خاتمة

ثمة شعور ملح في جميع أنحاء العالم بالحاجة لتفهم أمثل لطرائق استخدام المواد في المباني الجديدة وفي أعمال الصيانة بصورة تمكّنها من مقاومة العوامل التي تؤدي إلى تداعيها على المدى البعيد. وقد دفع هذا بأحد الباحثين* أن يقترح استحداث موضوع دراسي لصيانة المباني في الجامعات البريطانية يهدف إلى تحقيق الأهداف الآتية:

١ - دراسة أعراض وأسباب تداعي مواد البناء وكيفية تحقيق أفضل مردود اقتصادي ممكن منها.

٢ - تحسين الوسائل المتبعة حاليا لدراسة تأثير العوامل المناخية على تأدية المباني لوظائفها العملية.

٣ - دراسة المباني القائمة واستنباط أفضل الطرق لتقدير أعمارها الاستهلاكية.

٤ - خلق قنوات اتصال بين المختصين بالعلوم الصرفة و العلوم التطبيقية ذات العلاقة بالموضوع.

٥ - تطوير تقنيات فحص مواد البناء في مواضعها وفي المختبرات.

٦ - تهيئة مناهج لتدريب المهندسين المعماريين على تصميم مبان ذات جدوى اقتصادية عالية وأعمار استهلاكية طويلة.

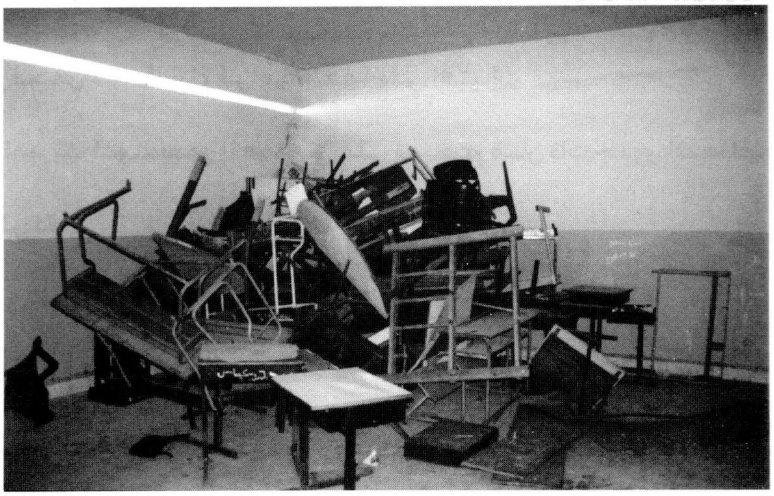
الجدول السادس : الأثـــاث

ـ إزالة الصدأ من الأثاث الحديدي وطلاء الأثاث بصورة دورية.

ـ معاينة قطع الأثاث بصورة دورية وشدّ البراغي المحلولة وإدخال المسامير النافرة.

ـ تغطية الأخشاب المتعرضه للجفاف بسبب حرارة الجو بطبقة من زيت الكتّان ومعالجة الأخشاب المتعرضه للتلف من الحشرات بمادة واقية من مشتقّات النبتوكلوروفينول.

ـ تخزين الأثاث الفائض عن الحاجة أو المطلوب صيانته بصورة سليمة وعدم تكديسه فوق بعض مما يؤدي إلى تلفـــه وأشغـــال حيز كبيـــر من المكان وتشويه منظر المدرسة (الشكل رقم ٥-٨).



