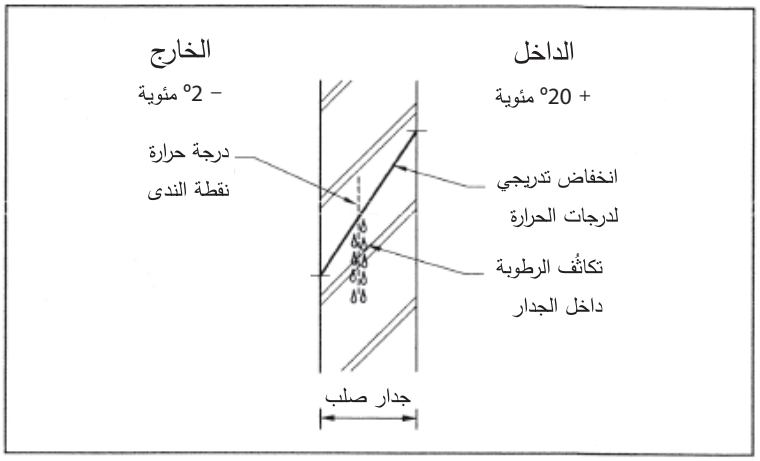
كان الهواء أدفأ كلمّا كانت قدرته على حمل الرطوبة أكثر، لكن هناك حدّاً عندما تصل نسبة الرطوبة في الهواء إليه نقول إنّ الهواء أصبح مُشبعاً.

إن مستوى الرطوبة النسبية في المملكة المتحدة عادة ما بين 50٪ إلى 70٪، بينما في المناطق القريبة من خط الاستواء، تكون مستويات الرطوبة قريبة من 100٪.

نقطة الندى هي درجة الحرارة التي يطلق فيها بخار الماء من الهواء المُشبع به ليصبح سائلاً، وهي تتغير وفقاً للحالات الإفرادية.

يمكن أن نواجه نوعين من التكاثُف: **التكاثُف السطحي**، الذي نلاحظه على السطح الداخلي للنافذة في الشتاء، **والتكاثُف الخِلالي**، الذي يحدث عند الوصول إلى درجة حرارة نقطة الندى الحرجة في جسم العنصر (ضمن السقف أو ضمن الجدار).

لشرح التكاثُف الخِلالي من الأسهل أن نبحث حالة جدار خارجي في الشتاء. يتتبع الشكل 41.10 انخفاض درجات الحرارة بينما نتجه إلى الوجه الخارجي للجدار. من الممكن أن نُصادف درجة **حرارة نقطة الندى**، استناداً إلى الرطوبة النسبية السائدة، في منطقة ضمن الآجر، وفي هذه المنطقة تطلق الرطوبة من الهواء، مُشكِّلةً نداوة مادية ورطوبة ضمن الجدار.



الشكل 41.10 التكاثف الخِلالي ضمن الجدار

تُساعد مستويات العزل الحراري الجيدة لعناصر المبنى الخارجية (السقف والجدران الخارجية بشكل رئيسي) على إبقاء درجة حرارة الأسطح الداخلية لهذه العناصر فوق درجة حرارة نقطة الندى، مانعة بذلك حدوث التكاثُف السطحي، ومُعيقةً التكاثُف الخِلالي في مناطق من العنصر قريبة من داخل المبنى.

إن العوامل المفتاحية في ضبط التكاثُف ضمن المنازل هي:

- عزل ملائم
- تهوية مناسبة
- درجة حرارة داخلية ملائمة
- ضبط مناسب لبخار الماء المُولَّد.

وسنبحث كلاً منها بدوره.

العزل والتكاثُف

يعتبر الوصول إلى مستويات جيدة من العزل الحراري للسقف حيويّ لِمنع ضياع الحرارة، وهذا لا يُخفِّضُ كلفة الطاقة فقط بل إن له تأثير مفيد في البيئة.

يلعب العزل الحراري دوراً مفتاحياً في الاحتفاظ بالحرارة الداخلية، ومن ثمَّ في المحافظة على مستوى الحرارة في الأسطح الداخلية للعناصر الخارجية، مثل السقف والجدران. وإذا ما سُمِحَ أن تنخفض درجة حرارة هذه الأسطح الداخلية إلى درجة حرارة نقطة الندى، سيحدُث التكاثُف السطحي وستنتج الرطوبة، مُسببة التعفُّن. إن قيمة مُعامل النقل الحراري U للسقف الموصَّفة في قوانين البناء هي 0.25 واط/ م^2 كلفن (ربع واط من القدرة الحرارية تنساب عبر كل متر مربع من السقف عند وجود فرق درجة حرارة واحدة بين داخل وخارج السقف). إن إحدى طرُق تحقيق هذا المطلب هي وضع غطاء عزلٍ ليفي بين عوارض السقف الداخلي داخل الفراغ تحت السقف.

التهوية والتكاثُف

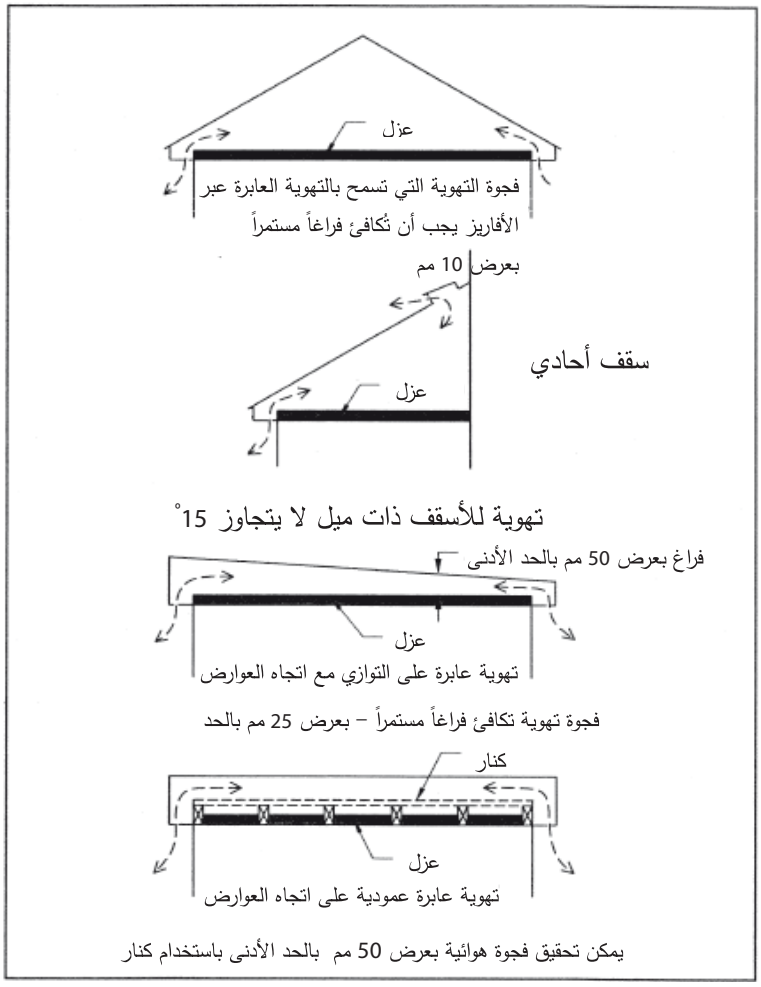
تعتبر التهوية وحركة الهواء ضمن المبنى، أو ضمن عنصر مثل السقف، حيوية لِحَمل بخار الماء المُحتَبس في الهواء بعيداً. إذا حُمِل هذا الهواء الرَّطب إلى خارج المبنى فإن فرصة حدوث التكاثُف تنخفض. نعلم أن الهواء الدافئ يصعد إلى الأعلى ونتيجة لذلك يُتوقع أن يكون الفقد الحراري عبر السقف أكبر من الفقد الحراري عبر الجدران الخارجية. وينعكس هذا في متطلبات العزل الأفضل التي تقتضيها قوانين البناء في الأسقف مقارنة مع الجدران. عندما يكون الهواء دافئاً فإن له قدرة أكبر على حمل الرطوبة (لغاية حدود تشبُّعه) كما أن الهواء الذي يتحرَّك عبر السقف الداخلي إلى الفراغ تحت السقف يحتوي دوماً على رطوبة بكميات كبيرة.

يمكن تقسيم تصميم السقف في السكن إلى صيغتين: الأسقف المائلة والأسقف المستوية. وقد اشترطت قوانين البناء لكلا الصيغتين وجود تهوية، وبشكل مثالي، تهوية عابرة تحمل الرطوبة بعيداً، كما ناقشنا سابقاً في هذا الفصل.

في الأسقف المائلة حيث يوضع العزل نمطياً في مستوى السقف الداخلي، يكون الفراغ تحت السقف بارداً نسبياً في أشهر الشتاء، بينما يكون الجانب السفلي لغطاء السقف بارداً جداً. وأي رطوبة محمولة بالهواء تصل إلى الجانب السفلي لغطاء السقف ستتكاثف على السطح الداخلي للغطاء مشكِّلة ماءً. باعتماد التهوية العابرة بواسطة الأفاريز المتقابلة، يمكن تحقيق حركة انتقال الهواء ومن ثمَّ خفض إمكانية التكاثُف. قد يُستخدم آجر مُثقَّب عبر مساحة السقف، يسمح للهواء المُحمَّل بالرطوبة بالخروج، بدلاً من التهوية بواسطة الأفاريز. يُجمِل الشكل 42.10 خيارات التهوية العابرة في أشكال السقف المختلفة.

قد يحتاج داخل المنزل، من فترة لأخرى، تطبيق ضغط الهواء من خلال تركيب مروحة (عادة عند مستوى السقف الداخلي للطابق العلوي) لدفع الهواء إلى داخل المنزل. مع ازدياد الضغط، يخرج الهواء من المنزل عبر أي طريق ممكن (على سبيل المثال، عبر الفراغات في محيط النوافذ

والأبواب). تسمّى هذه الأنظمة أنظمة التهوية ذات الضغط الموجب وهي عموماً مرتبطة المباني الحالية التي تعاني من مشاكل تكاثُف داخلي.



الشكل 42.10 تهوية الأشكال المختلفة للسقف

درجة الحرارة الداخلية والتكاثُف

إن إحدى المسائل الرئيسية هنا هي إبقاء حرارة الغلاف الخارجي للمبنى فوق درجة حرارة نقطة الندى. إذا أمكن تحقيق ذلك فلن يحدث التكاثُف.

يجب علينا دراسة صيغة تدفئة الفراغ المستخدمة، وطبيعة ومدى ملائمة تزويد الغُرف بالحرارة، واقتصاد النظام المُستخدَم. تعود مسألة الاقتصاد إلى أنه قد يكون لدينا أنظمة تدفئة قادرة من الناحية التقنية على المحافظة على درجات الحرارة المرغوبة لكنها غير مُستخدمة بكامل طاقتها لأسباب تتعلق بغلاء كلفة التشغيل. يقع ضمن هذا التصنيف كثير من أنظمة التدفئة الكهربائية، وقد أدى هذا إلى ظهور مصطلح **فَقر الوقود** – وهو حالة لا يستطيع فيها مالك البيت أن يُشغِّل نظام التدفئة بسبب كلفة التشغيل العالية.

وحتى في الحالات التي تُستخدَم فيها أنظمة تدفئة ملائمة، مثل أنظمة التدفئة المركزية التي تعتمد احتراق الغاز، إذا لم يُشغَّل النظام بشكل مناسب خلال الطقس البارد أو كان قياس المُشعّات غير كافٍ لتدفئة الغرف ستظهر مشاكل تكاثُف.

ضبط بخار الماء المولَّد

تُطلِق نشاطات معينة في المنزل كميات ضخمة من بخار الماء في الهواء يمكنها أن تُسبِّب التكاثُف. تتضمن هذه النشاطات، على سبيل المثال، تجفيف الملابس أو الاستحمام. إذا فتحنا نافذة الحمّام بعد الاستحمام وأغلقنا الباب فإن معظم بخار الماء سينتقل إلى الخارج. أما إذا تركنا نافذة الحمّام مُغلقة وباب الحمّام مفتوحاً فإن معظم البخار سينتقل إلى المنزل مما يساعد على التكاثُف.

تعتبر مزيلات الرطوبة حلاً حديثاً يُستخدم لجمع الرطوبة ويمكن أن تكون فاعلة، لكنها في الحقيقة تحجب المشكلة بدلاً من معالجتها.

في المنازل التي لا تحتوي على طرُق ملائمة للتدفئة، تُستخدم للتدفئة المحليّة مدافئ متنقِّلة تعمل بالغاز وليس فيها مداخن، لكنَّ هذا النوع من المدافئ يولِّد كميات كبيرة من بخار الماء، مما يزيد من مشكلة التكاثف.

تمرين

- لماذا من المهم أن يُمدّ آجر المدخنة إلى أعلى من غطاء السقف؟
- ماهي سماكة غطاء العزل التي تفي بقيمة U (0.25 واط/ م^2) للسقف المنزلي.

الفصل الحادي عشر

النوافذ والأبواب

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- إدراك البدائل المتنوعة المتاحة لتزويد المساكن بالنوافذ والأبواب
- فهم متطلباتها الوظيفية ومحدوديات الخيارات المختلفة
- فهم الطرق التي يُربط فيها تصميم النوافذ والأبواب مع الخصائص والمقيدات الجسدية البشرية
- استيعاب التبعات الناجمة عن تبنّي بدائل تصميمية محددة في ما يخص تلطيف الجو الداخلي
- وصف المواد والترتيبات المختلفة المُستخدمة في تزجيج النوافذ والأبواب

يحوي هذا الفصل على الفقرات التالية:

1.11 الأداء الوظيفي للنوافذ
2.11 خيارات النوافذ
3.11 التوجيه والتزجيج
4.11 أنواع الأبواب

نقطة معلومات:

- **الوثيقة** F المعتمدة من قوانين البناء، F1: وسائل التهوية
- BS 459: مواصفات مصاريع الباب الخشبية المُعشَّقة للاستعمال الخارجي
- BS 644: النوافذ الخشبية

- BS 2412: النوافذ البلاستيكية المصنوعة من مادة متعدد كلور الفينيل غير المُلدَّن
- BS 4787: مجموعة الأبواب الخشبية الداخلية والخارجية، مصاريع وأُطر الباب. مواصفات متطلبات الأبعاد
- BS 4873: مواصفات النوافذ المصنَّعة من سبائك ألمنيوم
- BS 5278: الأبواب. قياس الأبعاد وقياس الخلل في استقامة مصاريع الأبواب
- BS 6375: أداء النوافذ
- BS 6510: مواصفات النوافذ الفولاذية، والعتبات، وألواح النوافذ والأبواب
- BS 7412: مواصفات النوافذ البلاستيكية المصنَّعة من مقاطع بثق مجوَّفة من مادة متعدد كلور الفينيل غير المُلدَّن
- BS EN 14351: النوافذ والأبواب - معايير المنتج، ومواصفات الأداء
- CP 153: دليل الممارسة للتزجيج
- DD 171: الأداء الموصَّف للأبواب

1.11 الأداء الوظيفي للنوافذ

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على وصف متطلبات ومقيّدات التهوية والعزل للنوافذ.
- وسيمكنك التعرُّف على متطلبات الأداء العامة للنوافذ.
- وستفهم تداعيات تصميم النوافذ على الإضاءة الطبيعية لداخل المبنى.

نظرة عامة

توفّر النوافذ كثيراً من عناصر الأداء لحيِّز المبنى. في الفقرات الماضية من هذا الكتاب والمتعلِّقة بمتطلبات الأداء العامة لنسيج المبنى، جرت معالجة عدة نواحي، على وجه الخصوص، إما بإحداث نوافذ في الجدران الخارجية أو بالأسقف. ولهذا يمكن لمتطلبات أداء النوافذ أن تُدرس ضمن مجموعتين عامَّتين: متطلبات الأداء لنسيج المبنى التي عولجت بتوفير النوافذ، ومتطلبات الأداء الخاصة بالنوافذ بوصفها عناصر مستقلة. يمكن إجمال هذه المتطلبات بما يلي:

- التهوية

- الإضاءة الطبيعية
- إبعاد الضجيج
- إبعاد الملوثات
- العزل الحراري
- الأمن
- الديمومة
- الجمالية/ تطبيق الزخرفة
- الاستقرار/ الأداء البنيوي
- التصنيع المُستدام
- قابلية البناء

يُعتبر توفير النوافذ ضرورياً للسماح بدخول الضوء إلى داخل المبنى وبتهويته، إلا أن للنافذة أيضاً كثير من خصائص الأداء المرغوب بها كما ذُكر سابقاً. نسق النوافذ (Fenestration)، هو المصطلح المستخدم ليدلَّ على أبعاد وشكل وترتيب النوافذ على واجهة المبنى. وهو مشتق من كلمة "نافذة" باللغة الفرنسية "fenêtre".

استناداً إلى قوانين البناء، الجزء F، في ما يخصّ الغرف الصالحة للسكن والمبيت الصحّي، يتطلَّب تزويد غرفة بتهوية طبيعية توافر مساحة من النافذة قابلة للفتح تعادل 1/ 20 من مساحة أرضية الغرفة. إضافة إلى ضرورة أن يكون جزء من النافذة القابلة للفتح على ارتفاع 1.75 متراً فوق مستوى الأرضية. ويعود سبب هذه النقطة الأخيرة إلى أن الهواء الدافئ يصعد للأعلى ومن ثمَّ فإن الهواء الآسن يتجمَّع بالقرب من أعلى الغرفة.

يجب أن تحتوي الغرف الصالحة للسكن أيضاً على مساحة تهوية خلفية لا تقل عن 4000 مم^2. ولتوضيح ذلك فإن لأنبوب ذي قطر 150 مم مساحة مقطعية 17000 مم^2. يُعدَّ التنسيم سمةً لتصاميم أُطر النوافذ الخشبية والبلاستيكية والمصنَّعة من الألمنيوم ذات الأداء العالي، وهو يساهم في

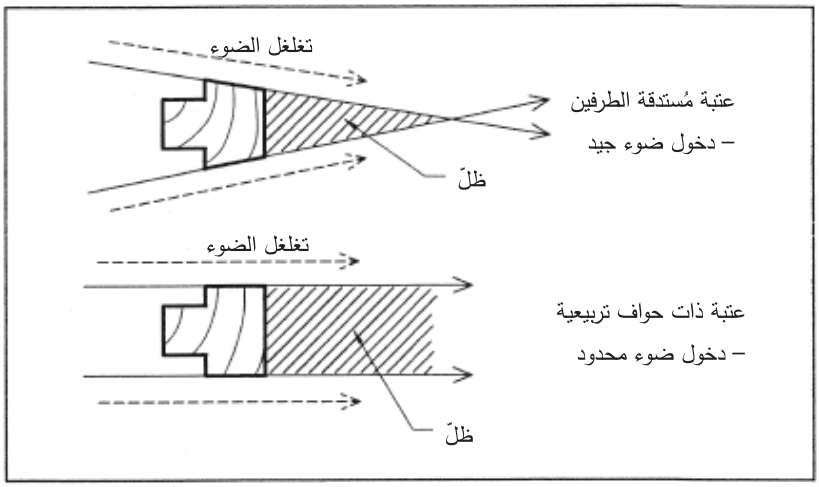
تحقيق متطلبات التهوية الخلفية. وبما أن النوافذ أصبحت أكثر دقة في تصنيعها وأصبح استخدام جوان الإحكام مُنتشراً، انخفضت كثيراً مستويات التهوية الخلفية عبر تسرُّب الهواء. ومن ثمَّ أصبح ضرورياً اعتماد مستويات تهوية خلفية يمكن التحكم فيها لضمان حركة الهواء، ولتخفيف الملوثات، ولتقليل خطر التكاثُف.

عندما لا تتحقق تهوية طبيعية عبر النوافذ القابلة للفتح، يكون الحل هو التهوية الميكانيكية واستخدام مروحة مع مجرى تصريف. وهذا يزوِّد الغرفة بالهواء النقي. يُعدُّ وضع وتركيبة النوافذ ضمن حيِّز المبنى مهماً جداً في ما يخص الأداء الإجمالي لحيِّز المبنى. وقد شهد تطوُّر المساكن عبر التاريخ تغيراً ملحوظاً في شكل وفي صيغة النوافذ. وهذا مرتبط جزئياً بالجمالية لكنه بصورة رئيسية نتيجة للتقدُّم في تقنيات إضاءة وتهوية المباني. في المباني ما قبل أيام استخدام الإضاءة الكهربائية، كانت النوافذ عموماً طويلة وضيّقة: طويلة للسماح بدخول الضوء إلى أقصى عمق ضمن الغرف؛ وضيّقة بسبب التكنولوجيا التي كانت تحدد المجازات للأساكف. ومع دخول الإضاءة الصناعية، وتطور التقنيات لتصبح الأساكف ذات مجازات أوسع، أصبحت النوافذ أعرض وأقصر.

عند البحث في دخول الضوء إلى المبنى فإن تشكيل إطار النافذة لدخول أكبر كمية من الضوء هو ميزة الإطار التي تُطبَّق. إذا أخذنا الخشب كمادة لتوضيح هذه النقطة، فإن التوجُّه يتركَّز على جعل عناصر الإطار مُستدقِّة الأطراف بدلاً من تركها ذات حوافّ تربيعية (الشكل 1.11). وكما نشاهد في الشكل، يسمح الإطار ذو الحواف التربيعية بدخول كمية من الضوء إلى داخل المبنى أقل كثيراً من تلك التي يسمح بدخولها الإطار مُستدق الأطراف.

والنوافذ هي أيضاً موضوع اهتمام الجزء L من قوانين البناء (الحفاظ على الطاقة والوقود) في ما يخصّ ضياع الحرارة، الذي يعود بشكل رئيسي إلى المواد المُستخدمة في التزجيج وليس إلى مادة الإطار. إذا درسنا عزل الحرارة المطلوب أن توفِّره العناصر الخارجية مثل الجدران والسقف، نجد

أن العزل المطلوب يظهر عادة في قيمة U (معامل النقل الحراري) التي تفرضها قوانين البناء.