(شكل رقم٥-٨)
إتلاف الأثاث الفائض عن الحاجة بتكديسه فوق بعض

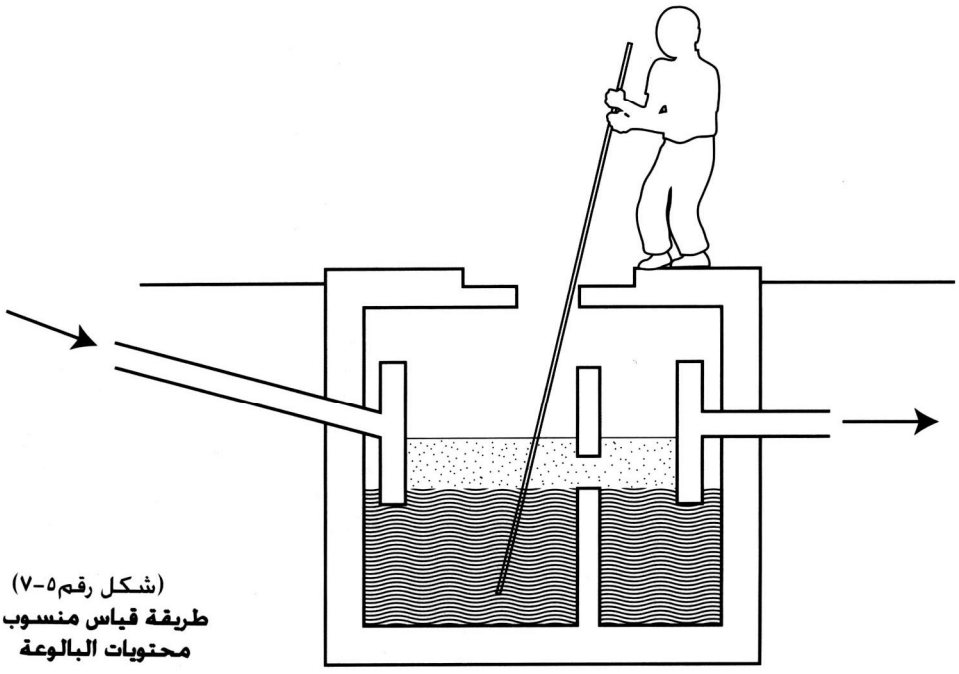
الجدول الخامس : البالوعـــات

ان المرافق الصحية في المبنى المدرسي تشكل معـيـارا رئيسيا لنظافة المدرسة وسلامة بيئـتـهـا الصحية. وليس غريبا أن نشاهد الباحث في الصحة المدرسية يزور أول ما يزور في المدرسة مرافقها الصحية وبالتحديد مـراحيضها. وعلى مدى سلامة هذه المـرافق يتوقف جانب كبير من الحكم الـذي يطلقه هذا الباحث على نظافة المدرسة.

في حال عدم ربط المدرسة بشبكة المجاري ينبغي القيام بما يلي:

ـ تفريغ البالوعـات فـي نهايـة كل عـام أو عنـد امتلائهـا حتى الثلـث لتجنـب انـبـعـاث الروائـح الكريهة وضمان عـدم توقف الشبكـة عن العمل. ويمكن قيـاس منسـوب محتويـات البالوعـة باستعمال عصا كما هو مبين أدناه في الشكل رقم ٥-٧.

ـ فحص المجاري الموصلة إلى البالوعات قبل بدء العام الـدراسي للتأكد من سلامتها وضبط طوافـات المراحيض والمضخات وعند الحاجة استبدال الفلكات المطاطية التي تحول دون تسـرب الـسـوائـل مـن أسفل الخزانات ومن مفاصل المواسير ومفاتيحها.



(شكل رقم٥-٧)
طريقة قياس منسوب محتويات البالوعة

الجدول الرابع : الأبواب والنوافذ

ـ تشحيم المفصلات وتزييت الغالات وشدّ البراغي المحلولة في الأبواب والنوافذ.

ـ إصلاح المسكات والأقفال المعطلّة واستبدالها في حال فقدان قطع منها.

ـ في حال تساقط المعجون الصمغي أو الأشرطة المطاطية حول زجاج النوافذ والأبواب يعمل على استبدالها فورا.

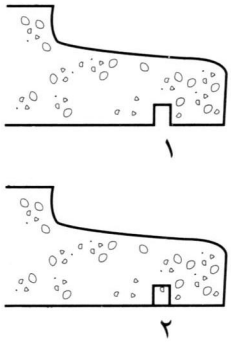
ـ معالجة الصدأ في الأبواب والنوافذ الحديدية دون تأخير. يولد الصدأ على إطارات النوافذ الحديدية ضغوطا عالية سرعان ما تنتقل إلى الزجاج فيتصّدع.

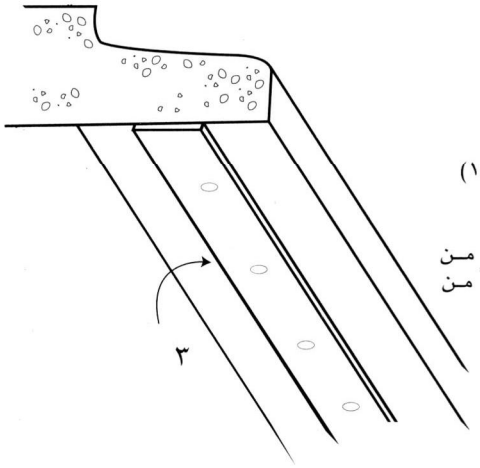
ـ في حالة تساقط نشارة الخشب تحت الأبواب أو ظهور أنفاق وتشققات في الأبواب والنوافذ الخشبية فان هذا يدل على إصابتها بالأرضة (النملة البيضاء التي تقرض الخشب والأثاث). في هذه الحال يعمل فورا على تنظيف أماكنها بفرشاة حديدية وتعالج بمادة واقية مثل الألدوين أو الديلورين.

ـ يفضل تجهيز أبواب الفصول الدراسية بالرقّاسات وبالمصدّات لوقاية الجدران من ارتطام الأبواب بها.