الشكل 1.11 قيود الإطار على دخول الضوء

تُعادل كمية الحرارة التي تنساب عبر زجاج مفرد تقريباً 12 ضعفاً من كمية الحرارة التي تنساب عبر جدار منزل حديث.

إذا قارنّا قيمة U المطلوب أن توفِّرها العناصر الخارجية حالياً مع القيمة المطلوب أن يوفِّرها التزجيج، نجد أن الزجاج يسمح بخروج كمية كبيرة من الحرارة. إن قيمة U للتزجيج المفرد، على سبيل المثال، هي تقريباً 5,7 واط/ م^2 كلفن. هذا يعني أن الزجاج يفقد على وجه التقريب 12 ضعفاً من كمية الحرارة المسموح انسيابها عبر الجدار. وبسبب ذلك أصبح استخدام النوافذ ذات الزجاج المفرد نادراً، علاوةً على أن تبعاته على أداء الطاقة للمسكن كبيرة عند استخدام طريقة "كامل البيت" في الحساب. أصبح التزجيج المزدوج شائعاً الآن في تشييد المنازل الحديثة، كما بدأ تطوير التزجيج الثلاثي بالظهور أيضاً وذلك نتيجة لمستويات التحكم البيئي العالية التي تطلبها قوانين البناء للوصول إلى معدلات الانبعاث الهدف المناسبة.

ترتبط مقاومة تغلغل العوامل الجوية بكلٍّ من دخول المطر والهواء.

والخشب أيضاً مادة جيدة لتوضيح بعض المشاكل التي نواجهها في هذين المجالين، لأن الخشب أقل استقراراً في الأبعاد من المقاطع البلاستيكية مثلاً. فالخشب ماص للرطوبة بطبيعته؛ له القدرة على امتصاص وفقد الرطوبة من الهواء ومن التَّماس المباشر. تتغير أبعاد المكوِّن الخشبي مع تغيُّر محتوى الرطوبة فيه، يلاحظ ذلك بوضوح في تجزُّع الخشب. ستزيد هذه التغيرات أو تُنقص الفجوة بين المكوِّن القابل للفتح والإطار الذي يحتويه، وبالتأكيد لا بد من أخذ هذا الأمر بالاعتبار عند دراسة تغلغل المطر ودخول الهواء بفعل الريح. تحتوي النوافذ الخشبية القابلة للفتح على خوانق ضمن الإطار لاعتراض الماء، وهي أيضاً تلعب دوراً في مقاومة دخول الهواء (انظر الشكل 4.11 لاحقاً).

مع وجود مواد جديدة مثل البلاستيك متعدد كلور الفينيل (PVC) والذي يتمتع بأبعاد مستقرّة، أصبح التعامل مع مسألتي تغلغل المطر ودخول الهواء يجري بتضمين جوان إحكام بين المكونات المتحركة. يوقَف بهذه الطريقة دخول المطر والهواء عند وجه الوحدة، كما يمنع هذا الإحكام التغلغل الجزئي أيضاً.

لسوء الحظ أدَّت هذه التطورات في الأداء أيضاً إلى خلق مشاكل. ويعدُّ التكاثف أحد الأمثلة المتكررة لهذه المشاكل.

يمكن أن تتغير التهوية الخلفية الطبيعية للغرفة كثيراً عندما نستبدل النوافذ الخشبية ضعيفة الإحكام بنوافذ بلاستيكية جيدة الإحكام. ومع أن النوافذ ضعيفة الإحكام تسبب تسرُّب هواء وفَقْد حرارة غير مرغوب، فهي توافر مصدراً مفيداً لتغيير الهواء ضمن الغرفة. وبإزالة هذا المصدر، يصبح الهواء الراكد ضمن الغرفة المساهمَ الأكبر في التكاثُف وفي نمو العفن. إن تفحص وتيرة تغير الهواء والمحافظة عليها عند استخدام النوافذ البلاستيكية هو من اهتمامات السلطات المحلية المسؤولة عن مشاريع تحسين أنماط المساكن.

تُعتبر الديمومة إحدى الخصائص المرغوبة للنوافذ في ما يخص الأداء الوظيفي، وإلى حدٍّ ما، كان لهذه الخاصة تأثير في الطريقة التي تطوَّر من خلالها سوق النوافذ. فبعد الحرب العالمية الثانية كان الخشبُ مادةَ النوافذ المُهيمنة، ومن بين أنواع الخشب كان الخشب اللين المادة الأكثرَ استخداماً.

في السنوات العشرين الأخيرة من القرن الماضي أصبح الخشب الصلد (بشكل رئيسي خشب الماهوغاني البرازيلي) موضةً بسبب مظهره وديمومته. وفي ذلك الوقت غدا حفظ الطاقة قضية وطنية بعد أزمة الوقود في سبعينات القرن الماضي، وأصبح التزجيج المزدوج وليس المفرد مطلباً. تتطلب وحدات الخشب الصلد هذه صيانة أقل بكثير مما تتطلبه مثيلاتها من الخشب اللين، كما أصبح الصِّباغ والتشريب بالزيت أكثر شعبية من الدهان. بدأت الأمور تتحرك بالاتجاه نفسه مع ظهور وحدات التزجيج المزدوج المصنوعة من البلاستيك متعدد كلور الفينيل غير المُلدَّن، مع ميزة عدم الحاجة لتطبيق أي حماية خارجية عدا الغسيل. استمرت متطلبات العزل الحراري المتزايدة وإحكام الهواء بدفع تطوير هذه النوافذ التي تتمتع بخصائص إحكام جيدة، والتي يمكن تصنيعها بمستويات عالية من الدقَّة. ومع تطور التقنيات المرتبطة بتصميم النوافذ، كان لا بد من ظهور النوافذ الخشبية ذات الأداء العالي، والتي نجحت في المحافظة على حصة السوق من النوافذ الخشبية في قطاع بناء المنازل الحديثة.

ما زال الأمن موضوعاً مهماً في النوافذ منذ سنوات عديدة. وقد غدا استخدام مقاطع محدَّبة في تثبيت ألواح الزجاج بديلاً من المعجون [زيت بذر الكتان مع الطبشور]. يمكن تسمير المقاطع المحدبة (باستخدام مسامير) أو تثبيتها بالبراغي أو تثبيتها بمشابك على الموضع على البلاستيك).

توضع هذه المقاطع، لأسباب تتعلق بالأمن، في الجزء الداخلي وليس الخارجي من النوافذ، مثلما كانت الممارسة في الأصل.

تُحدد النوافذ غالباً بمقاسها أو بمدى فتحها الذي يعكس الحاجة الأمنية. وقد أصبح الإقفال ميزةً عامة بدلاً من استخدام سنّادات الإطار المنزلق مع المزالج ومثبتات الإطار.

تمرين

- قارن بين قيمة معامل النقل الحراري U للتزجيج المفرد مع قيمته للجدران الخارجية الحديثة، واقترح الأداء النسبي المتوقَّع.
- في الغرف الصالحة للسكن، ما هي النسبة من مساحة الغرفة المكافئة للمساحة المنفتحة من النافذة؟

2.11 خيارات النوافذ

مقدمة

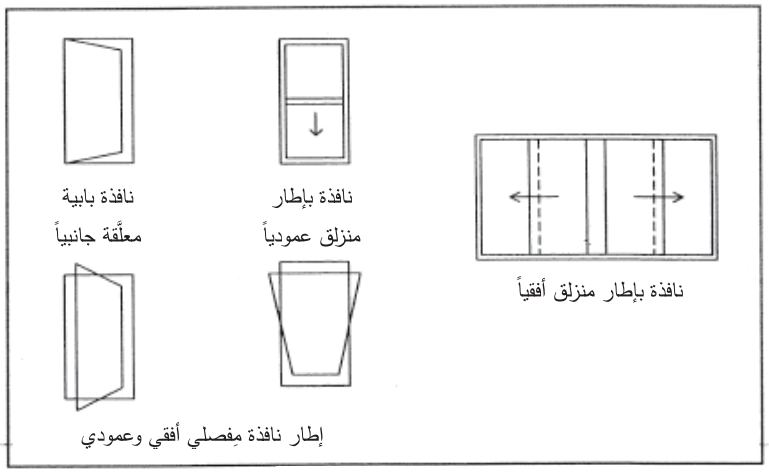
- بعد دراسة هذا المقطع ستفهم كيف نشأت القيود على قياس النافذة انطلاقاً من قدرات المستخدم.
- وستدرك الفروقات في الشكل المقطعي للإطار التي سبَّبها استخدام مواد مختلفة في النوافذ.
- وستدرك الخيارات المختلفة المتاحة لتصميم وتصنيع النوافذ، كما ستعرف مواصفات الأداء لكل نوع.

نظرة عامة

برز الفرق الرئيسي بين الأنواع المختلفة من النوافذ من الطرق المختلفة التي تُفتح فيها (الشكل 2.11). إضافة إلى ذلك يمكن تقسيم النوافذ حسب نوع آلية دعم الأجزاء التي تفتح. فإذا كانت النافذة التي تفتح مدعومة بمُفصِّلات، ندعو هذه الأجزاء التي تفتح "**نوافذ بابية**". بالمقابل إذا كانت النافذة تُفتح باستخدام صيغ دعم أخرى (مثل الارتكاز على محور) ندعو هذه النوافذ "**نوافذ بإطار منزلق**".

لا بد من الحد من مقدار فتح النافذة باتجاه الخارج وذلك لسببين على الأقل: مدى الوصول البشري، وفعل الريح الممكن على العنصر المفتوح، والذي قد يجعل التعامل مع العنصر المفتوح صعباً إذا كان كبيراً. بصورة عامة، يحدد مقدار الفتح نحو الخارج إلى ما يقارب 600 مم. لاحظ قيمة الفتح المتغيِّرة للتهوية التي نحصل عليها عند فتح نافذة بابية معلَّقة الجانب مقارنة مع نافذة مُرتكزة رأسياً. في الحالة الثانية، يفتح نصف النافذة نحو الداخل، بينما يفتح نصفها الآخر نحو الخارج مُشكلاً فتحة تهوية بمقدار يقارب 1200 مم.

ومع تقدُّم التصاميم وتقنية الحديد والمواد المعدنية الداعمة، أصبح لدينا الآن طيف من النوافذ القلابة والدوّارة التي يمكن تحريكها للسماح بتنظيف الأوجه الخارجية للنوافذ داخلياً.

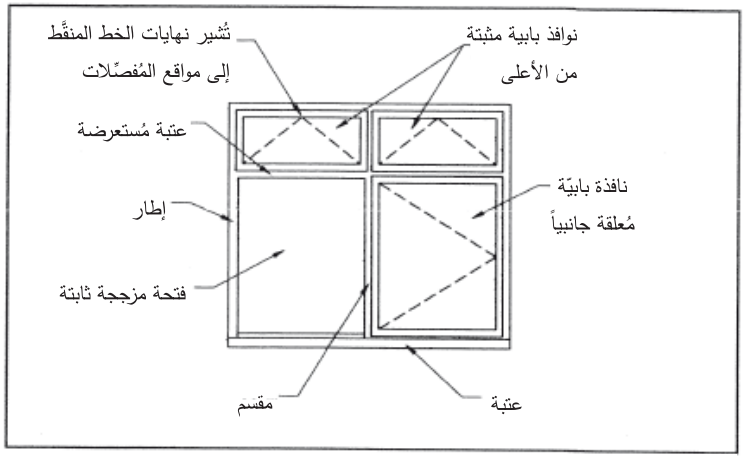


الشكل 2.11 خيارات تصميم النوافذ المُنفتحة

النوافذ الخشبية

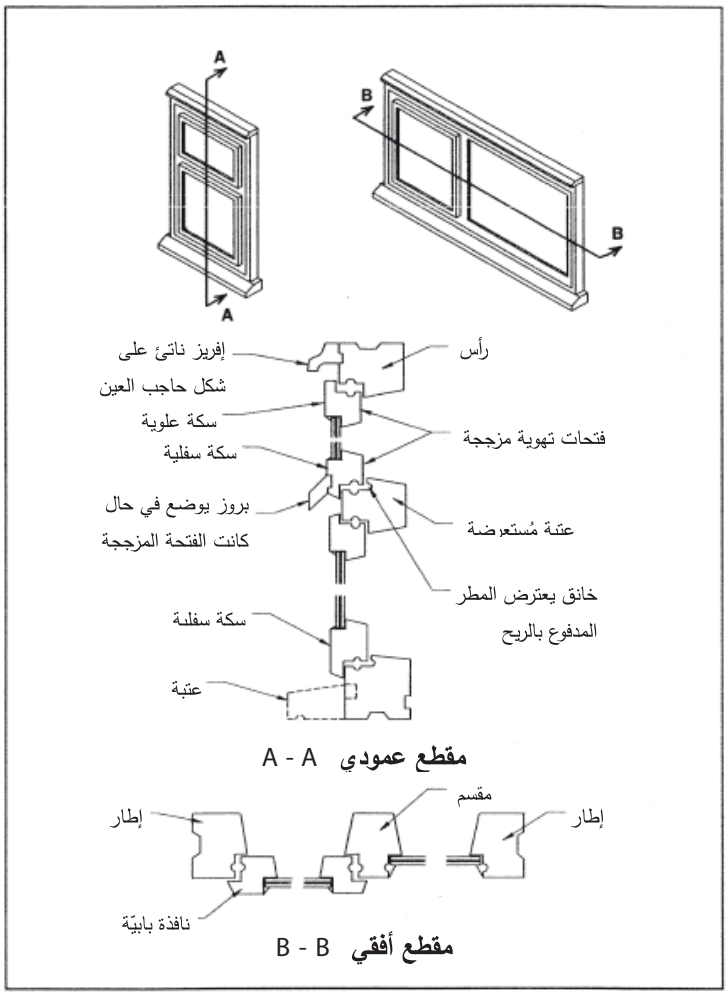
يُطبَّق حالياً المعيار البريطاني BS 644 على النوافذ الخشبية. وقد رُتِّبت هذه النوافذ في عدد من الفتحات المُزجَّجة [نوافذ إنارة] الثابتة والقابلة للفتح.

في الشكل 3.11 يمكن تمييز الفتحات المُزججة المُنفتحة بالخطوط المُنقَّطة، حيث تشير نهاياتها إلى الحواف التي تتوضَّع فيها المُفصِّلات.



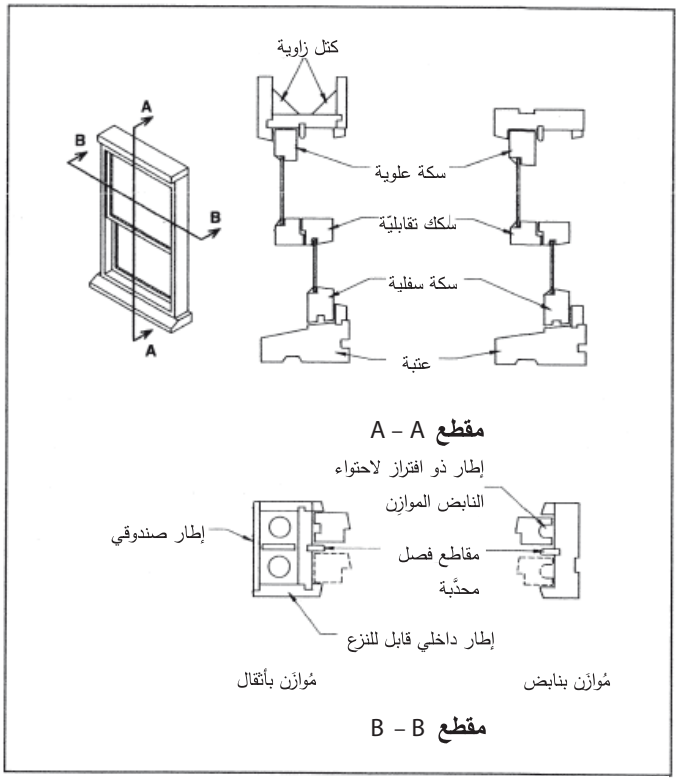
الشكل 3.11 تسميات النافذة البابية

يبين فحص الإطار ذي المقطع الخشبي المعياري، كما ذكرنا سابقاً، المقاطع الخشبية المُستدقّة المُصنَّعة للنافذة لجعل دخول الضوء إلى الغرفة أعظمياً. في الشكل 4.11 تظهر النافذة البابيّة المُعلَّقة من الأعلى، بشكل مقطعي، على أنها **فتحة تهوية**. يسمّى هذا النوع من الشكل المقطعي للإطار المحيط الداعم والمكونات القابلة للفتح "مزدوج الافتراز"، حيث يوجد الافتراز في الإطار الرئيسي وفي النوافذ المتحركة أيضاً.



الشكل 4.11 مصطلحات النافذة البابيّة

إن نافذة المنزل التقليدية التي ظهرت في منتصف القرن التاسع عشر وما زالت منتشرة إلى يومنا هذا، هي النافذة ذات الإطار المُنزلق عمودياً. تُعتبر تركيبة الحركة العمودية تركيبة فاعلة للمواد التي تتمدَّد وتتقلَّص بامتصاصها أو بفقدها الرطوبة. وتُعتبر قوة الاحتكاك إحدى القوى التي تثبِّت النافذة في وضعها عند فتحها، ولا بد من التغلَّب على هذه القوة إضافة إلى وزن الإطار المزجَّج عند تحريك النافذة. ولأجل هذا أدخل مُصمِّمو النوافذ المُبدعون أثقالاً موازِنة من الحديد الصبّ معلَّقة مع الإطار المنزلق بواسطة حبل وبَكَرة. توضع البكرة والثقل في الإطار الصندوقي الجانبي الذي يمثِّل إحدى خصائص هذا النوع من النوافذ. يَمرُّ الحبل فوق قمة البَكرة إلى خارج الإطار الصندوقي، ليُثبَّت إلى جانب الإطار المنزلق ذي الافتراز كما يظهر في الشكل 5.11.



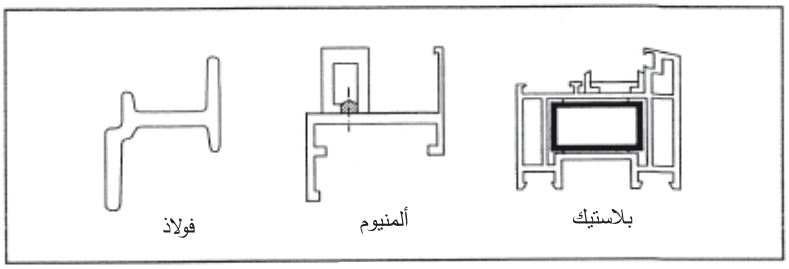
الشكل 5.11 خيارات الإطار المُنزلق عمودياً

أثبتت النافذة ذات الإطار المُنزلق نجاحاً كبيراً من حيث التصميم، لكنَّ انقطاع حبل الإطار المُنزلق في النوافذ التقليدية كان ظاهرة في النماذج القديمة لهذا النوع من النوافذ.

يبين الشكل 5.11 مقطعاً أمامياً وآخر أفقياً، إلى يسار الشكل، للنافذة التقليدية ذات الإطار المُنزلق عمودياً. ومع أن النافذة تعمل جيداً بوجود الأثقال الموازنة، فإن أوتار الحبل المستخدم بين الأطر المُنزلقة والأثقال يَبلى عادة بمرور الزمن، كما إن انقطاع حبل الإطار المُنزلق أمرٌ شائع. إن تبديلَ الحبل مهمةٌ شاقة، إذ يتوجَّب علينا فكّ الإطار الصندوقي للنفاذ إلى الأثقال الموازِنة. ولأجل ذلك، تَستخدم الأطرُ المُنزلقة الحديثة نوابضَ موازِنة بدلاً من الأوزان، وإطاراً اعتيادياً بدلاً من الإطار الصندوقي. يُثبَّت غلاف النابض على الإطار الجانبي وتُثبَّت نهايته إلى الجانب السفلي من الإطار المُنزلق. عندما تُغلق النافذة يكون النابض مشدوداً إلى أقصى مدى له، وجاهزاً للمساعدة في التغلّب على وزن الإطار المُنزلق أثناء الحركة.

مواد النوافذ الأخرى

ثمة طيف متوافر من المواد البديلة للخشب (الذي يتضمَّن طبعاً الخشب الليّن والخشب الصلد). وهذه تتضمَّن (الشكل 6.11):



الشكل 6.11 مقاطع الإطار – مواد

الفولاذ

إن النوافذ المصنوعة من الفولاذ غير شائعة في تشييد المنازل الحديثة بسبب المستويات العالية لنقل الحرارة عبر الإطار، مما ينتج مشاكل تتعلَّق

بالتجسير البارد. ومع أن استخدام الأُطُر المصنوعة من الفولاذ المُغلفن كان شائعاً، إلا أننا لا نجدها الآن إلا في المباني القديمة. تَستخدم النوافذ الفولاذية في الغالب مقاطع ذات أشكال N أو Z، حيث تُغلق النوافذ المفصلية على إطارها.

الألمنيوم

كانت أطر التزجيج المزدوج المصنوعة من الألمنيوم الرائدة في تطوّر التزجيج المزدوج في تشييد المنازل. إن القدرة على تصنيع أُطُر صلبة بمستويات عالية من الدقة أدّت إلى إحكام تامّ ضد التيارات الهوائية، وإلى إمكانية تصنيع مقاطع نوافذ كبيرة بسهولةً مما جعل الألمنيوم هو الخيار الشعبي للتزجيج المزدوج. ما زال استخدام الأُطُر المُصنَّعة من الألمنيوم المطلي بالبودرة شائعاً في المباني التجارية والصناعية، لكن استخدامها في المنازل قد تناقص كثيراً. تكون مقاطعُ نوافذ الألمنيوم مقاطعَ صندوقية للتزويد بالقوة، ومع أن المقاطع المنتجة بطريقة البَثْق تبدو مُعقَّدة إلا إنها لا تزال صندوقيةً بشكل رئيسي.

متعدد كلور الفينيل غير المُلدَّن PVC-u

تُعدُّ النوافذ البلاستيكية أكثر أنواع النوافذ استخداماً في تشييد المنازل الحديثة. إن الدقَّة العالية المُحقَّقة، والإحكام الفاعلة ضدّ المطر والتيارات الهوائية، والنقل الحراري المُنخفض، إضافة إلى مُتطلَّبات الصيانة المُنخفضة جعلت هذا النوع من النوافذ حلاً فاعلاً واقتصادياً. تكون الوحدات البلاستيكية عادة ذات مقطع صندوقي، وتحتوي على الفولاذ لتحسين قُدرات المقاومة، ولتوفِّر الأداء الأمني المطلوب.

تمرين

- لماذا يكون إطار النوافذ مُستدق الأطراف التي باتجاه داخل المبنى؟
- في ما عدا الخشب، سمِّ ثلاث مواد أخرى تُستخدم في النوافذ.
- ماذا يميِّز النافذة البابيّة عن النافذة ذات الإطار المُنزلق.

3.11 التوجيه والتزجيج

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستدرك أهمية التوجيه في أداء النوافذ.
- وستغدو مُلمّاً بالتطور الذي حدث في إنتاج الزجاج، وطيف الزجاج المُتاح، وطُرُق تثبيت الألواح الزجاجية على النوافذ.

نظرة عامة - التوجيه

توجيه المبنى هو الطريقة التي يتَّجه فيها المبنى نسبة إلى مسار الشمس. وبما إن الشمس تشرق من الشرق وتغيب في الغرب، مروراً بالجنوب أثناء حركتها [مروراً بالشمال في ما يخص نصف الكرة الجنوبي] فإن واجهة المبنى التي تقابل الشمال لن تتلقى ضوء الشمس على جدرانها مباشرة. ولهذا تأثير كبير في مقدار الحرارة الشمسية التي تدخل المبنى من طريق النوافذ، وذلك اعتماداً على موضع النوافذ وعلى قياسها.

إذا قابلت الواجهةُ الأمامية الرئيسية للمبنى الشمالَ، يوضع الجزء الأكبر من النوافذ في الواجهتين الجنوبية والشمالية، والقليل من الزجاج في الواجهتين الشرقية والغربية. ومع أنه لن يسقط ضوء الشمس على النوافذ المُقابلة للشمال، إلا أن كمية كبيرة منه ستدخل من النوافذ المُقابلة للجنوب حيث توضع الغُرف مقابلة للجنوب لتستفيد من ضوء الشمس.

عند إجراء دراسة حِفظ الطاقة علينا ملاحظة كسب الحرارة المفيد إضافة إلى فقد الحرارة، وقد كانت هذه موضع اهتمام في سنوات ماضية لأجل المباني غير السكنية. اليوم بدأ تصميم امتصاص الطّاقة الحديث يستفيد من دخول ضوء الشمس إلى المنزل لتقليل الحاجة إلى طاقة التسخين الصُّنعية وما يرافق ذلك من فوائد على البيئة.

صيَغ الزجاج

قبل اختراع طريقة انتاج الزجاج العائم التي تعود براءة اختراعها إلى السير ألاستير بيلكينغتون (Pilkington) من المملكة المتحدة، كان الزجاج

يُنتج بطريقة الدحرجة. وبما أن هذه الطريقة لا تُنتج ألواح زجاج متوازية الجانبين، فقد أنتج زجاج بدرجات مختلفة من تشويه الصورة، وبطيف من الأنواع متباينة الجودة، مثل النوعية SQ (النوعية المُنتقاة)، والنوعية SSQ (النوعية المُنتقاة الخاصة). في بعض المواضع، كما في نوافذ المحلات والمخازن، لم يكن يُتساهلُ بوجود تشوّه في الصورة، وكانت الطريقة الوحيدة لضمان أسطح مستوية ومتوازية هي التلميع والتنعيم. وكانت **ألواح الزجاج المصقولة** تُنتج بهذه الطريقة. اليوم يُنتج الزجاج المنقوش بطريقة الدحرجة فقط.

تَستخدم طريقة الزجاج العائم ممراً من قصدير مصهور تعوم فوقه مكونات الزجاج المصهورة، ومن هنا جاء اسم الزجاج العائم. والنتيجة، زجاج متوازي السطوح بشكل تام ذو سماكة تحددها سرعة مروره ضمن حجرة الفرن فوق القصدير المصهور. يمكن لسماكة الزجاج المُصنَّع بهذه الطريقة أن تكون صغيرة بقدر 2 مم وكبيرة بقدر 25 مم.

يُصنَّف الزجاج على أنه **شفّاف** (يمكنك أن ترى من خلاله بسهولة)، أو **شافّ** (يسمح للضوء بالمرور لكنه يشوه الصورة المرئية - على سبيل المثال الزجاج المنقوش المُستخدم في نوافذ الحمّامات وما شابهها)، أو **أكمد** (لا يمكنك الرؤية من خلاله بسبب خِضاب اللون المُضاف إلى المزيج). بالإضافة إلى هذه الأصناف لدينا أنواع زجاج خاصة للتحكم بالأشعة الشمسية ولحفظ الطاقة.

ثمة ثلاثة أصناف من الزجاج ضمن طيف التحكم في الأشعة الشمسية: **مُعدَّل السطح، ومُخضَّب على نحو خفيف، ومُنضَّد.** يُرسَّب في الزجاج المُعدَّل السطح طبقة عاكسة قريبة من السطح لتقليل مقدار ضوء وحرارة الشمس المسموح دخولهما إلى المبنى. أما في الزجاج المُخضَّب على نحو خفيف (عادة بلون إما أخضر أو رمادي دخاني)، فيضاف خضاب معدن إلى مزيج الزجاج، وبفعل الخِضاب فيه يمتص الزجاج الحرارة الشمسية، ويحتفظ بها، ثم يُشعها نحو الخارج. يعطينا هذا النوع من الزجاج مستويات جيدة من التحكم في الضوء. يمكن أن يُزوِّد الزجاجُ

المنضَّد بأعلى درجة من التحكم في كمية الضوء والحرارة الداخلين إلى المبنى. وكما يبينه الاسم، تُنتج هذه الألواح من قطعتي زجاج مصهورتين معاً بالإضافة إلى طبقة معدنية مُرسَّبة بين الصفيحتين. تتغير الألوان وفقاً لطبيعة المعدن المُستخدَم، وهي ذهبية أو برونزية على وجه العموم. يمنع هذا النوع من الزجاج نسبة كبيرة من الضوء ومن الحرارة من الدخول إلى المبنى (< < 80٪)، بصورة عامة للوقاية من وهج الضوء أو الحرارة المُفرطة، كما أن له تطبيقات خاصة في مناطق من العالم ذات مناخ أكثر سخونةً من المناخ في المملكة المتحدة.

يكون زجاج حفظ الطاقة من النوع المُعدَّل سطحياً ليعكس الحرارة الداخلية إلى داخل المبنى. يسمى زجاج الطاقة الذي تصنعه الشركة بيلكينغتون "الزجاج K أو كبّا العائم".

للمقارنة، نعلم أن كمية حرارة التي تنتقل عبر الزجاج المفرد ذي معامل النقل الحراري U بحدود 5.7 واط/م^2 كلفن تعادل 12 مرة ما ينتقل عبر الجدار. إذا استخدمنا تزجيجاً مزدوجاً باستخدام زجاج من النوع العادي يمكن أن تتحسن قيمة U إلى حدود 2.0. أما وحدات الزجاج المضاعف التي يكون وجهها الداخلي من الزجاج المُتحكم بالطاقة فتُحقق مستوى أفضل من 2.0. مما يُمثِّل تحسُّناً ملحوظاً في ضياع الحرارة مقارنة مع التزجيج المفرد.

إن العوامل المؤثرة في العزل الحراري هي سماكة الزجاج، وترتيب الزجاج (مفرد أو مزدوج)، ومواصفات الزجاج (مع أو بدون إضافات عاكسة مثلاً).

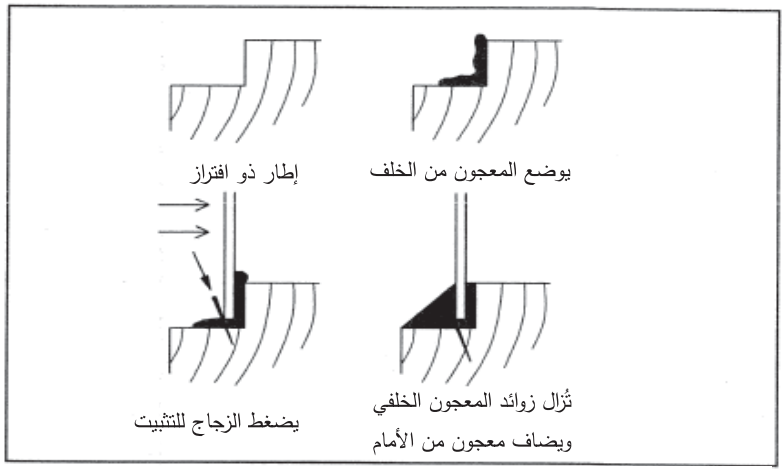
عند توريد الزجاج ثمة رابط لايمكن فصله بين مقاس لوح الزجاج وسماكته. ولذلك، عندما نطلب ألواحاً كبيرة من الزجاج يُحدَّد المُصنِّع سماكتها بشكل مسبق.

تتغير مواصفات قوة الزجاج حسب العمليات اللاحقة التي تجري على اللوح بعد تشكيله. تؤدي المعالجة الحرارية الإضافية للألواح، على سبيل المثال، إلى زيادة مقاومة اللوح للصدمات المفاجئة، وقد أصبح هذا الزجاج

المُقوّى إحدى الخصائص المعيارية للزجاج عند استخدامه بألواح كبيرة في المنزل لأبواب فناء الدار وما شابهها.

تقنيات التزجيج

يُعتبر دليل الممارسة **CP 153** معيار الجودة في تزجيج النوافذ والأبواب. كانت الطريقة التقليدية لتزجيج النوافذ الخشبية تعتمد على استخدام سدّادِ إطار مُحكَم من المعجون. يبين الشكل 7.11 طريقة التزجيج باستخدام المعجون.



الشكل 7.11 التزجيج التقليدي باستخدام المعجون

يتقادم المعجون بتعرضه للعوامل الجوية ويصبح هشّاً ويتقلَّص. وعندما يبدأ المطر بالتغلغل عبر المعجون إلى الإطار الخشبي، يبدأ التعفُّن، ومن ثمَّ فإن التفتيش المنتظم وتبديل المعجون عند اللزوم ضروريان.

يمكن تثبيت الزجاج في موضعه باستخدام مقاطع خشبية بأشكال مختلفة بدلاً من المعجون، على سبيل المثال ربع دائرية، وذات تقوير مُجوَّف، ومُشكَّلة بقالب، ومُستدقة (الشكل 8.11).

الشكل 8.11 أشكال المقاطع الخشبية لإحكام تثبيت

في العناصر الخارجية، مثل النوافذ، توضع مقاطع تثبيت الألواح الزجاجية في موضعها على الجانب الداخلي للنافذة مما يعطي أفضل تأمين. من الطبيعي أن نجعل لوح الزجاج مقاوماً لدخول الرطوبة بالإحكام الذي يأخذ اليوم صيغة مركبات غير مُتصلِّبة أو شرائح مُشكَّلة مُسبقاً، ذات مقطع على شكل حرف U غالباً، حيث تُدفع في محيط اللوح الزجاجي قبل تثبيته في الموضع.

تُثبَّت هذه المقاطع إما بتسميرها أو باستخدام براغي تثبيت (للخشب) أو بشبكها عند استخدام البلاستيك.

تمرين

- عرِّف "التوجيه".
- قارن بين قيم معامل النقل الحراري U للتزجيج المفرد وللتزجيج المزدوج.
- عرِّف "الشافّ" في ما يخص الزجاج

4.11 أنواع الأبواب

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع سيمكنك توصيف الأداء الوظيفي المطلوب من الأبواب بوجه عام.
- وستتعرَّف على طيف الأبواب المُتاح للاستخدام المنزلي، وستدرك الفرق بين الأُطُر والبطائن.

نظرة عامة

ثمة أنواع مختلفة من الأبواب التي تُناسب الاستخدام في المنزل، ويمكن لهذه الأنواع أن تمتدَّ أكثر باعتبار المواد المتنوعة والإكساءات المُتاحة.

سوف تدرك مقاسات الأبواب النموذجية، وأهمية خاصية امتصاص الرطوبة للخشب في تصميم الباب.

تُعدُّ بعض المهام التي يجب أن تحققها الأبواب وظيفية بكل معنى الكلمة (على سبيل المثال، السماح بالدخول)، بينما يكون بعضها الآخر غير وظيفي (على سبيل المثال، الجمالية أو المظهر). بالإضافة إلى ذلك، تُقسم الأبواب أحياناً إلى فئتين قبل اعتبار الوظيفة، وهما الأبواب الخارجية والأبواب الداخلية. يتطلَّب أداء الباب الخارجي تحقيق معايير أكثر مما يتطلبه أداء الباب الداخلي.

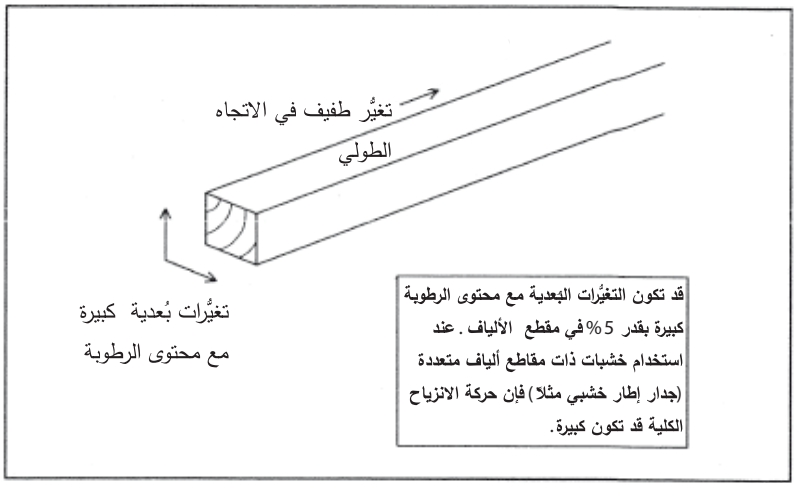
تحتاج الأبواب الخارجية إلى:

- توفير الأمن
- أن تكون مقبولة المظهر
- أن تحتفظ بالحرارة الداخلية للمبنى
- أن تُحافظ على مستويات جيدة من العزل
- أن تكون ذات ديمومة في ما يتعلَّق بالطقس
- أن تكون بعرضٍ كافٍ للسماح بدخول المواد المنزلية، مثل المفروشات بالإضافة إلى المشاة.

في ضوء الحاجة لتكون الأبواب الخارجية مُحكَمة، ولتقاوم التلف الناجم عن العوامل الجوية، عليها أن تكون أكثر صلابة، وأثقل، وأسمك من الأبواب الداخلية. يكون عرض الباب النموذجي إما 762 مم، أو 838 مم، أو 914 مم، في ما يبقى الارتفاع ثابتاً بقياس 1981 مم، وتكون السماكة مابين 40 و54 مم.

تتغير جمالية أو مظهر الباب كثيراً وفق تصنيفها: فالأبواب المؤطَّرة مُختلفة في المظهر كثيراً عن أبواب الكسح. كما تؤثِّر المادة التي يُصنع منها الباب كثيراً في مظهره: فالخشب الصلد يختلف كثيراً عن البلاستيك، على سبيل المثال.

يتأثَّر العزل الحراري والعزل الصوتي كثيراً لا بطريقة تصنيع جسم الباب فقط، بل بجودة الانطباق بين الباب والإطار أيضاً. ويضاف إلى ذلك، عند استخدام الأبواب الخشبية، عامل آخر هو طبيعة الخشب ذاتها، حيث أن الخشب مادة ماصة للرطوبة - له القدرة على امتصاص وفَقد الرطوبة. نلاحظ من الشكل 9.11 أن التغيرات في الأبعاد التي تحدث – عندما يمتص الخشب رطوبة فيتمدَّد، وعندما يفقد رطوبة فيتقلَّص – ليست كبيرة على طول الألياف. لكنها قد تكون كبيرة بمقدار 5٪ في مقطع الألياف.



الشكل 9.11 التغيُّرات البُعدية في الخشب مع تغير محتوى الرطوبة فيه

في هذه الحالة تتغير الفجوة بين الباب والإطار، مُسبِّبة تغيُّراً في مقاومة انسياب الحرارة وتغلغل الصوت. من الواضح أن المواد الأكثر استقراراً في أبعادها، كالبلاستيك مثلاً، تمتاز في هذه الناحية.

ترتبط الديمومة عموماً بمقاومة العوامل الجوية، والماء على وجه الخصوص. هنا أيضاً يكون للطَّبيعة الماصة للرطوبة للمادة تأثير في أداء

الأبواب الخارجية إن لم يحافظ عليها على نحو مناسب (دهان، ورنيش، تشريب واقي، وغيرها).

يقاوم بعض أنواع الخشب، مثل الخشب الصلد، التلف الناجم عن الرطوبة بشكل طبيعي. أما إذا استُخدم الخشب الرقائقي في الأبواب الخارجية، فيجب اختيار صنف مناسب من حيث نوعيته المقاومة للرطوبة. فالخشب الرقائقي البحري أو الخشب (ذو اللاصق المقاوم للماء) له مقاومة رطوبة عالية؛ انظر المعيار البريطاني BS 1455.

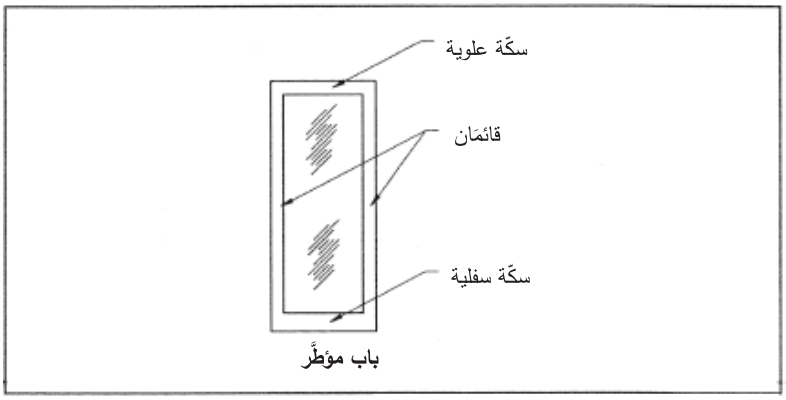
عند اختيار الأبواب للاستخدام الخارجي والداخلي، تجب مراعاة عرضها بحيث يسمح بدخول المفروشات، مثل الأرائك والبوفيهات وخزائن الثياب.

تمرين

- سمِّ ثلاث خصائص أداء تحتاجها من الباب الخارجي.
- ماهي الاسترطابية؟

الأبواب المؤطَّرة

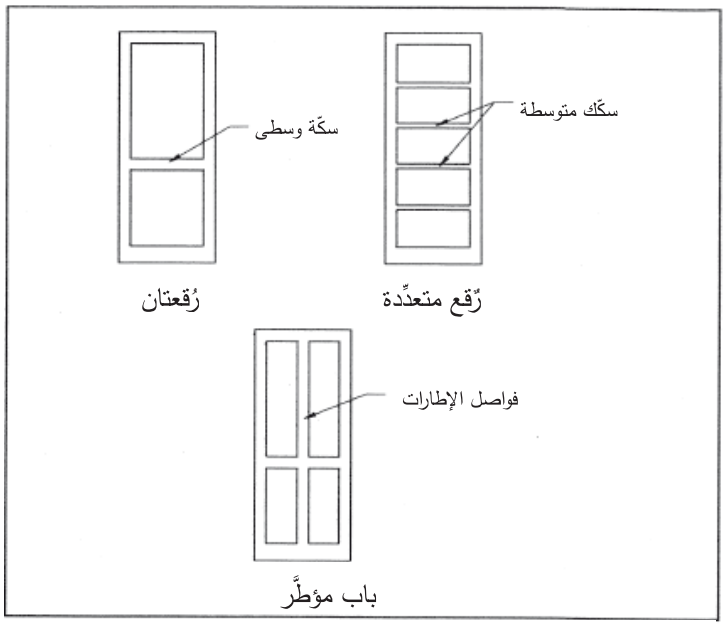
عند دراسة أنواع الأبواب المُتاحة من الأفضل أن نبدأ بدراسة نَصب الأبواب المؤطَّرة، إذ إن أسلوب تركيب المكوِّن الأساسي يُستخدم في أنواع الأبواب الأخرى، كما سنوضحه بعد قليل.



الشكل 10.11 مكونات الباب المؤطَّر

للأبواب المؤطَّرة، كما يبينه الشكل 10.11 إطار محيط أساسي يتألف من قائمَين، وسكّة علوية وسكّة سفلية. يكون عرض القائمين والسكّة العلوية بحدود 100 مم، بينما يكون عرض السكّة السفلية عادة 200 مم أو أكثر. إذا كان الباب يحتوي على رُقعة واحدة، كما في الشكل، يُفرَزُ الإطار المحيط لاستيعاب الرُّقعة، وتُثبَّت الرقعة في موضعها باستخدام مقاطع خشبية. تتنوَّع أشكال المقاطع (الشكل 11.11) كما قد تتغير طريقة تثبيتها في مكانها.