ـ إن ظهور بقع من الرطوبة على سطوح الجدران الداخلية تحت النوافذ يدل على وجود خلل في عتبة النافذة. لذا ينبغي الكشف عليها والتأكد من سلامة الأخدود العائق للماء وتنظيفه إن كان مسدودا. وفي حالة عدم وجوده يمكن صنع عائق جديد باستعمال قطعة من الخشب الصلد بعد معالجتها بمحلول مانع الرطوبة.

(الشكل رقم ٥-٥).





(شكل رقم ٥-٥)

تفاصيل عتبة النافذة (١١)
١ - أخدود صالح
٢ - أخدود مسدود
٣ - استخدام قطعة من الخشب الصلد بدلاً من الإخدود

ـ الانتباه إلى ظهور الانتفاخات داخل الحجرات في خطوط التقاء السقف بالجدار والابلاغ عنها لأنها تؤشر الى تسرب الرطوبة من السطح (الشكل رقم ٥-٦). إن هذه مشكلة ملازمه للسطوح المستوية وغالبا ما يكون السبب عدم وجود ميول في السطح لتصريف ماء المطر دون تأخير إلى المخارج في حواشي السطح. وفي هذه الحالة ينبغي الاتصال بالجهات المسؤولة عن الصيانة لتنفيذ العلاج اللازم. ويمكن أن يكون السبب أيضا انسداد المخارج أو المواسير أو تشقق خرسانة الميول.

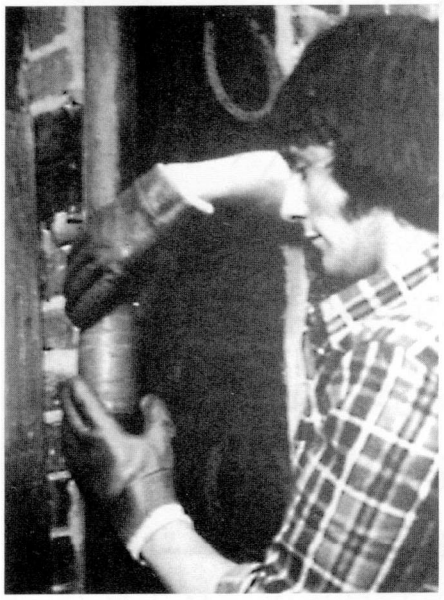
(شكل رقم٥-٦)
انتفاخ الورقة بسبب تسرب الرطوبة من السطح

١ - وضع طبقة من الماستك القيري بواسطة المالج.

٢ - تغطية المنطقة بلفافة من الليف الزجاجي، تلصق على الماستك قبل جفافه.

٣ - وضع طبقة أخرى من الماستك فوق الليف الزجاجي.

ويمكن إصلاح التصدعات في مواسير ماء المطر المصنوعة من الحديد باستعمال لفائف خاصة مصنوعة لهذا الغرض، خشنة الملمس ومغطاة بطبقة اسمنتيه. تغمر هذه اللفائف بالماء ومن ثم تلف حول الأجزاء المتصدعة وبعد جفافها تتحول إلى مادة صلبة وتلتصق تماما بسطح الماسورة (الشكل رقم ٥-٤).



(شكل رقم ٥ ــ ٤)
اصلاح المواسير المعدنية لماء المطر (١١)

الجدول الثالث : الجدران

ــ إزالة بقع الأملاح المتراكمة على سطوح الجدران في حال وجودها بواسطة فرشاة حديدية.

ــ إزالة الأنقاض أو التربة المكدّسة على جوانب الجدران الخارجية، لأنها تكوّن جسورا لانتقال الرطوبة إلى داخل المبنى في مواسم الأمطار.

ــ في حالة ظهور العفونة على سطوح الجدران يجب مكافحتها بالغسيل بأحد المحاليل المضادة للفطريات. أما الأشنات فينبغي أزالتها بواسطة الفرشاة الحديدية ثم غسل المنطقة بمحلول قاصر (يستعمل لتبييض الملابس) مخفف بنسبة ١:٣ ماء. وبعد تركها لمدة يومين لكي تجف تعالج أخيرا باستعمال مادة مقاومة للأشنات يمكن الحصول عليها من مخازن معدات الحدائق.

* التغطية بطبقة جديدة من اللباد ترص بإحكام فوق المادة الاسفلتيه.

- إصلاح الخرسانة المتصدّعة بإتباع الخطوات التالية:

* إزالة الطبقات المتشققة من الخرسانة.