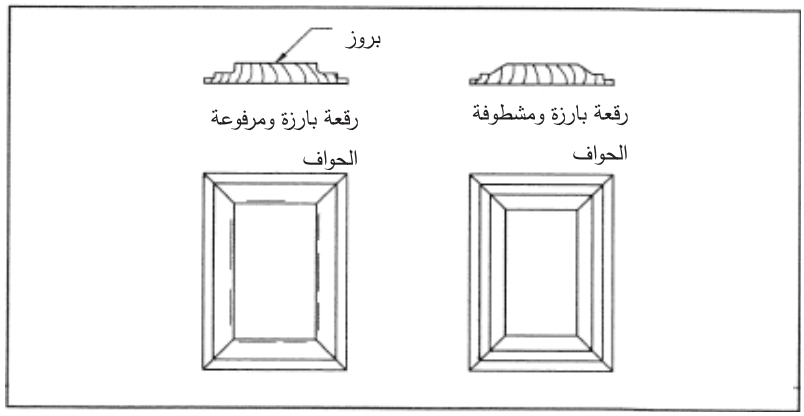
الشكل 11.11 أشكال المقاطع الخشبية لإحكام تثبيت رُقع



الشكل 12.11 تغير أعداد رُقع الباب

إذا سُمِّرت المقاطع الخشبية في مواضعها فإننا ندعوها "**مُسمَّرة**"؛ بالمقابل، قد تُثبَّت بمسامير ملولبة، أو باستخدام أسافين وبراغي. تُستخدم الأسافين الاسطوانية بالترافق مع البراغي الغاطسة للسماح بسهولة إزالة البرغي. إن استخدام الإسفين ضروري بسبب عدم إمكانية تشبُّث رأس البرغي في الخشب.

يبين الشكل 12.11 طريقة تشكيل أكثر من رقعة ضمن الباب باستخدام سكّة وسطى، لا تكون تقليدياً في منتصف الباب، وسكك متوسطة (تكون عادة أصغر قياساً من قضبان التزجيج)، وفواصل إطارات تُستخدَم لتقسيم عرض الباب. تُستخدم المقاطع الخشبية، في الأبواب ذات الرقعتين أو الرُّقع المتعددة، على نحو واسع بوصفها طريقة لتثبيت الرُّقع، بينما في الأبواب ذات الأربع رُقع تُثبَّت الرُّقع ضمن أفاريز في العناصر المحيطة، عند تجميع الباب في المعمل. يستخدم الباب التقليدي ذو الأربع (والستّ) رُقع رُقعاً مُشكَّلة لتُجمِّل مظهر الباب ولتعطيه قوة.



الشكل 13.11 رُقع الباب الخشبي التقليدية

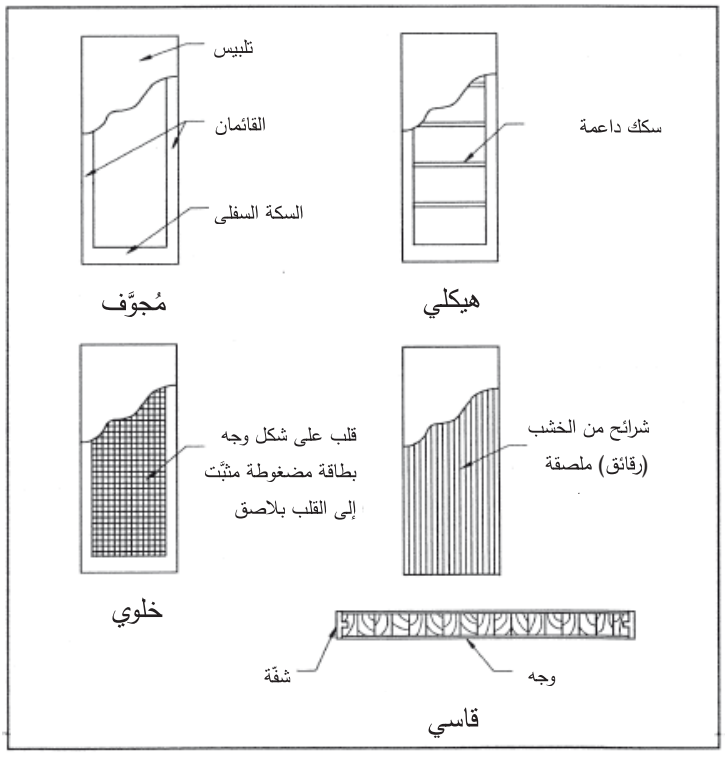
تُعدُّ الرقعة ذات "البروز والحواف النافرة" والرقعة ذات "البروز والحواف المشطوفة" الشكلين التقليديين للرُّقع المستخدمة في الأبواب المؤطَّرة ذات الأربع أو الست رُقَع (الشكل 13.11). وكما هو مبيَّن فإن القسم البارز من الرُّقعة هو المقطع المُستوي في مركز الرُّقعة. يمكن تحسين

هذا النوع من الرقع التقليدية بإضافة مقاطع زُخرُفية في محيط الرُّقعة. يسمى هذا المقطع عادة "البرواز المُزخرف".

الأبواب المُتساطحة

تَستخدم معظم الأبواب مسطحة [مُتساطحة مع مستوى الحائط] (الشكل 14.11) خشبات المحيط الداخلي الموجودة في الباب المؤطَّر، وتحديداً القائمين والسكَّتين العلوية والسفلية. وقد جاءت تسمية هذا الباب من أن إنهاء الوجه يكون مسطَّحاً.

يُبين الشكل وجود أربع صيَغ أساسية يأخذها الباب المسطح: المُجوَّف، والهيكلي، والخُلوي، والرقائقي. وتعتبر صيَغ الباب المُجوَّف أرخص الصيَغ المُتاحة، بينما صيغة الباب ذي القلب الرقائقي هي الأغلى.



الشكل 14.11 الصيّغ المختلفة للأبواب المُتساطحة

تتعدد مواد تلبيس الأبواب المسطحة، من اللوح الصلد (أرخص أنواع الأبواب) إلى الخشب الرقائقي، وخشب رقائقي مكسيّ بقشرة خشبية وتصفيح بلاستيكي. في الأبواب المُجوَّفة ثمة دعم محدود لغطاء سطح الباب، مما يجعلها عرضةً للتلف إذا استُعمل في التغطية أحد أنواع التلبيس الضعيفة مثل اللوح الصلد.

إذا استُخدم هذا النوع من الأبواب خارجياً، يجب استخدام مادة تلبيس قادرة على مقاومة العوامل الجوية، ويعتبر الخشب الرقائقي الذي من الصنف الجيد مثالياً لهذه المهمة. وعند استخدام هذا النوع للأبواب الداخلية، يمكننا تحسين المظهر كثيراً باستخدام طبقة من خشب رقائقي مُلبَّس بقشر خشب صلد.

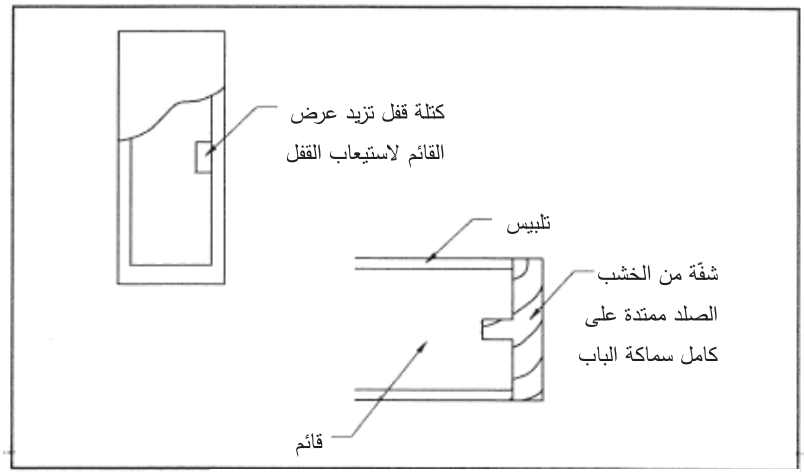
يستخدم الباب ذو القلب الهيكلي أعضاء أفقية داخلية لتزويد التلبيس ببعض الدعم، ويمكن للقلب الخُلوي أن يزوِّد التلبيس بدعم أكثر بوصفه قلباً بديلاً. يستخدم مُصنِّعو الأبواب المختلفون أشكالاً مختلفة من القلب الخلوي: المُعيِّن، وخلية النحل، والمربَّع.

إذا أُريد لهذا النوع من الأبواب أن يكون قوياً، فإن الباب الرقائقي هو الأفضل. إذ يجري لصق الرقائق اللازمة لتشكيل القلب مع بعضها بحيث يدور تجزُّعها ليوفر القوة.

لمنع تآكل التغليف السطحي للباب، تضاف شفَّة من الخشب الصلد إلى الحواف (عادة الحافَّتان الطويلتان فقط) تمتد على كامل سماكة الباب (الشكل 15.11). إذا تمَّت حماية الحافَّتين الطويلتين بهذه الطريقة فإنهما ستقاومان التلف الناجم عن فتح وإغلاق الباب المُتكررين ضمن الإطار.

عند تزويد الباب بمسكات (أثاث المقبض) فإنها تُلحق بمجموعة القفل المعدنية التي توضع في فجوة داخل جسم الباب. تُدعى هذه المجموعة "قفل النقر" و "مزلاج النقر". حين يضع النجار هذه المجموعة ضمن جسم الباب فإنه يشكِّل تجويفاً أو نقراً في حافة الباب. في الأبواب المؤطَّرة لا يكون القائم عريضاً بما يكفي لاستيعاب قفل النقر أو مزلاج النقر، ومن ثمَّ يجب تثبيت قطعة خشب إضافية داخل الباب أثناء تصنيعه لاستيعاب

عمق مجموعة النقر. تظهر كتلة القفل المطلوبة في الشكل 15.11 أيضاً.

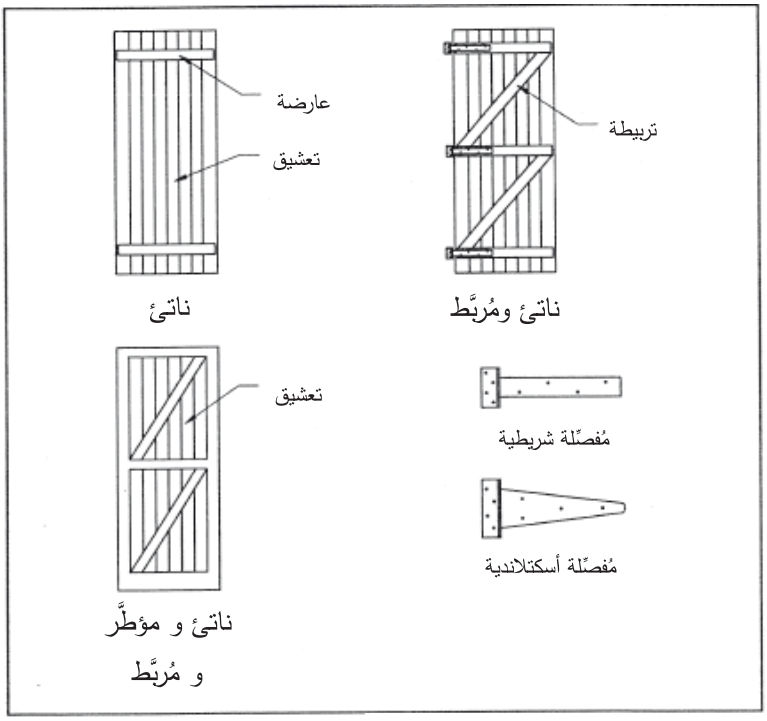


الشكل 15.11 الحواف ذات الشّفة في الأبواب

الأبواب المُعشَّقة

شُكِّلت الأبواب المُعشَّقة (الشكل 16.11) في الأصل انطلاقاً من تغطية الأرضية بالألواح، واستُخدمت لأبواب الدخول الخارجية للمباني الخارجية المُلحقة وما شابهها. إن أبسط صيغة ممكنة للباب المُعشَّق هي الباب الناتئ حيث تستخدم خشبتان مستعرضتان فقط (عارضتان) لتثبيت ألواح التغطية مع بعضها.

للحصول على استقرار أكثر وقوة أكبر تضاف تربيطات كما يبينه الشكل. لاحظ موضع المُفصِّلات، وميل التربيطات نحو الأعلى من اليسار إلى اليمين. تعتبر العارضة نقطة التثبيت النموذجية للمُفصِّلة. يتحقق المظهر والقوة الأفضلين باعتماد الباب الناتئ والمؤطَّر والمُربَّط، حيث يُثبَّت إطار في محيط التعشيق. إذا نظرنا إلى الباب من الأمام نجد أن له وجهاً مُسطحاً، حيث تكون الخشبات المُعشَّقة منسجمة مع الإطار المحيط. تُستخدم في عملية التعشيق غالباً طريقة الحزّ واللسان (تماماً مثل المستخدمة في تغطية الأرضية بالألواح) والوصل على شكل حرف V لتحسين مظهر الوصلة بين الألواح.



الشكل 16.11 صيغ الباب المُعشَّق

تمرين

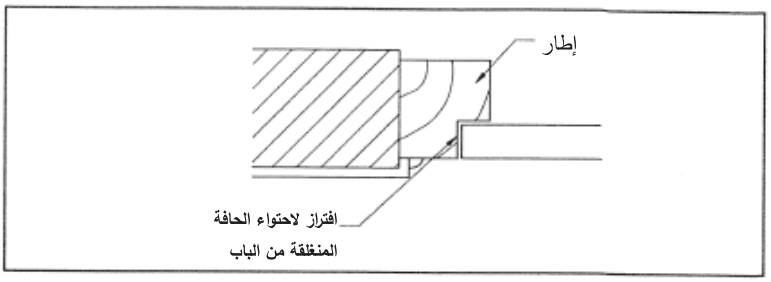
- سمِّ قلبين يمكن استخدامهما في الأبواب المُتساطحة.
- ما هو أثاث المِقبض المطبَّق في الأبواب؟

الأطر والبطائن

تُعلَّق الأبواب عادة في إطار خشبي شُقَّ فيه افتراز لاحتواء الحافة المُنغلِقة من الباب (الشكل 17.11).

تشاهد الأطر المثالية في الأبواب الخارجية، وتكون أبعادها الكلية 100 X 75 مم تقريباً. ومن الضروري وجود فجوة بين حافة الباب والإطار لاستيعاب التغيرات في أبعاد الإطار الناجمة عن تغيُّر محتوى الرطوبة في كل من الإطار والباب. تضمن هذه الفجوة إمكانية استمرار فتح الباب على الرغم من حدوث التغيرات، وعدم استعصائه (انظر المعيار البريطاني BS

1168) للحصول على معلومات إضافية في ما يتعلَّق بمحتويات الرطوبة في الخشب وقت تصنيع عناصر النجارة.



الشكل 17.11 إطار الباب

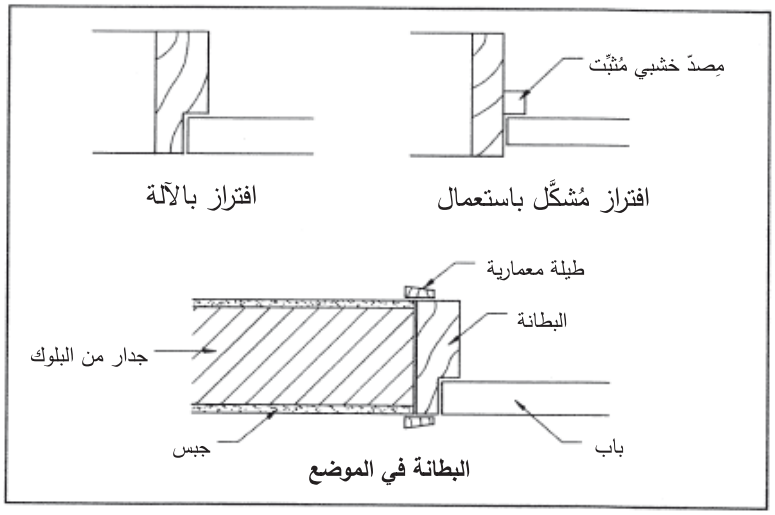
من الواضح أيضاً أهمية الفجوة في ما يخصّ المحافظة على الحرارة الداخلية وفي ما يتعلَّق بدخول الصوت، ومن ثمّ تُستخدم عادة مادة قابلة للانضغاط بين الإطار وحافة الباب لتعزيز ذلك بوصفها مانعاً لدخول التيارات الهوائية. وبدلاً من توفير الأبواب والأُطر بوصفها عناصر مُنفصلة، يُمكننا طلب بابٍ مُعلَّق بإطار، ويسمى في هذه الحالة **مجموعة** باب.

بينما تُستَخدم الأُطُر للأبواب الخارجية، تُستخدم البطانة بصورة أوسع في الأبواب الداخلية. عندما تُشكَّل فتحة في جدار داخلي أو في فاصل، فإن البطانة الخشبية إضافة إلى دعمها للباب ستجعل السطح الداخلي للفتحة مستوياً وناعماً.

يبين الشكل 18.11 استخدام بطانة لِبابٍ داخلي مُشكَّلٍ في جدار تقسيم من البلوك. تتحدَّد أبعاد البطانة القصوى بالعرض الكلي لجدار التقسيم. فإذا كان عرض البلوك 100 مم إضافة إلى طبقة من الجبس بسماكة 13 مم على جانبي الجدار، تُجعل البطانة بعرض 126 مم لتمتدّ على كامل عرض جدار التقسيم. عند التقاء جبس الجدار مع مادة خشبية مثل البطانة، يحدث تشقُّق، ولإخفاء هذه الوصلة تُستخدم طيلة خشبية كما هو موضّح في الشكل.

تحتوي البطانة، مثلما هو الحال في الإطار، على افتراز يُشكَّل غالباً

بواسطة آلة، لاستقبال الحواف المُنغلقة من الباب. بالمقابل يمكن ببساطة تشكيل افتراز عن طريق تثبيت (زرع) مقطع خشبي آخر صغير يعمل بوصفه مِصدّ.



الشكل 18.11 بطائن الباب

تمرين

- أين تتوقع أن تجد إطار باب يُستخدم، وأين تتوقع أن تجد بطانة باب تُستخدم؟
- لأي سبب تَستخدم مِصدّاً مزروعاً؟

دراسة مقارنة : النوافذ والأبواب

الخيار	المزايا	العيوب	متى يستخدم
الأبواب الداخلية الأبواب المسطحة ذات القلب المجوَّف	- رخيصة - توجد جاهزة بإنهاءات مختلفة - غالباً لا تحتاج إلى تزيين	- أقلُّ متانة من الأبواب الصلبة - عزل صوت ضعيف - يجب أن تُحدَّد المسكات والمثبتات مواضع الكتل الموضوعة بشكل مُسبق	- أكثر صيغ الأبواب الداخلية شيوعاً في المساكن - تُستخدم حين لا تُشكِّل مقاومة الحريق والصوت مسألة ذات اعتبار - منتشرة في المباني الحديثة

الأبواب الخشبية الصلبة	- ذات ديمومة - مقاومة صوت جيدة - مظهر عالي النوعية - يمكن تصنيفها ضمن فئة مقاومة الحريق إن صُمِّمت لهذا الغرض - مرونة في مواضع المُثبتات والأدوات المعدنية	- غالية - تحتاج دوماً إلى تطبيق إنهاء زُخرفي/ واقٍ	- الانتقاء مسألة تفضيل شخصية، مع أن استخدام الأبواب الصلبة أوسع انتشاراً في المساكن عالية الجودة - تُستخدم الأبواب الصلبة عموماً في المساكن حيث توجد حاجة لمقاومة الحريق أو للعزل الصوتي
الأبواب المُزججة	- تسمح بدخول الضوء إلى أماكن فيها نفاذ محدود للضوء الطبيعي	- احتمال حدوث خطر لوجود الزجاج بمستوى منخفض. يعالج ذلك باستخدام زجاج آمن حسب متطلبات قوانين البناء	- عند الحاجة لدخول الضوء الطبيعي بالحد الأقصى، أو لمتطلبات جمالية
الأبواب الخارجية البلاستيك PVCu	- ذات ديمومة - لا حاجة لصيانة زخرفية - مزايا أمنية	- مظهر حضاري جداً - مُكلفة - صعوبة في تعديل الأبعاد	- تزداد انتشاراً في المساكن بسبب توافرها ومزايا الأمن فيها
الخشب الصلب	- مظهر تقليدي - ذات ديمومة خاصة إن كانت من الخشب الصلد - خصائص أمنية - إمكانية تعديل الأبعاد	- غالية إن صُنعت من الخشب الصلد - تحتاج لإنهاء واقٍ للحصول على الديمومة المطلوبة	- شائعة في طيف واسع من التطبيقات - تابعة للاختيار الشخصي

الفصل الثاني عشر

الإنهاءات الداخلية

الأهداف:

بعد دراسة هذا الفصل ستكون قادراً على:

- إدراك طيف الإنهاءات الداخلية المُطبَّقة نمطياً في المنشآت السكنية
- فهم بعض المعايير المطلوب أخذها بالاعتبار عند انتقاء الإنهاءات
- إدراك أنواع الجصّ الممكن استخدامها في الجدران، وطيف وتطبيق الألواح الجصية في إنهاءات الجدار والسقف الداخلي، واستخدام طيف محدود من إنهاءات الأرضية

يحوي هذا الفصل على الفقرات التالية:

1.12 وظائف الإنهاءات ومعايير الانتقاء
2.12 إنهاءات الجدار
3.12 السقف الداخلي وإنهاءات السقف الداخلي
4.12 إنهاءات الأرضية

نقطة معلومات:

- BS 1187: مواصفات الكتل الخشبية المستخدمة في الأرضيات
- BS 1191: مواصفات الجصّ الجبسي للمباني
- BS 1230: ألواح الجصّ الجبسي. مواصفات اللوح الجصّي باستثناء المواد المُستخدمة في العمليات الثانوية
- BS 4050: مواصفات الألواح المُطعَّمة بالفسيفساء

- BS 5385: تبليط الجدار والأرضية. دليل الممارسة لتصميم وإرساء البلاط السيراميكي والبلاط الفسيفسائي للأرضيات.
- BS 6431: البلاط السيراميكي للجدران والأرضيات
- BS 8000: الجزء 11: المهن في موقع البناء. دليل الممارسة لتبليط الجدار والأرضية. البلاط السيراميكي، وبلاط التريّسة، والبلاط الفسيفسائي
- BS 8201: دليل الممارسة لإكساء الأرضيات بالخشب، والمنتجات الخشبية والمنتجات المُعتمدة على الألواح الخشبية
- BS 8212: دليل الممارسة للتبطين الجافّ والتقسيم باستخدام الألواح الجصّية
- BS EN 13914: تصميم وتجهيز وتطبيق الطلاء الخارجي والتجصيص الداخلي

1.12 وظائف الإنهاءات ومعايير الانتقاء

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستُدرك طيف المواضيع التي يجب بحثها قبل انتقاء الإنهاءات الداخلية.

نظرة عامة

يُنظر إلى الوظيفة الرئيسية للإنهاءات الداخلية باعتبارها وظيفة مضاعفة: إنشاء سطوح داخلية يُمكن إبقاؤها نظيفة بسهولة نسبية، وإنشاء سطوح داخلية مقبولة للنظر. إن طيف الإنهاءات لبعض العناصر في المسكن، مثل السقف الداخلي والجدران – محدود نسبياً، أما بالنسبة لإنهاءات الأرضيات فثمة خيارات أكثر.

المعايير

تتضمَّن المعايير المأخوذة بالاعتبار لتلبية مطلب سهولة التنظيف:

- النعومة/ النسيج
- خصائص الامتصاص
- المُلاءَمة للزخرفة
- الديمومة

عند مُعاينة إنهاءات الجدار ضمن هذه المعايير، يُمكن على سبيل المثال، اعتبار الجصّ مادة تقليدية مقبولة. فهو ناعم ومن ثمَّ فهو لا يؤوي الغبار. وبالرغم من كونه نفوذاً للرطوبة، إلا أنه يمكن طَليه لتقليل مساميَّته إن احتاج الأمر. وهو مثالي بوصفه إنهاء ناعم مناسب لتطبيق زخرفات مقبولة مثل ورق الجدران، وعلى الرغم من طبيعته المساميّة فهو مادة متينة إذ إن سطحَه على وجه الخصوص صلبٌ.

تتضمَّن المعايير المرغوبة لتلبية مطلب المنظر المقبول:

- النعومة/ النسيج، مرة أخرى
- الطبيعة التقليدية للإنهاء

إن الإنهاءات التي تُزوَّد بها المباني ناعمةٌ بطبيعتها، أما الزخرفة أو المواد المُضافة لاحقاً (السجاد مثلاً) فتُمثِّل الإنهاءات الأخيرة المُتغيّرة. وإلى حد ما يُعتبر الإنهاء الداخلي القاعدة التي تطبَّق فوقها المواد الأخرى لاحقاً – سندرس في هذا المقطع مواداً من هذا القبيل.

تطوَّرت عبر الوقت مُعظم الإنهاءات الداخلية المستخدمة اليوم في المنازل بوصفها النموذج المقبول، ولا بد من ملاحظة أن عنصر الأرضية عادة ليس له إنهاء داخلي، إذ يكون الإنهاء ببساطة نتيجة لاختيار حل الأرضية (تغطية الأرضية بالألواح، أو خرسانة مَجليّة آلياً).

من وجهة نظر المعماريين، تُعتبر الكلفة موضوعاً مهماً. فعلى سبيل المثال، يكون لاختيار إنهاء الجدران، إما بالتجصيص الرطب (تجصيص في المكان) أو بالتبطين الجاف باستخدام ألواح الجصّ، تأثير كبير في سرعة الإنجاز، ومن ثمَّ على الكلفة. يُنظر إلى طيف اختيار الإنهاءات التي ستطبَّق، بالرغم من محدويته، بأعين مختلفة: على سبيل المثال، أعين صاحب المنزل أو المتعهد.

عند دراسة المباني غير السكنية، تظهر لدينا معايير أخرى. قد نرغب على سبيل المثال في معرفة مدة حياة الإنهاء، ومُتطلَّبات صيانته، وخصائصه الصوتية، ومزايا عدم الانزلاق. وقد تُحسب الكلفة الإجمالية (خاصة

إنهاءات الأرضيات ذات الأعباء الثقيلة) بدراسة كلفة الشراء الأولية وكلفة الإكساء، مع كلفة التنظيف، وكلفة الصيانة، وكلفة التبديل، والأعطال وغيرها. بهذه الطريقة، يُدرس الأداء على مدى حياة المبنى.

2.12 إنهاءات الجدار

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستكون قادراً على تمييز طبيعة الأنواع المختلفة من الجصّ المستخدمة في المباني السكنية.
- وستفهم استخدام إنهاءات التبطين الجاف باستخدام الألواح الجصّية بوصفها بديلاً لإنهاءات الجدار الرطبة.

خيارات إنهاء الجدار

يعتبر الجصّ الرَّطب الطريقة التقليدية لإنهاء الجدران في المنازل. جرى عبر السنوات تشكيل الجصّ من مواد متنوعة: رمل/ كلس، وَبَر ليفي مُسلَّح وغيرها. أما الجصّ الحديث والمستخدم اليوم على نحو واسع فهو الجصّ الجبسي. يحدد المعيار BS 1191 مواصفات هذه الأنواع من الجصّ التي يشار إليها عادة بـ "جصّ كبريتات الكالسيوم".

لا يستخدم الجصّ في صيغته غير المُثبَّطة إلا نادراً في الحالات التي تتطلب أن تتصلَّب المادة بسرعة. كانت هذه الأنواع، ولوقت قريب، تُستخدم في المستشفيات لتجبير العظام المكسورة. عند إضافة المُثبِّط إلى المزيج لإبطاء زمن التصلُّب، يصبح الجصُّ مناسباً لتطبيقه على الجدران والأسقف الداخلية.

إن إحدى الإجراءات التي تجري لتشكيل طيف من الجصّ الجبسي، والتي يُغطيها الجزء الثاني من المعيار BS 1191 هي التسخين. تحتوي مكونات الجبس أو كبريتات الكالسيوم على جزيئي ماء: أي $2H_2O$. إذا سُخِّنت هذه المكونات إلى حين تبخُّر ثلاثة أرباع الماء، بقي لدينا نصف جزيء ماء. تدعى صيغة الجصّ هذه، التي تُستخدم على نحو واسع "بياض

جبسي نصف مُطفأ". وبالطبع ذكرنا للتَّو المُثبِّط، ومن ثم فإن صيغة النصف المُطفأ المؤخَّر هي الصيغة التي يأخذها الجصّ.

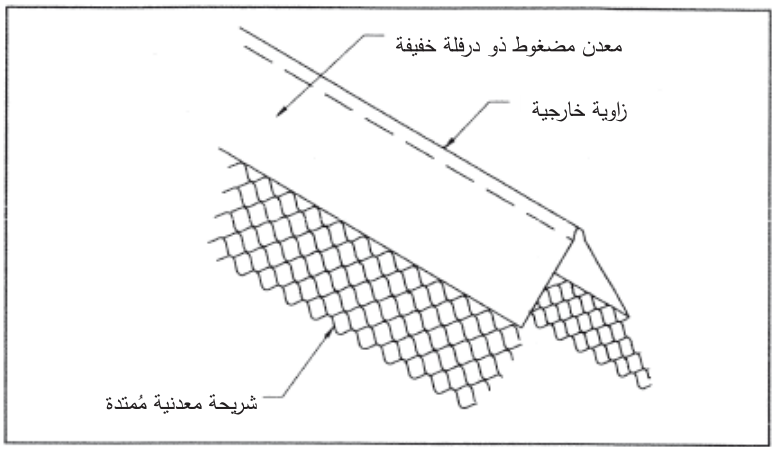
حدد المعيار البريطاني عدد ونوع وسماكة طبقات الجصّ الموصى بها للأسطح المختلفة. نتيجة لذلك، يوصى بتطبيق طبقة مفردة أو طبقة رقيقة على اللوح الجصّي، وبتطبيق طبقتين في حالة البلوك، وربما ثلاث طبقات في حالة الخرسانة (اعتماداً على كثافتها).

تبلغ السماكة العادية لطبقتين من الجصّ فوق بلوك 13 مم، وهذه هي المواصفة الأكثر استخدماً على نحو واسع في السكن نتيجة لرواج أعمال البلوك.

يجب أن نتذكَّر أيضاً أن الطبقتين عادة ما تكونان من نوعين مختلفين من الجصّ – الطبقة السفلى تكون بسماكة 10 مم، وجصّ الإنهاء الأقسى بسماكة 3 مم.

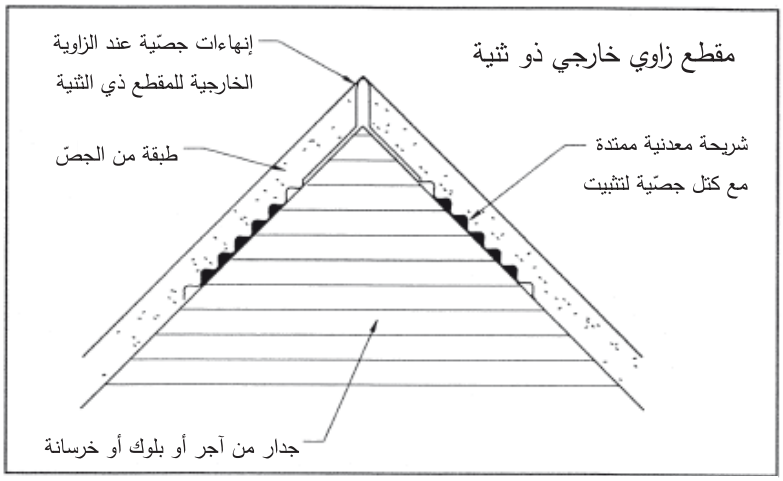
مُلحقات الجص

ثمة ملحقات معدنية متوافرة لتدعيم مواضع محددة فوق الجصّ يمكن أن تكون عرضة للتلف أو حيث يُتوقع حدوث تشقُّقات ناجمة عن الانكماش. وهذه تتضمن مقطعاً زاوياً خارجياً ذا ثنية، ومقطع صدّ ذا ثنية.



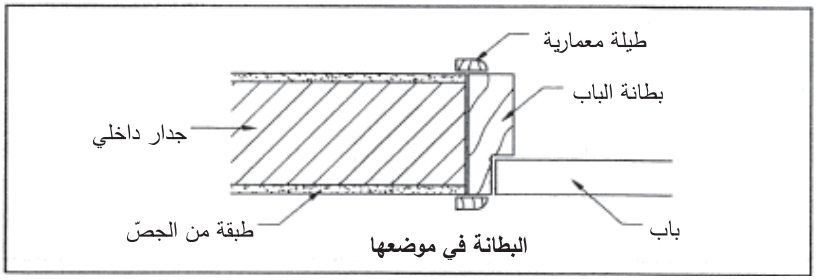
الشكل 1.12 مقطع زاوي خارجي ذو ثنية

كلا المقطعين الزاوي والصدّ مُشكَّلان من معدن مضغوط ذي درفلة خفيفة. يُشكِّل الجزء المُصمت من المقطع الحافة المطلوبة، في ما يُثْقَب الجزء المتبقي ويُمدَّد لتشكيل شريحة معدنية ممتدة (الشكل 1.12).



الشكل 2.12 المقطع الزاوي الخارجي في موضعه

يوفِّر الجزء المعدني الممتد من المقطع ذي الثنية وسيلة تثبيت هذا المقطع مع الجدار مستخدماً كتلاً جصّية صغيرة. بعد وضع المقطع ذي الثنية في ركن الجدار أو التقسيم، يُجصَّص الجدار بطبقة الجصّ الأساس ثمَّ طبقة الإنهاء لغاية الحفّة، كما يبينه الشكل 2.12.



الشكل 3.12 تغطية الوصلة البطانة/ الجصّ باستخدام طيلة معمارية

إذا استُخدمت بطانة خشبية بدل الإطار، فإن الطريقة المألوفة لإنهاء وصلة جصّ الجدار مع الإطار تتم بتغطية منطقة الالتقاء بطيلة معمارية. والسبب هو أن الجصّ يتقلّص بعيداً عن البطانة الخشبية تاركاً شقاً قبيحاً يحتاج إلى تغطية (الشكل 3.12).

من المُفضَّل أحياناً مدُّ بطانة الباب عبر الجدار إلى أبعد من سطح الجصّ لإبراز معالم البطانة. عند استخدام هذه التفصيلة لا تعود هناك حاجة لاستخدام الطيلة المعمارية، ويمكن ضبط الشق المتوقَّع بين البطانة والجصّ باستخدام مقطع صدّ ذي ثنية (الشكل 4.12).

تمرين

- ما هو المكوّن الكيميائي الأساسي للجصّ الجبسي؟
- ما هو عدد الطبقات الملائم لسطح من البلوك؟ وما هي سماكتها؟

التبطين الجاف للجدران باستخدام الألواح الجصّية

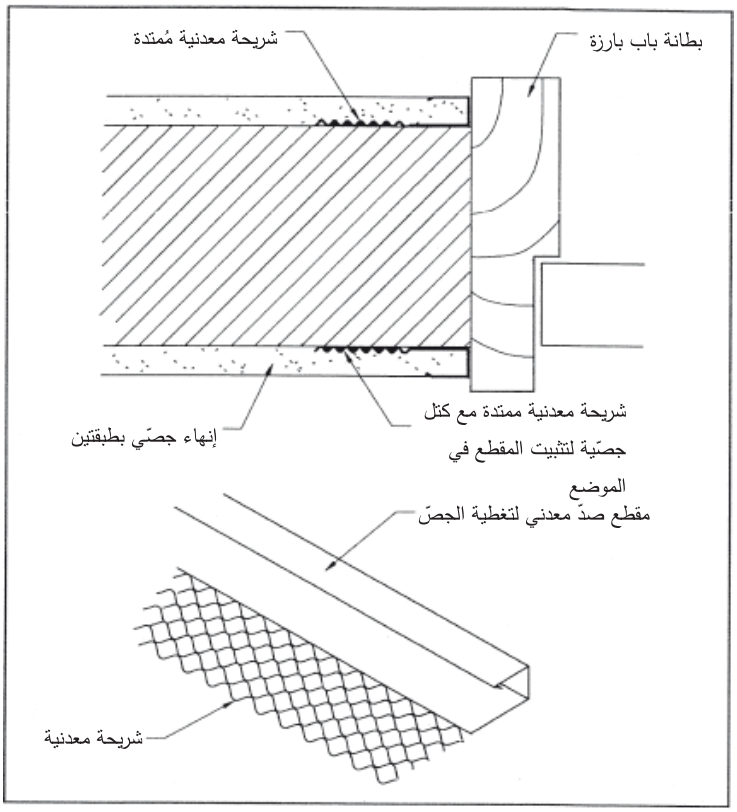
بدلاً من استخدام الجصّ (الرطب) لإنهاء الجدران الداخلية للمبنى، يمكننا تبطين الجدران بشكل جافٍّ باستخدام ألواح جصّية. يمكن تثبيت اللوح الجصّي على الجدار بطرق متنوعة. ومهما كانت الطريقة المختارة، تمتلك هذه التقنية مزايا متعددة مقارنة مع التجصيص الرطب.

- تُشكِّل فجوة صغيرة بين اللوح الجصّي والجدار يمكن الاستفادة منها في تمرير كابلات التغذية الكهربائية.
- يُعتبر وجود الفجوة الهوائية مساعداً في العزل الحراري مما يزيد من جودة العزل في الجدار.
- يمكن زيادة العزل الحراري للجدار أيضاً باستخدام لوح جصّي حراري مُزوَّد بعازل (مثل البوليسترين) مُلصق على الوجه الخلفي للّوح (من أمثلته: الجدار الجاف الحراري، الذي تنتجه الشركة "الجبس البريطاني").
- يعني أن يكون اللوح الجصّي جافّاً، سرعة في إنجاز إنهاء الجدار من

دون تأخير ناجم عن الزمن اللازم للجفاف المرتبط بالتجصيص الرطب.

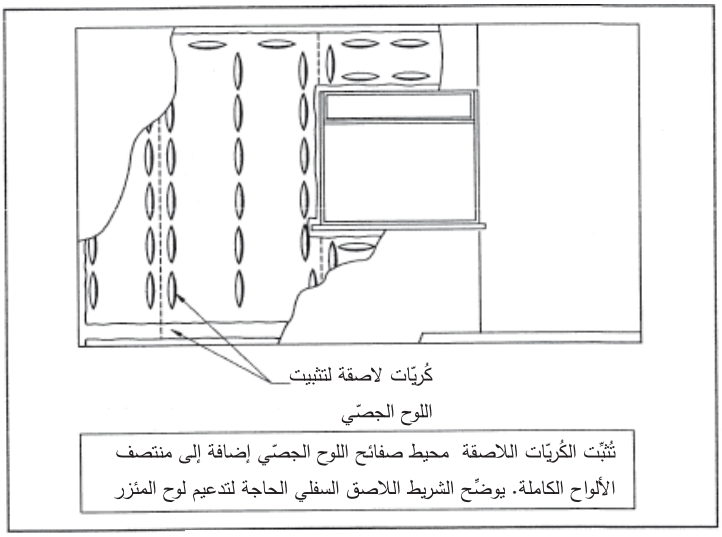
تتضمَّن الطرائق الثلاث لتثبيت الألواح الجصّية مع الجدار

- تثبيت باستخدام كريّات لاصقة
- تثبيت فوق إطار من شرائح خشبية (يُحشر عمودياً على سطح الجدار، وتفضل هذه الطريقة للجدران القائمة غير المستوية)
- تثبيت فوق مجرى معدني خاص (نظام الشرائح المعدنية الذي تُنتجه الشركة "الجبس البريطاني").



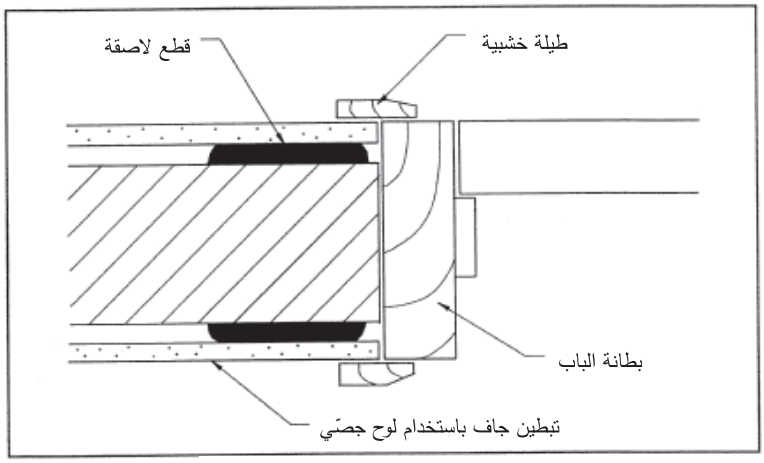
الشكل 4.12 استخدام مقطع صدّ معدني ذي ثنية

يوضِّح الشكل 5.12 طريقة تثبيت لوح جصّي باستخدام كُريّات جصّية. وكما يَظهر من الشكل توضع الكُريّات اللاصقة في محيط اللوح الجصّي.

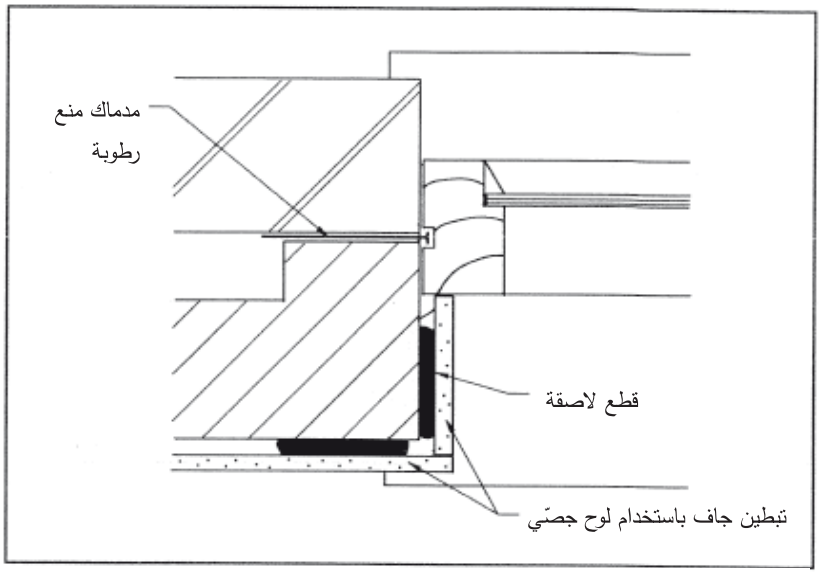


الشكل 5.12 التبطين الجاف – تثبيت اللوح الجصّي

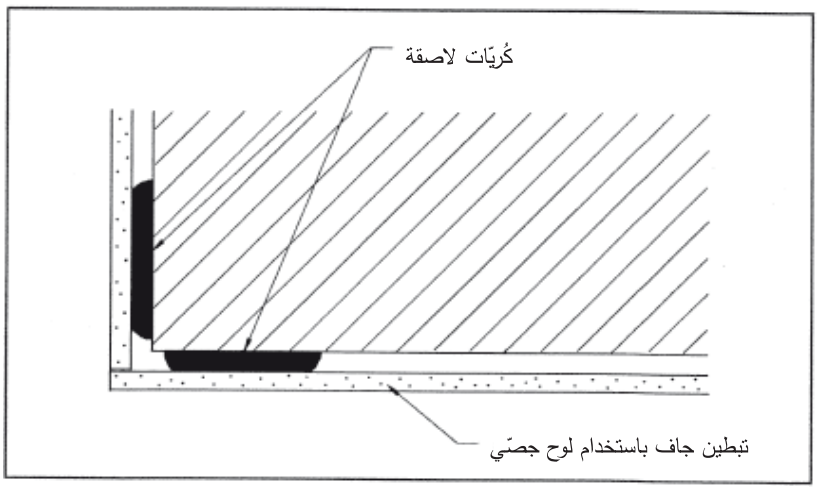
تبين الأشكال 6.12 و7.12 و8.12 على التتالي تفاصيل التقاء البطانة الجافة مع بطانة باب، ومع فتحة نافذة، ومع ركن خارجي نموذجي.



الشكل 6.12 وصلة البطانة الجافة مع بطانة الباب



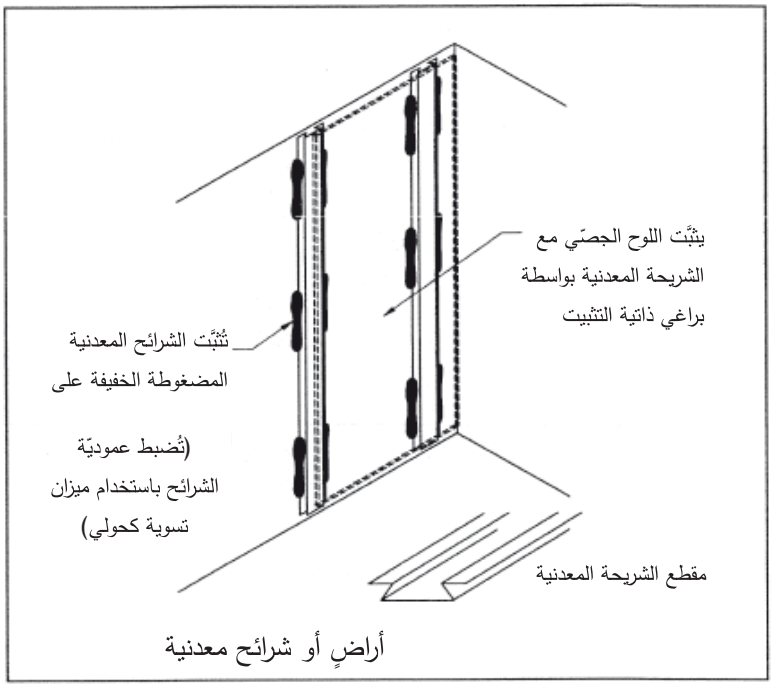
الشكل 7.12 التقاء البطانة الجافة مع إطار



الشكل 8.12 تبطين جاف لركن خارجي

ثمة طريقة بديلة لتثبيت اللوح الجصّي بالكُريّات اللاصقة تتمثل باستخدام نظام الشرائح المعدنية. تَستعمل هذه الطريقة مجاري معدنية رقيقة

خاصة تُثبَّت على الجدار بلاصق ملائم وتضبط عمودياً باستخدام ميزان تسوية كحولي. تتوافق مراكز المجاري مع عرض صفائح الألواح الجصّية، وتُثبَّت الألواح الجصّية ببراغي ذاتية التثبيت عبر اللوح الجصّي والمجرى (الشكل 9.12).



الشكل 9.12 التبطين الجاف – نظام المجرى

في تقنيات التبطين الجاف لا تُغطى الألواح الجصّية بطبقة رقيقة من الجصّ، ولكن تُستخدم ألواح جصّية ذات نوعية أفضل لها وجه خارجي من الورق المقوى العاجيّ يمكن زخرفته مباشرة. تُغطى رؤوس البراغي بالجصّ ثمَّ يُفرك وجه اللوح باستخدام روبة مناسبة (تُطبَّقُ باستخدام إسفنجة) لتشكيل سطح مستوٍ يمكن دهنه مباشرة.

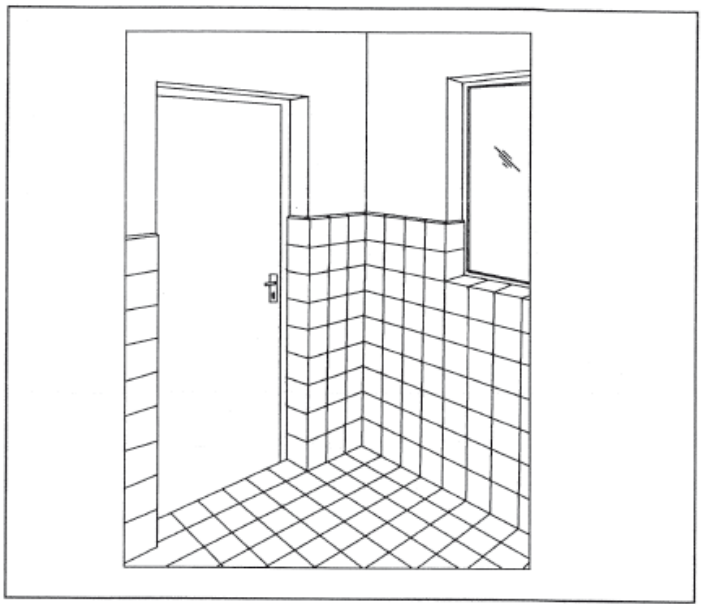
تبليط الجدران

مازالت بلاطات الجدران السيراميكية شائعة الاستخدام لبعض غرف المنزل، مثل الحمام أو المطبخ أو المرحاض، حيث يمكن أن يكون البلاط

ممتداً من الأرضية إلى السقف الداخلي، أو في الجزء الأدنى من الجدار (الشكل 10.12).

يُزوَّد حوض الجلي والمغسلة بلوحات حماية من الرذاذ وذلك عوضاً عن مساحات التبليط الكبيرة خلفهما.

يُغطي الجزء 11 من المعيار البريطاني BS 8000 طريقة تثبيت هذه البلاطات في الجدران والأرضيات، بينما يتحدَّث المعيار البريطاني BS 6431 عن نوعيات البلاط.



الشكل 10.12 تبليط الجزء الأدنى من جدار حمام أو مطبخ

يُستخدم لاصق البلاط غالباً بوصفه ملاطاً بين البلاطات. ومع أن البلاطات ذاتها كتيمة، إلا أنه من الضروري جعل الوصلات بينها سدودة للماء وذلك بتطبيق الملاط.

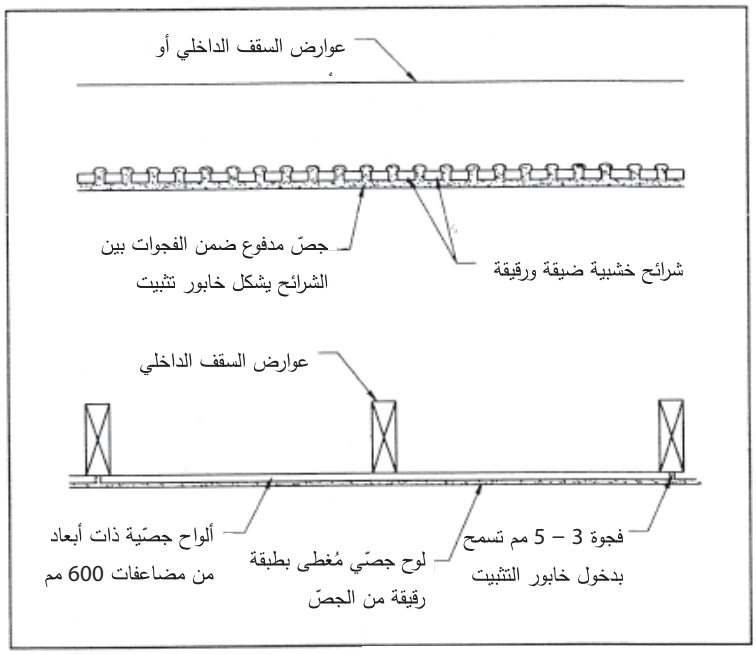
3.12 الأسقف الداخلية و إنهاءات الأسقف الداخلية

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستُدرك صيَغ إنهاء الأسقف.

مواد إنهاء الأسقف

قبل وجود الألواح الجصّية، كانت الأسقف الداخلية للمنازل تُشكِّل باستخدام تقنية التلويح والتجصيص. كانت تُسمَّر شرائط رقيقة من الخشب المقطوع بالمنشار إلى الجانب السفلي للعوارض مع ترك فراغات بينها. يقوم المُبيِّض بعدها بتطبيق الجصّ فوق الشرائط الخشبية دافعاً بعضاً منه في الفراغات بينها لتشكيل خابور إحكام نتيجة الانتفاخ، كما يبينه الشكل 11.12.



الشكل 11.12 خيارات السقف الداخلي

بالمقارنة نجد أن الأسقف الداخلية الحديثة تُشكَّل من صفائح ألواح جصّية تُسمَّر بالطَرْق (مسامير من الفولاذ الطري المُغلفن برؤوس كبيرة) إلى العوارض. توضع العوارض عادة على مسافات مركزية 400 مم وذلك للأرضيات ولعوارض الأسقف الداخلية، إذ إن هذا يناسب أبعاد الألواح الجصّية التي تُنتج بقياسات من مضاعفات 400 مم. تقيس أكبر الألواح 2400 مم x 1200 مم.

يَضمن وضع العوارض بفواصل 400 مم وجود خشبة تُسمَّر عليها حافّة اللوح الجصّي دوماً. من جهة أخرى، تكفي فواصل 600 مم بين مراكز العوارض تلبيةً للاحتياجات البنيوية لتحقيق المجاز المرغوب.

تُعتبر التغطية بطبقة رقيقة من الجص (بسماكة أقل من 5 مم) الطريقة العادية لإنهاء السقف الداخلي المُغطّى بالألواح الجصّية. قبل تطبيق الجصّ تُغطى الوصلات بين صفائح الألواح الجصّية بالكتّان لمقاومة تشقُّق جصّ السقف الداخلي على طول حواف صفائح الألواح الجصّية. كان الكتّان يُصنع من قماش ألياف القنَّب أو الخيش، لكن المكافئ الحديث له هو مادة شبَكيّة ذاتية اللصق ذات أساس بلاستيكي، تُطبَّق فوق الوصلات، من لفائف ضيِّقة. إن أيَّ انحراف في الأرضية فوق السقف الداخلي سيؤدي إلى تشقُّق الجصّ في منطقة الضعف: عند حافّة اللوح الجصّي.

يوصِّف المعيار البريطاني **BS 1220** الألواح الجصّية. فهي ببساطة جصّ جبسي محشو بين طبقتين من الورق المقوّى. يكون سطح الورق المقوى العادي خشناً إلى حدٍ ما وهذا يساعد في مسك طبقة الجصّ الرقيقة الرطبة. من جهة ثانية، يمكن الحصول على لوح جصّي ذي نوعية أفضل باستخدام ورق مقوّى عاجيّ في أحد الوجهين ليسمح بزخرفة اللوح مباشرة بدلاً من التجصيص.

تعتمد سماكة صفائح الألواح الجصّية على نوع اللوح الجصّي، وهي قد تكون إما 9.5 مم أو 12.5 مم أو 19 مم. تُعدُّ الشركة (British Gypsum) "الجبس البريطاني" المُورِّد الرئيسي للألواح الجصّية، وتستخدم هذه الشركة الاسم (Gyproc) أو الجدار الجاف بوصفه اسماً تجارياً للألواح الجصّية. واللوح الجداري جيبروك هو أحد الأنواع المتوافرة. إن أكثر ألواح الجصّ سماكة من دون إضافات العزل هو "جيبروك بلانك" بسماكة 19 مم.

تمرين

- ما هي السماكات المتوفِّرة في التصفيح بالألواح الجصّية؟
- ما نوع معدن المقطع الذي يُستخدم في تدعيم الزوايا الجصية الخارجية في الجدار؟
- ما هي وظيفة التدعيم بالكتّان؟

4.12 إنهاءات الأرضية

مقدمة

- بعد دراسة هذا المقطع ستعرف بعض الإنهاءات الخشبية الممكن تطبيقها في الأرضيات.

نظرة عامة

كما بينّا في الفقرة 1.12 فإن خيارات الإنهاءات الأرضية في المنزل محدودة. وكثير من المباني تُشيَّد وتُباع من دون أية إنهاءات على الإطلاق، فقط أسطح الأرضية كما شُيِّدت: ألواحٌ خشبية، أو ألواح خشب مضغوط، أو خرسانة مَجليّة، أو خرسانة مُطيَّنة.

وبالطبع فإن هذه الأرضيات ستُغطى بالسجاد أو ما شابهه حسب طلب المالك.

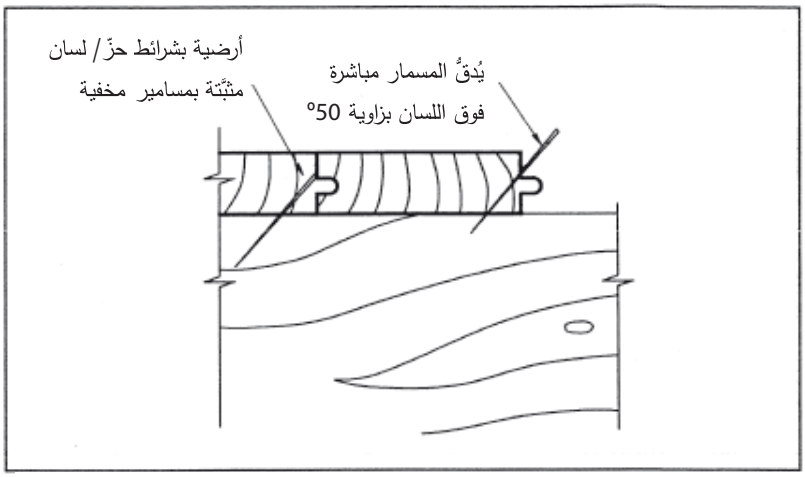
يهدف هذا المقطع المقتضب إلى التركيز على الإنهاءات الممكن تطبيقها قبل بيع المسكن.

الإنهاءات الخشبية

ثمة نوعان من الإنهاءات الخشبية يمكن اعتبارهما إنهاءات تقليدية للأرضيات في المساكن: تغطية الأرضية ببلوك خشبي، وتغطية الأرضية بشرائط من الخشب الصلد.

ومهما كان الحل الذي اعتُمد، علينا أن نتذكَّر أن الخشب ماص للرطوبة بطبيعته، ومن ثمَّ فهو يمتص الرطوبة. قد تكون هذه الرطوبة إما من هواء الغرفة أو من التلامس المباشر مع الرطوبة. في الحالة الأخيرة، لا بدّ من تأكيد وجود مدماك منعِ الرطوبة المناسب بين الإنهاء ومصدر الرطوبة.

عندما يمتص الخشب رطوبة يزداد محتوى الرطوبة فيه ويحدث التمدُّد. ثمة حاجة لملاحظة أن الإنهاءات الخشبية للأرضية ستتحرك مع الاستخدام، ولا بد من تضمين شرط الحركة في عملية رصف الأرضية.



الشكل 12.12 التسمير المخفي لتغطية الأرضية بشرائط الخشب الصلد

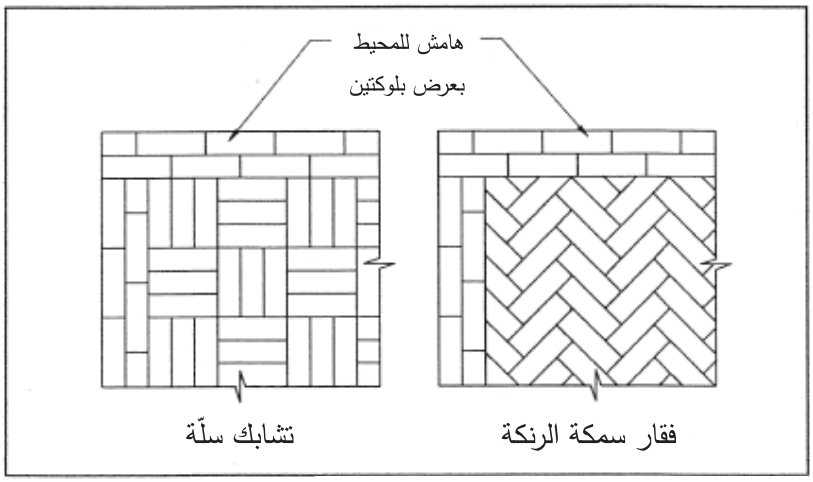
عند استخدام تغطية الأرضية بشرائط من الخشب الصلد، نحصل على مقدار من تقييد الحركة ناجم عن تسمير الشرائط الخشبية مع عوارض بنية الأرضية (الشكل 12.12).

يعتمد مدى الفجوة التي تُترك في محيط الأرضية المغطاة بالشرائط، إلى حد ما على نوع الخشب الصلد المُستخدم. إذ نلاحظ وجود تباين كبير في التغيُّرات البُعديّة التي يسببها تغيُّر محتوى الرطوبة في الأنواع المختلفة من الخشب الصلد.

إذا لم تُغطى فجوة تمدد المحيط بلوح إزار، فيمكن استخدام حشوة قابلة للانضغاط لملء الفجوة.

عند استخدام تغطية الأرضية ببلوك من الخشب الصلد، يتحدد مدى الحركة بنمط مدّ البلوك. يبين الشكل 13.12 نمَطَي مدّ البلوك الأكثر شيوعاً: تشابك السلّة، وفقار سمكة الرنكة.

ومهما كان النمط المُختار، يُزوَّد إنهاء الأرضية بهامش عادي بعرض بلوكتين في محيط الأرضية. يجب ترك فجوة تمدُّد بين الهامش والجدران المحيطة للسماح بحركة البلوك التي يسببها تغيُّر محتوى الرطوبة. من السهل ترك مثل هذه الفجوة في المحيط إذ يمكن تغطيتها بلوح إزار خشبي.



الشكل 13.12 تغطية الأرضية بكتل خشبية

ثمة وصلة حزّ/ لسان موجودة بين قطع البلوك الخشبية في هذه الصيغة من التغطية، لكن وسيلة إحكام البلوك الرئيسية هي بمدِّه فوق لاصق كتيم.

يمكن الحصول على مظهر مشابه لمظهر تغطية الأرضية ببلوك خشبي صلد باستخدام تقنية الأرضية المُطعَّمة. فبدلاً من استخدام بلوك من الخشب الصلد بسماكة 25 مم، يُستخدم خشب أقل سماكة، ربما 6 مم أو أقل. في بعض الأحيان تجمَّع القشور الخشبية المرتبطة بالأرضية المرصَّعة على ألواح لتسمح بمدّ مساحات أكبر بسرعة. لا يمكن تمييز هذه الأرضيات المرصَّعة بعد مدِّها عن الأرضية المُغطاة بالبلوك الخشبي الصلد.

تمرين

- صِف طريقة التثبيت بالتسمير المخفي التي تُطبَّق في إنهاءات الأرضية المغطاة بالألواح.
- ما هما النمطان الأكثر انتشاراً لمدّ أرضيات البلوك الخشبي؟
- ماذا يُميِّز التغطية بالأرضية المُرصَّعة عن التغطية بالبلوك الخشبي؟

الثبت التعريفي

أرضية العوارض والبلوك (Beam and Block Floor): يستخدم المصطلح أرضية العوارض والبلوك ليدلّ على طريقة محددة لوضع الأرضيات، وخاصة في الطوابق الأرضية. ويمكن وضع هذه الأرضيات بسهولة. وتتألف الأرضية من عوارض خرسانية مشكَّلة على هيئة حرف T توضع في المكان وتُملأ الفراغات بينها ببلوك خرساني ثم تُلصق مع بعضها باستخدام مزيج من الرمل والإسمنت.

أساس حصيرة (Raft Foundation): بلاطة مستمرة من الخرسانة المسلَّحة تنفَّذ فوق التربة كأساس للمبنى، وتكون مساوية أو أكبر من مساحة المبنى الذي تحمله.

أسافين طَيّ (Folding Wedges): إسفينان مركبان بشكل متعاكس لإعطاء سطحين متوازيين يمكن معايرة بُعدهما بواسطة زلقهما ويستخدمان لفصل السطوح عن بعضها.

إسفين أسطواني (Cup): قاعدة على شكل قدح توضع في ثقب ضمن الخشب مثلاً ويدخل البرغي فيها بدلاً من استخدامه مباشرة على الخشب.

إفريز تقطُّر (Drip Mould): جزء ناتئ من عتبة أو من كورنيش مصمم لحماية المنطقة تحته من ماء المطر (عادة فوق النافذة أو الباب) .

اقتصاديات الحجم (Economies of Scale): زيادة كفاءة الإنتاج مع ازدياد عدد البضائع المُنتَجة. نمطياً، تُخفِّض الشركة التي تحقق اقتصاديات الحجم معدَّلَ الكلفة الوسطي للُمنتَج عبر زيادة الإنتاج، حيث تتشارك الأعدادُ المتزايدة من المنتجات الكلفَ الثابتة.

بثق (Extrude): عملية تشكيل معدن أو بلاستيك من طريق دفعه عبر قالب بواسطة الطرد.

بصمة البيئية (Environment Footprint): الأثر الذي يخلفه أي كيان (شركة، أو مبنى، أو أفراد... إلخ) في البيئة عند قيامه بنشاطات، وهي بشكل عام ترتبط بقدرة امتصاص البيئة المحيطة للمخلفات من مواد أولية ومواد مصنَّعة وانبعاثات، وقدرتها على توفير الموارد الأولية التي يحتاجها هذا الكيان .

بنتونايت (Bentonite): غضار غرواني طبيعي يستخدم في عمليات حفر الآبار وكمادة مالئة.

بوليسوسيانيوريت (Polyisocyanurate): ويعرف أيضاً باسم بوليسو، أو PIR أو ISO، وهو بلاستيك حراري يُنتج على هيئة رغوة ويُستخدم بوصفه عازل حراري صلب.

ترس أو تروس ((Sprocket(s)): مجموعة من الخشبات القصيرة تثبَّت أسفل العارضة المائلة لتُشكِّل أفاريز بارزة مثل الترس ذي الأسنان.

ترّيسة (Terrazzo): أرضية مؤلَّفة من قطع رخام صغيرة وخرسانة.

تَعشيق (Matchboard): طريقة لجمع لوحين من الخشب بوجود لسان/ بروز في أحد اللوحين وحزّ/ ثلم في الآخر.

تفصيلة (Detail): جزء ثانوي من مبنى كالإفريز وتيجان الأعمدة، أو من صورة أو آلة.

تلويح (Lathing): تغطية الجدران والأسقف بشرائح أو بألواح خشبية ضيّقة رقيقة لكي تُكسى بعد ذلك بالجصّ.

تهوية خلفية (Background Ventilation): تهوية من طريق فتحة أو فتحات صغيرة موجودة في فراغ ما، وجزء منها موضوع على ارتفاع 1,75 م فوق مستوى الأرضية، الهدف منها توفير تهوية ذات معدَّل منخفض .

تهوية عابرة (Cross Ventilation): تقنية لإمرار الهواء من الخارج إلى

الداخل أو من طرف إلى آخر من دون الاستعانة بنظام تهوية.

جدار ارتكاز (Sleeper Wall): جدار منخفض الارتفاع يستخدم لحمل عوارض الأرضية للطوابق الأرضية في المسكن، ويعمل على رفع العوارض الخشبية بعيداً عن رطوبة الأرض.

جدار قزم (Dwarf Wall): أي جدار بارتفاع منخفض أقل من ارتفاع طابق، على سبيل المثال جدار سياج الحديقة أو الجدران الداعمة للطوابق الأرضية.

جلاّية آلية (Power Float): عبارة عن قرص صلب دوّار يقوده محرك يُنعِّم ويسوِّي ويضغط سطح الأرضيات الخرسانية.

جوان (Bead): مقطع مُحدَّب، يمكن أن يكون من مادة مطاطية، يوضع في محيط لوح الزجاج لتثبيته في المكان، كما يمكن أن يكون من معدن أو من خشب.

حَزّ ولسان (Tongue and Groove): طريقة لجمع لوحين خشبيين مع بعضهما، لأحد جوانب اللوح بروز يسمى اللسان، ولجانبه الآخر أُخدود/ ثَلم يسمى الحزّ.

خانق (Check Throat): ثَلم طولي يُشكَّل في أسفل عتبة النافذة أو الباب لمنع دخول قطرات ماء المطر إلى الجدار.

خرسانة نظافة (Lean Concrete): خرسانة تحتوي على قليل من الإسمنت وقليل من الماء تستخدم عادة تحت قواعد الأعمدة لتفصل فولاذ التسليح عن التربة.

درجة ملتفّة (Winder): درجة في الجزء الملتف من الدرج بإحدى نهايتين أوسع من الأخرى.

دمّاعة (Weep Hole): فتحة في أسفل الجدار وأعلى من نهاية العزل المائي لتسمح بخروج الماء. ثقب تصريف.

ديسيبل (Decibel dB): وحدة لوغاريتمية لنسبة الصوت، وتساوي 10

أمثال اللوغاريتم العشري لنسبة الصوت. تُستعمل هذه الوحدة في حال النسب ذات مجال القيم الواسع جداً الذي يمتد على عدد كبير من مراتب الكِبَر (مثلاً المجال: من 10^{-3} حتى 10^{9}، يقابله المجال من 30- ديسيبل حتى 90 ديسيبل). انظر المجال الديناميكي.

زجاج عائم (Float Glass): ألواح زجاج مُصنَّعة بتعويم الزجاج المصهور فوق فرشة من معدن مصهور (غالباً قصدير). تُعطي هذه الطريقة سماكة مُتجانسة للوح الزجاج وسطحاً مستوياً جداً. وتُعرف باسم (طريقة بيلكينغتون) اسم أول من صنَّع الزجاج بهذه الطريقة.

سقف داخلي (Ceiling): السطح الداخلي الذي يغطي النهاية العليا من الغرفة، وهو في الغالب ليس عنصراً إنشائياً لكنه سطح يفصل السقف فوقه عن الغرف.

سقف سَنَدي (Mansard Roof): سقف مزدوج التحدُّر؛ سقف ذو منحدرين في كل جهة من جهاته. المنحدر السفلي أشدُّ انحداراً من المنحدر الأعلى.

شنّاوي (Stretcher): طريقة لبناء الآجر على شكل طبقات (مدامك) بحيث يُمدُّ الأجر طولياً ليظهر منه الجانب الرفيع، ويتقاطع مع آجر الطبقة التي تلي أو التي تسبق في منتصف المسافة بين قطع الآجر.

صوت طرْقي (Flanking Sound): أي صوت لا ينتقل مباشرة من الغرفة عبر العنصر الفاصل، بل ينتقل بصورة غير مباشرة عبر مسارات مثل النوافذ والبلاطات الخرسانية والممرات والأُطُر.

طريقة الدحرجة (Rolling Process): وتُسمى أيضاً طريقة الأسطوانة (cylinder) حيث كانت الألواح الزجاجية تُقص من قطع كبيرة مصنَّعة عن طريق نفخ اسطوانات كبيرة (طولها 2 – 2,4 متر، وقطرها 250 - 360 مم) تُقصّ بعدها وتسوى وتقطَّع إلى ألواح.

فولاذ مطاوع (Mild Steel): فولاذ ذو محتوى كربوني قليل بين 15٪ و25٪ – وهو أكثر لدونة من الفولاذ ذي المحتوى الكربوني العالي.

قالب مؤقت (Formwork): مصطلح يطلق على قوالب مؤقتة أو دائمة لاحتواء الخرسانة خلال الصب وبضعة أيام بعدها للتصلب. ويمكن أن يكون القالب من الخشب أو من الفولاذ.

قدّة (Screed): مسطرة من الخشب أو المعدن يجري بواسطتها إنهاء سطح الخرسانة المصبوبة حديثاً، ويطلق على العملية اسم طينة.

قَدْر المدخنة (Chimney Pot): أنبوب فخاري أو معدني في أعلى المدخنة لجعلها أقدر على تصريف الدخان.

كبّاش (Hollow Weighted Grab): أداة تُلحق بآلة الحفر ذات جزأين مُتمَفْصلين أحدهما ذي أسنان يستخدم للحفر أثناء الحركة الأمامية. وعند رفعه يجتمع الجزءان ثم يتحركان معاً لإزالة التربة.

لوح التغطية (Fascia Board): لوح أفقي يغطي نهايات العوارض المائلة والعوارض ويستند إلى الجدار الخارجي، وهو الجزء البارز من السقف ويحمل عادة مزراب السقف.

لوح صلد (Hardboard): ألواح شبه خشبية تُحضَّر من سيقان النباتات المُجهَّزة المضغوطة أو من كسر الخشبات المضغوط أو من الورق المضغوط.

ليف غير عضوي (Mineral Wool): يستخدم في العزل الحراري والعزل الصوتي وفي مقاومة الحريق، أشهر أنواعه الليف الزجاجي.

متعدد كلور الفينيل (PVC - Poly Vinyl Chloride): مادة تركيبية بلاستيكية تستخدم بكثرة في البناء بوصفها مادة بنيوية لأنها رخيصة وسهلة التركيب. في السنوات الأخيرة استبدل البولي فينيل كلوريد مكان مواد بنيوية كثيرة في العديد من المناطق على الرغم من وجود مخاوف حول تأثيره في البيئة والصحة البشرية.

متعدد كلور الفينيل غير المُلدَّن (Unplasticised Poly Vinyl Chloride): صيغة مُعدَّلة غير مُلدَّنة من متعدد كلور الفينيل مصنوعة من البوليمير كانت

تسمى سابقاً uPVC ثم عُدِّل الاسم إلى PVC-u في عام 1990 ليتناسب مع التسمية العالمية للمواد البوليميرية.

مجموعة الباب (Door Set): مجموعة من المكونات المصنَّعة التي يتألف منها الباب؛ جسم الباب وإطار الباب وبطانة الباب وما إلى ذلك.

مُسيل ذو حاشية (Welted Drip): مسيل خاص يجري تشكيله ليربط السطح العازل مع المزراب الخارجي حيث تُثنى طبقة اللباد السفلية عند الحافة ومن ثمَّ تُثبَّت بالطبقة العلوية منه.

معيار (Standard): مواصفات مرشدة تقنية مقبولة بالتحكيم تُعدُّها منظمة حكومية أو غير تجارية، تُستخدم لتحقيق توحيد في مجال تطوير معيَّن. ينتج المِعيار من إجرائية رسمية، تستند إلى مسودة مواصفات أعدتها مجموعة أو لجنة خبراء بعد دراسة مكثَّفة لما هو متوافِر من طرائق.

مؤشر PMV (Predicted Mean Vote): يعبر عن مستوى الراحة الحرارية المتوقع الذي يشعر به القاطنون داخل المبنى.

مؤشر PPD (Predicted Percentage Dissatisfied): يعبر عن النسبة المئوية للقاطنين غير الراضين عن مستوى الراحة الحرارية المعطى.

نَسق النوافذ (Fenestration): أو توزيع النوافذ؛ مصطلح مأخوذ من كلمة "نافذة" باللغة الفرنسية (fenêtre)، ويستخدم للدلالة على تصميم وتشكيل وترتيب وضع النوافذ في واجهة المبنى.

نظام الشرائح المعدنية (Metal Furring System): شرائح معدنية رقيقة تُثبَّت على الجدار أو على السقف لتشكيل سطح داعم لتثبيت إنهاءات الجدار أو السقف، كما تُستخدم لتصحيح استواء سطح الجدار إن لم يكن مستوياً. إذا كانت هذه الشرائح خشبية فهي تُستخدم عموماً في الأسقف فوق العوارض وتُسمى الشريحة الخشبية "مورينة".

نظام القياس الإمبراطوري (Imperial Sizes): نظام للقياس جرى تطويره في بريطانيا عام 1824، ويعتمد وحدات الإنش والقدم واليارد في قياس الأطوال، والرطل والأونصة في قياس الأوزان، والغالون في قياس حجوم

السوائل، ومع نهاية القرن العشرين تحولت معظم الدول بما فيها المملكة المتحدة إلى استخدام النظام المتري بدلاً منه.

نوافذ إنارة (Lights): فتحة أو فتحات مُزججة في النافذة ومُحددة بفواصل إما خشبية أو معدنية أو بلاستيكية حسب نوع معدن إطار النافذة.

ورق البناء (Building Paper): ورق متين يستخدم في التشييد لتحسين العزل الحراري والحماية من العوامل الجوية، ويعمل حاجزاً للبخار. ويوضع بحيث تكون الطبقات العليا متراكبة فوق الطبقات السفلى لتسهِّل انسياب الماء عن الجدار.

ثبت المصطلحات

آجر/ قرميد/ طوب	Bricks
آجر يحتوي على ثقوب للتهوية	Vent Tiles
آسن/ راكد	Stagnant
أجوف/ مجوَّف	Hollow
احتمل/ تحمّل	Sustain
أحكم الربط/ ثبَّت	Secure
أحمال تثاقلية	Gravitational Loads
أداة/ جهاز منزلي	Appliance
ارتفاع الدرجة	Rise of a Step
ارتفاع بين الطوابق	Pitch High
أردواز	Slate
أرضية مُطعَّمة	Parquet
أرضية/ طابق	Floor
أرضية من دعائم وعوارض	Post and Beam Floor
أرضية من عوارض وبلوك	Beam and Block Floor
إزار/ مئزر	Skirting
أساس	Foundation
أساس حصيرة	Raft Foundation

Strip Footing	أساس شريطي
Hardcore	أساس صلد
Stepped Foundation	أساس مدرَّج
Pad Foundations	أساسات منفردة
Folding Wedges	أسافين طي
Sustainability	استدامة
Mastic Asphalt	إسفلت مصطكاوي
Wedge	إسفين
Cup	إسفين أسطواني
Lintel	أسكَفة/ عتبة (حاجز علوي مستعرض)
Cement	إسمنت
Occupation	إشغال
Frame	إطار/ هيكل
Masonry	أعمال بناء/ حجري/ لَبنة
Closure	إغلاق/ نهاية
Eave	إفريز
Drip Mould	إفريز تقطُّر
Economies of Scale	اقتصاديات الحجم
Opaque	أكمد (اللون)
Asbestos	أمينت/ أسبستوس
Discharges	انبعاثات
Rocker Pipe	أنبوب متأرجح
Heave	انتفاخ/ رفع

Pitch of Stairs	انحدار الدرج
Consolidation	اندماج/ تصلُّد
Compressibility	انضغاطية (قابلية الانضغاط)
Finishes	إنهاءات/ إكساءات
Sagging	انهيار/ تداعي
Elliptical	إهليلجي (على شكل قطع ناقص)
Ogee	أوجي (حلية معمارية ذات قوسين متعاكسين)
Flush Door	باب مُسطح مع مستوى الحائط
Paneled Door	باب مؤطَّر
Ledged Door	باب ناتئ
Primitive	بدائي/ بسيط
Countersunk Screw	برغي غاطس
Bolection	برواز
Roof Overhang	بروز السقف
Landing	بسطة الدرج
Environment Footprint	بصمة بيئية
Apron Lining	بطانة تلبيس/ إزار
Soffit	بطنية (السطح السفلي للسقف)
Pulley	بكرة
Promenade Tiles	بلاط رصف
Floor (v)	بلَّط/ خشَّب أرضية حجرة
Bentonite	بنتونايت
Structure	بنية/ هيكل

Substructure	بنية سفلية/ هيكل قاعدي
Superstructure	بنية عُلوية/ هيكل عُلْوي
Framework	بنية هيكلية/ إطار عمل
Polyisocyanurate	بوليسوسيانيوريت
Gypsum Plaster	بياض جبسي/ جصّ جبسي
Bituminous	بيتوميني [قارّي] حُمّري (مضاف إليه القطران)
Stairwell	بئر الدرج/ بئر السلَّم
Adapting	تأقلُم/ تكيُّف
Erosion	تآكل
Sequence	تتابع/ تسلسل
Sequential	تتابعي
Grain of Wood	تجزُّع الخشب/ التعرُّق/ اتجاه الألياف فيه
Plastering	تجصيص
Pointing	تجميل بالملاط/ بالمونة
Fixture	تجهيزة
Pipe Socket	تجويف أنبوب (وصلة أنبوب ذكريّة في طرف وأنثوية في الآخر)
Load Bearing	تحمُّل الأحمال
Mineralised	تحوَّل إلى معدن (تعدَّن)
Implications	تداعيات/ تبعات
Head Lap	تراكب رأسي
Cross Bracing	تربيط متصالب
Brace	تربيطة
Sprocket(s)	ترس (تروس)

Terrazzo	ترّيسة
Glazing	تزجيج
Autoclaving	تسخين تحت ضغط/ في فرن
Settlement	تسوية/ حل متفق عليه
Interlocking	تشابك/ مُتشابك
Impregnate	تشريب
Offset	تشعيب/ تعديل شيء مقابل شيء آخر
Strain	تشوّه/ تغير نتج من إجهاد
Construction	تشييد
Drainage	تصريف المياه
Cure	تصلُّد العناصر التي سبق صبّها/ معالجة
Mould	تعفُّن/ قالب
Covering	تغطية
Floor Boarding	تغطية الأرضية بالألواح
Sheathing	تغليف
Differential	تفاضلي
Detail	تفصيلة
Progress	تقدُّم/ تطور
Partition	تقسيمات/ جدار فاصل
Camber	تقوُّس
Condensation	تكاثُف
Facing	تلبيس
Hydrate	تَمَيَّه

تنسيم/ تنفيس	Trickle Ventilation
تهوية خلفية	Background Ventilation
تهوية عابرة	Cross Ventilation
توجيه/ اتجاه	Orientation
تيار هوائي	Draught
ثقب/ شق صغير ضيّق/ فُرضة	Slot
ثقيل الوطأة/ جائر	Oppressive
جانب	Flank
جانبي	Lateral
جبس	Gypsum
جدار ارتكاز	Sleeper Wall
جدار استناد/ جدار ساند	Retaining Wall
جدار استنادي	Sustaining Wall
جدار حَمّال	Load Bearing Wall
جدار قزم	Dwarf Wall
جزء أدنى من جدار غرفة	Dado
جص/ بياض	Plaster
جلاّية آلية	Power Float
جمالون متناظر/ جمالون فرنسي/ بلجيكي	Fink Truss
جمالون (مجموعة عوارض مائلة على شكل مثلث)	Truss
جمالون/ قمة مُسنَّمة/ جزء الجدار العلوي المثلث الشكل بين رأس الجمالون وقاعدته	Gable
جوان إحكام	Seal Gasket

Verge	حافة
Carriage of a Stair	حامل الدرج
Weave	حبكة
Coping	حجارة تغطية
Limestone	حجر كلسي
Volumetric	حجمي
Ironmongery	حديد وخردوات
Glaze Frit	حرف السطح المزجَّج
Ridge	حرف السقف (خط تقاطع السطحين المائلين)
Kerf	حزّ/ ثلم في الخشب يُحدث بآلة قطع
Tongue and Groove	حَزّ ولسان
Flashing	حشو معدني مانع للتسرُّب
Batt	حشوة (غالباً من مادة عازلة)
Gravel	حصى
Trench	حفرة/ خندق
Field	حقل/ مجال
Peg	خابور
Pile	خازوق/ وتد
Capillary Action	خاصية شَّعرية
Check Throat	خانق
Peat	خُثّ/ فحم المستنقعات
Concrete	خرسانة
Mass Concrete	خرسانة كتلية

خرسانة نظافة	Lean Concrete
خشب رقائقي	Plywood
خشب الماهوغاني (خشب بُنّي ضارب إلى الحُمرة)	Mahogany
خشبة (ركيزة) قائمة	Stud
خشبة مستعرضة	Ledge
خشبي	Timber
خِضاب	Pigment
خطاف معدني يُثبَّت في السقف لدعم القرميد	Hip Iron
خِلالي/ بيني	Interstitial
خوَّش	Countersink
خيش/ ألياف القنَّب	Jute
دار على محور/ ارتكز على محور	Pivot
درابزين/ سياج/ حاجز	Railing
درجة ملتفّة	Winder
دعامة	Abutment
دعامة تثبيت توضع بين الركائز/ العوارض	Noggin
دعم	Support
دليل/ قواعد	Code
دمّاعة/ ثقب تصريف	Weep Hole
ذروة/ قمة	Apex
ذو كتلة حرارية عالية	Thermally Heavy
ذو كتلة حرارية منخفضة	Thermally Light
رابط	Binder

Cord	رباط/ حبل
Sedimentary	رسوبي
Humidity	رطوبة
Moisture	رطوبة/ نداوة
Shim	رِفادة
Strut	ركيزة
String	ركيزة درج
Sand	رمل
Dormer	رَّوشَن (نافذة ناتئة من سقف مائل)
Valley	زاوية تقابل سقفين مائلين
Float Glass	زجاج عائم
Ornamental	زُخرفيّ
Bitumen	زفت/ قطران/ قار
Blinding	ستار تعمية
Cold-Rolling	سحب على البارد
Hot-Rolling	سحب على الحامي
Saddle	سرج
Deck	سطح
Sought	سعى/ بحث
Scaffolding	سِقالة
Roof	سقف
Lean-to Roof	سقف أحادي الانحدار
Ceiling	سقف داخلي

Mansard Roof	سقف سَنَدي/ سقف مزدوج التحدُّر
Collar Roof	سقف شدّاد
Pent Roof	سقف معزول
Head Rail	سكة الرأس
Bottom Rail	سكة قاعدة
Residential	سكني
Aspects	سمات
Features	سمات/ خصائص
Stay	سنّادة
Hip	سنام
Prop	سند/ دعم من أسفل
Trapezoidal	شبه انحرافي
Trapezoid	شبه منحرف
Semidetached	شبه منفصل
Tension	شدّ
Firrings/ Furrings	شرائح خشبية مُستدقة الطرف
Tilting Fillet	شريحة إمالة ذات مقطع على شكل مثلَّث
Lathing	شريحة للتغطية
Batten	شريحة/ عارضة خشبية
Capillary	شعري/ متعلق بالخاصية الشعرية
Flange	شفّة
Aspiration	شفط (سحب) الغاز
Form	شكل/ صيغة

شنّاوي	Stretcher
شواذ	Anomalism
صدأ/ تآكل	Corrosion
صفيحة مجموعة المسامير	Gang Nail Plate
صلابة/ قساوة	Rigidity
صلب/ قاسي	Stiff
صلصال	Clay
صلصال صفحي	Shale
صوّان	Flint
صوت طَرْقي	Flanking Sound
ضبط البخار	Vapour Check
ضغط	Compression
ضوابط/ قوانين	Statutes
طبَّق/ بذل	Exert
طبقات مركبة فوق بعضها في هيكل المبنى	Strata
طبقة خارجية رقيقة	Skim
طبقة من القرميد/ أردواز توضع تحت الطبقة الأولى للتسقيف عند حافة السقف	Undercloak
طرف المزراب السفلي	Shoe
طَرْقية	Percussive
طريقة الدحرجة/ طريقة الاسطوانة	Rolling Process
طلاء من الملاط الطيني أو الجصي	Render
طلي	Coat

Brick Earth	طمي/ غَرين
Architrave	طيلة معمارية
Slurry	طين سائل/ ملاط رقيق القوام
Beam	عارضة
Joist	عارضة ثانوية
Rafter	عارضة خشبية في سقف مائل
Jack Rafter	عارضة رافعة
Valley Rafter	عارضة ركنية
Trimming Joist	عارضة طرفية
Trimmer Joist	عارضة مُستعرِضة تحمل مجموعة عوارض مُشذَّبة
Girder	عارضة/ رافدة
Hip Rafter	عارضة وَرِكية
Vernacular	عامّي/ لغة مناطقية
Sill/ Cill	عتبة/ أسْكفَّة
Rebated Cavity Wall (RC) Lintel	عتبة افتراز (تنزيل/ تخفيض)
Transom	عتبة مستعرضة
Jamb	عضادة قائمة لباب أو نافذة
Extrude	عملية البثق
Polishing	عملية التلميع/ الصَّقل
Grinding	عملية التنعيم/ الشحذ
Compaction	عملية الرصّ
Baluster	عمود الدرابزين
Trimmed Joist	عوارض مُشذَّبة

Silt	غَرين
Breather Membrane	غشاء تنفُّس
Casing	غلاف
Translucent	غير شفاف/ شبه شفاف
Capillary Break	فاصل شَعري
Effect	فاعلية/ تأثير
Opening	فتحة/ منفذ
Rebate	فرزة/ افتراز
Kiln	فرن/ أتون
Mosaic	فسيفساء
Partitioning	فصل بحواجز/ تقسيم المساحة
Herringbone	فقار سمكة الرنكة
Flemish	فلمنكي
Muntin	فواصل الإطارات/ إطارات النوافذ
Steel	فولاذ
Gauge Steel	فولاذ مدرفل ذو سماكة أقل من 0,018 إنشاً
Mild Steel	فولاذ مطاوع
Nozzle Socket	فوهة أنبوب تفريع
Hygroscopic	قابلية امتصاص الرطوبة
Hopper	قادوس (صندوق على شكل قُمْع)
Rigid	قاسي/ صلب
Formwork	قالب مؤقت
King Post	قائم جمالون

قائم درابزين الدرج	Newel Post
قائم/ عضاضة لأحد الأبواب أو الإطارات	Stile
قائمة (الجزء الرأسي للدرجة)	Riser
قدّة/ طينة	Screed
قَدْر المدخنة	Chimney Pot
قُدرة البرغي على التقدُّم وفتح السنّ الخاص به	Self Tapping
قدرة التحمُّل	Bearing Capacity
قرميد متشابك	Interlocking Tiles
قرميدة/ رقاقة من اللباد	Tile
قشّ القصب	Thatch
قشرة	Skin
قشرة خشبية	Veneer
قص	Shear
قطع قرميد على شكل قلنسوة	Bonnet Tiles
قماش القطن/ الكتان الرقيق	Scrim
قوى سحق	Squashing Forces
قوى مطّ	Stretching Forces
قيسون	Caisson
كابل/ دعامة ناتئة مثبتة من طرف واحد	Cantilever
كباش (سطل)	Hollow Weighted Grab
كتامة	Weather Tightness
كتلة صغيرة/ كريّة	Dab
كتيفة (سناد يكون تحت الرفّ لتدعيمه)	Bracket

Impervious	كتيم
Card Board	كرتون تسقيف
Cladding	كسوة/ طبقات تغطية خارجية
Lime	كلس
Quantum	كَمّ
Counter Batten	كنار/ سِنادة
Coke	كوك/ فحم الكوك
Felt	لبّاد
Fittings	لوازم
Batten Plate	لوح تثبيت
Fascia Board	لوح التغطية
Barge Board	لوح حافَّة
Ridge Board	لوح الحرف
Chipboard	لوح خشب مضغوط
Hardboard	لوح صلد
Plasterboard	لوح من الجص واللبّاد
Splash Back	لوحة حماية من الرشاش/ من الرذاذ
Mineral Wool	ليف غير عضوي
Fibrous	ليفي
Draught Proofing	مانع لدخول التيارات الهوائية الضعيفة
Pitched	مائل/ منحدر
Modular Building	مبنى نسقي
Stick-Build	مبنية (مجمعة) في الموقع

plasterer	مُبيّض/ جصّاص
Parapet	متراس/ حاجز منخفض
Consistent	متسق ذاتياً
PVC (Poly Vinyl Chloride)	متعدد كلور الفينيل
PVC-U (Unplasticised Poly Vinyl Chloride)	متعدد كلور الفينيل غير المُلدَّن
Developer	متعهِّد
Handrail	مُتَّكأ الدرابزين
Fascia Bracket	مثبت حامل المزراب
Anchor	مُثبِّت/ خطاف
Retarder	مُثبِّط/ مُبطئ
Slotted	مثقوب
Sewage	مجاري/ الصرف الصحي
Raked	مُجرَّفة
Ravine	مجرى
Duct	مجرى/ قناة
Panelized	مجمعة مسبقاً على شكل ألواح
Door Set	مجموعة الباب
Flight of Steps	مجموعة درجات
Quarry	محجر/ مقلع حجارة
Gauge	مُحدِّد قياس
Benchmark	محك/ علامة يهتدى بها
Reveal	محيط بنائي حول الباب/ النافذة
Body Tinted	مُخضَّب الجسم على نحو خفيف/ ملوَّن

مدّاد	Stringer
مدّادة	Purlin
مدخنة	Chimney
مُدرَّج/ مزود بمصطبة	Terraced
مدماك/ طبقة	Course
مدى/ نطاق	Extent
مزدوج الافتراز	Double Rebated
مزلاج	Latch
مزيل الرطوبة	Dehumidifier
مسامي/ نَفوذ	Porous
مساميّة	Porosity
مُسبَق الإجهاد	Pre-Stressed
مُستدام	Sustainable
مُستَدق الطرَف	Tapered
مستوى المياه الجوفية	Water Table
مسرب للغازات/ أنبوب مدخنة	Gas Flue
مسكن	Dwelling
مُسمَّرة (مثبتة بمسامير)	Bradded
مُسنَّم جمالوني لمنع الانحناء	Trussed
مُسيل ذو حاشية	Welted Drip
مَسيل (قناة أو مجرى مائل)	Chute
مُشبع	Saturated
مشروع تطوير/ مجمع سكني	Development

Bevel	مشطوف/ مائل
Newel Pendant	مشكاة قائم درابزين الدرج
Funder	مصدّ/ ركيزة
Door Leaf	مصراع الباب
Drain	مَصرِف/ بالوعة
Roof Outlet	مصرف السقف
Plant	معدّات
Target Emission Rate	معدل الانبعاث الهدف
Matchboarded	مُعشَّق
Suspendend	مُعلَّق/ متدلّ
Builder	معماري/ متعهِّد البناء
Criteria	معيار
Standard	مِعيار
Pitch	مغطى بالزفت
Hinge	مفصَّلة
Mullion	مقسم/ رأس فاصلة بين النوافذ
Profile	مقطع/ تشكيل
Mortar	ملاط/ مونة
Sash	مَلْبَن النافذة/ إطار النافذة
Shelter	ملجأ/ مأوى
Proprietary	مُلكية
Corrugate	مموّج/ مجعَّد
House	منزل

Property	مُنشأة
Laminated	مُنضَّد/ صفائحي
Zone	منطقة/ قطاع
Bay	مَنظرة (نافذة كبيرة ناتئة من الجدار)
Detached	منفصل/ مستقل
Utility	منفعة/ مرفق
Roof Light	منور
Consistently	مواءمة/ تناسق
Grout	مونة سائلة
Monolithic	مونوليتيك/ آحادي الصيغة
Gutter	ميزاب
Spirit Level	ميزان تسوية كحولي
Rare	نادر
Casement	نافذة بابيّة (تُفتح كما يُفتح الباب)
Sash Window	نافذة بإطار مُنزلق
Raised	نافر/ مرفوع
Medium	ناقل/ وسط
Tread of a Step	نائمة الدرجة/ النائمة
Consequence	نتيجة/ عاقبة
Joinery	نجارة (نجارة التركيب)
Slenderness	نحافة
Fenestration	نسق النوافذ/ توزيع النوافذ
Modular	نسقي

Fabric	نسيج
Breeze	نسيم/ نسمة
Furring System	نظام الشرائح
Metal Furring System	نظام الشرائح المعدنية
Imperial Sizes	نظام القياس الإمبراطوري
Drainage System	نظام صرف/ شبكة من مصارف
Permeable	نفوذ
Permeability	نفوذية
Mortice	نقر (تجويف في قطعة خشب أو نحوها)
Mortise	نقر التلسين (يقطع نقرة مستطيلة للتلسين)
Dew Point	نقطة الندى
Diurnal	نهاري/ يومي
Hip End	نهاية مُسنَّمة/ نهاية وركية
Gable End	نهاية موشورية (جمالونية)
Lights	نوافذ إنارة
Kappa Float	نوع من الزجاج العائم مُصنَّع لحفظ الطاقة
Carcass	هيكل
Structural	هيكلي/ بنيوي
Rationalised	واقعي
Preservative	واقي/ حافظ
Web	وترة
Module	وحدة قياسية/ نسيقة
Building Paper	ورق البناء

Bolted	وصل بمسامير مُلولبة
Statutory	وفق القواعد/ قانوني/ تشريعي
Bore	يثقب
Span	يجسر/ مجاز
Harbour	يخفي/ يؤوي
Reinforce	يدعِّم
Provide	يزوِّد/ يوفِّر
Refine	يصفّي/ يشذِّب
Demountable	يمكن نزعها
Recessed	يوضع في فجوة

الفهرس

ـ أ ـ

الأبواب الخارجية: 429، 431، 437 ـ 438، 440
الأبواب المُتساطحة: 434، 437
الأدوات الصحية: 67، 78 ـ 79، 85، 119
الأردواز: 26، 192، 358، 360 ـ 361، 368، 372، 381 ـ 385، 387، 390، 398
الأساس الشريطي: 159، 162، 199، 275
الأساس الشريطي الخرساني: 159
الأساسات الشَبكيّة الفولاذية: 158
الأساسات الضحلة: 153، 157 ـ 159، 162
الأساسات العميقة: 158، 169 ـ 170، 183
الأسافين الاسطوانية: 433
الأسقف المائلة: 46، 111، 357، 367، 372، 379، 381، 391، 393، 400، 407
الأسقف المستوية: 364، 391، 393، 395، 399، 407
الإسمنت البورتلاندي: 61، 145
الإضاءة الصناعية: 414
إطار البالون: 267، 269 ـ 270، 273، 289
الإطار الخشبي: 168، 185، 237، 241، 245، 249 ـ 251، 264 ـ 269، 271، 273 ـ 274، 276 ـ 277، 279، 281 ـ 285، 287، 289، 293، 297، 302، 307 ـ 309، 311، 318، 355، 359، 427
الإطار الفولاذي: 237، 245، 284 ـ 285، 289، 291، 293، 295 ـ 299، 303، 307، 318
إطار المنصة الخشبي: 270
الأطر الخشبية والفولاذية: 108

أعمال سمكرية: 355
الأفاريز: 299، 372، 385، 390، 394، 402، 407
أفاريز السقف: 247، 284
الإكساء الخارجي: 267، 278 ـ 279
الألواح الجصية: 119، 267، 282، 339، 352، 354 ـ 355، 366، 393، 441 ـ 442، 444، 447 ـ 448، 451، 453 ـ 454
ألواح الفولاذ: 243
الألواح المفتوحة: 110، 287
أنابيب التدفئة المركزية: 226، 320
أنابيب الماء: 82، 226
أنابيب مياه الصرف الصحي: 78
الأيديولوجية: 125

ـ ب ـ

الباب الرقائقي: 435
بخار الماء: 25، 391، 404 ـ 407، 409
البطانة الخشبية: 438، 447
البلاطة الخرسانية: 295
البوليستيرين: 221
بيلكينغتون، ألاستير: 424

ـ ت ـ

التدوير: 58
التربة الصلصالية: 143، 147، 184، 191
التركيبة الكيميائية: 61
التزجيج: 67، 411 ـ 412، 414 ـ 415، 417، 423 ـ 424، 426 ـ 428، 433
التسخين الشمسي المباشر: 23
التشييد النسقي: 289 ـ 291، 298
تقنيات التبطين الجاف: 451
تقنيات التسليح: 94
التكنولوجيا: 414
التمديدات الكهربائية: 226
التهوية: 21، 25، 67، 83، 126، 128، 150، 201، 228، 241، 280، 308 ـ 309، 357، 385، 393، 399، 407 ـ 408، 411 ـ 412، 414، 416، 418

ـ ج ـ

الجدران الخارجية: 60، 78، 114، 118، 161، 168، 178، 192، 195، 199، 203 ـ 204، 207، 210، 213 ـ 214، 226، 237 ـ 240، 242 ـ 243، 245، 248 ـ 250، 264، 267، 270، 295،

308 ـ 309، 313، 315، 318،
350، 364، 398، 406 ـ 407،
412، 417
الجدران المشتركة: 281، 307
الجمالونات الخشبية: 299

- ح -

الحجر الكلسي: 142
الحمَّالة الخارجية: 158

- خ -

الخدمات النفعية: 200 ـ 202
الخرسانة: 45، 47، 61، 94 ـ
95، 108، 110، 116، 118،
139، 158 ـ 159، 162 ـ 165،
167، 171 ـ 172، 174 ـ 176،
178 ـ 179، 187، 190، 196 ـ
198، 209، 215، 218، 226،
228، 251 ـ 252، 255، 266،
308، 312، 315، 317، 331،
336، 352، 383 ـ 384، 445
الخرسانة المسلحة: 45، 110،
165، 167، 178 ـ 179، 308،
312، 315، 317، 331، 336
الخشب: 29 ـ 30، 107 ـ 109،
118 ـ 119، 122، 163، 168،
185، 195، 209، 225 ـ 229،
231، 233، 237 ـ 238، 241،
245، 249 ـ 251، 264 ـ 265،
267، 273، 276 ـ 277، 279،
281، 287، 289، 293، 297 ـ
299، 335 ـ 336، 339، 353،
355، 359، 373، 387، 392 ـ
393، 414، 416، 428 ـ 430،
441 ـ 442، 447، 455 ـ 457
الخشب الرقائقي: 394، 431،
435
الخشب الصلد: 417، 422، 430 ـ
431، 435، 440، 455 ـ 457
الخشبات العمودية: 267
خطوط النقل: 75
خنادق المجرور الأرضي: 85

- د -

الدرَج الخشبي: 332، 335

- ر -

الرطوبة: 23، 25، 29 ـ 31، 40،
52، 59، 65 ـ 66، 85، 98،
109، 115 ـ 117، 139 ـ 140،
144 ـ 145، 147 ـ 149، 153،
164، 179، 187 ـ 189، 191 ـ
193، 199، 209، 214 ـ 215،
218 ـ 220، 226 ـ 227، 230
ـ 231، 233، 238 ـ 239،
241، 243 ـ 244، 248، 251،

254 ـ 255، 257، 259، 263 ـ 264، 268، 273، 275 ـ 276، 279، 293، 295، 304، 309، 311 ـ 314، 318، 324، 360، 392 ـ 393، 404 ـ 407، 409، 416، 421، 428 ـ 431، 437 ـ 438، 443، 455 ـ 456
الركيزة المفتوحة: 335
روافد جمالون: 95، 359

ـ س ـ

السقف: 93، 95، 110 ـ 111، 118، 122، 237، 240 ـ 241، 243، 247، 270 ـ 271، 274، 277، 293، 296، 298 ـ 299، 333، 345، 357 ـ 362، 364 ـ 365، 367 ـ 368، 376 ـ 377، 385 ـ 388، 392 ـ 393، 405 ـ 407، 414، 441 ـ 442
السكّة السفلية: 274، 276 ـ 277، 432
السكّة العلوية: 432
سماكة الجدران: 195، 240، 242
سيليكات الكالسيوم: 251 ـ 252، 254 ـ 255

ـ ص ـ

الصخر الرملي: 142
الصخر الصلب: 141 ـ 143
الصخور البركانيّة: 143
صفائح الألواح الجصّية: 267، 366، 451، 454

ـ ض ـ

الضغط السالب: 361
الضغط الموجب: 215، 361، 408

ـ ط ـ

طبقة الطلاء الواقية: 242
الطبوغرافيا: 56
الطلاء: 242، 264، 278، 304، 442

ـ ع ـ

العفن: 227، 362
عمليات التشييد: 80، 97، 102، 226، 252
عملية التعشيق: 436
العوارض الخشبية: 225، 267، 336
العوامل الجوية: 239، 242 ـ 243، 263 ـ 264، 267، 270 ـ 271، 279 ـ 280، 289 ـ 290، 297، 303، 318، 358، 360 ـ 361، 381، 396، 415، 427، 429 ـ 430، 435

ـ غ ـ

الغرانيت: 143
غشاء مانع الرطوبة: 117، 193، 218 ـ 220

ـ ف ـ

الفتحات المُزججة: 419
الفقد الحراري: 407
الفولاذ الصلب: 257
الفولاذ المُدرفل الخفيف: 284 ـ 285
الفولاذ المطاوع: 218، 257
الفولاذ المُغلفن: 277، 321، 355، 423
فيثاغورس(فيلسوف ورياضي إغريقي): 115

ـ ق ـ

قانون حماية البيئة: 71، 149
القضبان الفولاذية: 285
قوانين البناء: 13، 19، 52، 63، 65 ـ 67، 69، 83، 85، 90، 103، 112، 128، 130، 134 ـ 135، 139 ـ 140، 149، 156، 187، 190، 211، 213 ـ 214، 220، 231، 238، 240، 245، 248، 254، 256، 258، 310، 319 ـ 321، 331، 333، 335، 337، 343 ـ 344، 358 ـ 360، 362، 385، 393، 403، 406 ـ 407، 411، 413 ـ 415، 440
قوانين الصحة العامة: 65

ـ ك ـ

كابلات التغذية الكهربائية: 447
الكابلات الكهربائية: 118، 320، 352، 355
كلفة الإكساء: 444
كلفة التبديل: 444
كلفة التنظيف: 444
كلفة الشراء الأولية: 444
كلفة الصيانة: 444
كلفة الطاقة: 25، 30، 245، 406

ـ ل ـ

اللوازم الكهربائية: 355

ـ م ـ

مادة البوليثيلين: 204
المداميك المقاومة للرطوبة: 192
مدماك مانع الرطوبة: 115 ـ 116، 192 ـ 193، 218، 220، 230
مسامير التثبيت اللولبية: 276
مستوى الرطوبة النسبية: 405

مستوى الصوت: 345
المصارف الصحية: 78 ـ 79، 85
معايير التشييد: 65
المعهد الملكي للمعماريين البريطانيين: 112، 120
المقاومة الحرارية: 221، 362
المناطق الصحراوية: 22
المواد المعدنية: 418

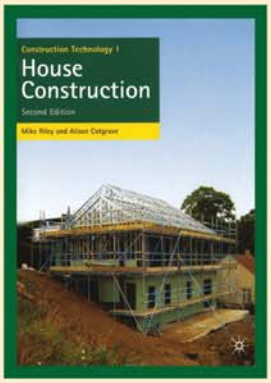
- ن -

نسق النوافذ: 413
نظام البناء المغلق: 96
نظام البناء المفتوح: 96
نظام التصريف الصحي: 79
النوافذ التقليدية: 422
النوافذ الخشبية: 411، 413، 416 ـ 417، 419، 427
النوافذ الخشبية والبلاستيكية: 413
النوافذ القلابة: 418

- و -

الوحدات البلاستيكية: 423
ورق الجدران: 443
الورق المقوّى العاجيّ: 454
الورق المقوى العادي: 454

تقنية التشييد
تشييد المنزل (*)



(*) الكتاب الثاني من البناء والتشييد

السلسلة: تضم هذه السلسلة ترجمة لأحدث الكتب عن التقنيات التي يحتاج إليها الوطن العربي في البحث والتطوير ونقل المعرفة إلى القارئ العربي.

الكتاب: **تقنية التشييد: تشييد المنزل**، كتاب تعليمي واسع الانتشار والاستخدام يمثّل واسطة تعلّم لتقنية تشييد المنزل لطلّاب المرحلة الجامعية ومستوى الدبلوم العالي، ويشتمل على قوانين البناء والتشريعات ذات الصلة وأحدث الطرائق والابتكارات في التشييد السكني بدءاً من المبادئ الأولى وصولاً إلى أرقى المفاهيم التقنية بأسلوب سهل.

ودُعِمت عملية التعلّم هذه بسمات مفتاحية ودراسات حالة من أرض الواقع مدعومة بصور إيضاحية وتعليقات وافية فضلاً عن ملخّصات تستحث الطالب على التفكير وتدعم اكتسابه للمعرفة، إلى جانب دراسات مقارنة وُضِعَت بصيغة مجدولة وتمارين مراجعة تسلّط الضوء على نقاط مفتاحية.

يمكن الاستفادة من موقع الكتاب على الويب للحصول على صور إضافية وعلى مواد أخرى إضافية على العنوان التالي:
http://www.palgrave.com/science/engineering/riley1

سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدّمة

1. المياه
2. البترول والغاز
3. البتروكيمياء
4. النانو
5. التقنية الحيوية
6. تقنية المعلومات
7. الإلكترونيات والاتصالات والضوئيات
8. الفضاء والطيران
9. الطاقة
10. المواد المتقدمة
11. البيئة
12. الرياضيات والفيزياء
13. الطب والصحة
14. الزراعة
15. البناء والتشييد

المؤلفان: **أليسون كوتغريف**: نائب مدير كلية البيئة المبنية في جامعة جون مورس في ليفربول، المملكة المتحدة. له خبرة واسعة في تدريس تقنية التشييد في المرحلة الجامعية وفي الدراسات العليا.

مايك رايلي: مدير كلية البيئة المبنية، جامعة جون مورس في ليفربول، المملكة المتحدة.

المترجم: **محمد عباسي**: باحث متخصص في الإلكترونيات والاتصالات النقّالة، ويهتم بالترجمة العلمية من الإنجليزية إلى العربية.

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

المنظمة العربية للترجمة

الثمن: 40 دولاراً
أو ما يعادلها

ISBN 978-614-434-010-3