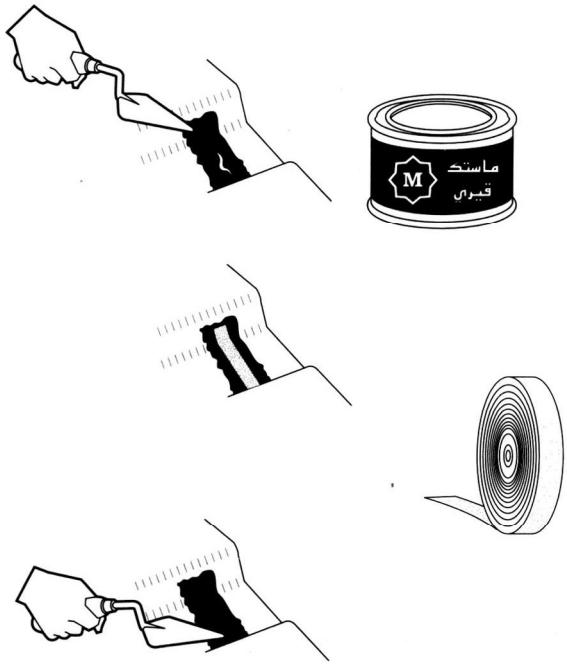
* تنظيف مكان هذه الطبقات من الغبار وتغطيتها بطبقة من معجون الإسمنت.

* ملء التجويفات بالخرسانة الناشفة (قليلة الماء).

* تغطية الخرسانة بالخيش الناقع وابقائه مبللا لمدة أسبوع على الأقل.

السطوح المثلّثة (الجملونات)

تكون هذه السطوح مكسوة بالقرميد أو بالألواح المعدنية الموجه. ويصرف ماء المطر المتسرب منها في مجاري معدنية نصف دائرية أو مضلعة تثبت على امتداد أطراف السطح يتجمع فيها ماء المطر وينتقل عبر مواسير عموديه إلى أسفل. ومع مرور الزمن تتعرض هذه القنوات المعدنية للتلف فينفذ الماء منها على الجدران فيشوهها. ويمكن إصلاح هذه العيوب بعد تنظيف وتجفيف المنطقة المتعرضة للتلف كالآتي: (الشكل رقم ٥-٣).



(شكل رقم ٥ ــ ٣)
اصلاح القنوات المعدنية لماء المطر (١١)

الجدول الثاني : السطوح

تتعرض السطوح أكثر من أي جزء آخر من أجزاء المبنى للعوامل المناخية مثل الحرارة، والأمطار، والثلوج، وغيرها. لذلك يجب المحافظة عليها بإتباع الخطوات التالية:

- إزالة أوراق الشجر الجافة والغبار المتراكم ونحوهما من على السطوح منعا لانسداد مخارج مياه الأمطار، والتأكد دائما من وجود أغطية لهذه المخارج صالحة للاستعمال.

- التأكد من صلاحية أغطية خزانات الماء، الموجودة عادة على السطوح، واحكامها في أمكنتها منعا لتلوث الماء المخزون. وفي حالة تعرضها للصدأ تعالج كالآتي:

* تفريغ الخزان من الماء.
* إزالة الصدأ باستعمال فرشاة حديدية.
* تنظيف سطوح الخزان من الأوساخ والغبار والمواد الدهنية العالقة.
* المعالجة بطبقتين من الطلاء القيري عديم الطعم والرائحة والمقاوم للحرارة.

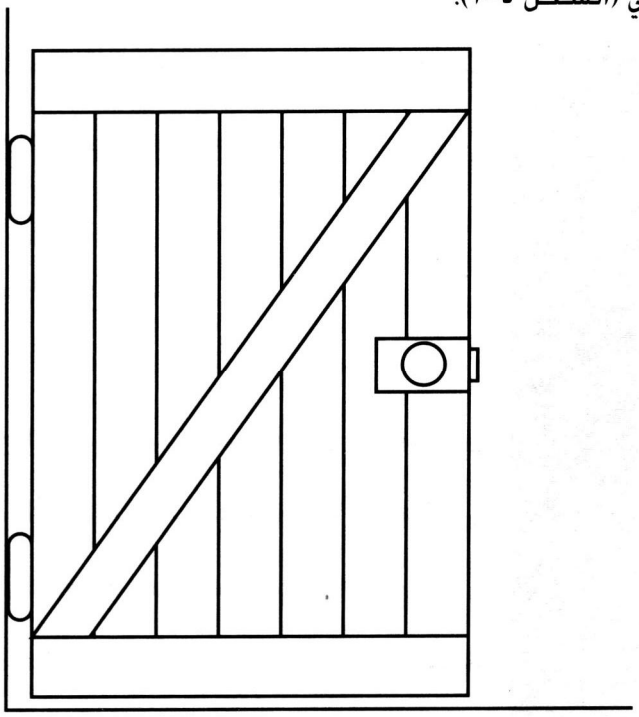
- معالجة التمزّق والتشقق في لبّاد طبقات منع الرطوبة، وذلك بإتباع تعليمات المؤسسة الصانعة لهذه المواد أو المستوردة لها. وفي حالة عدم توفر ذلك تعالج البقع المتضررة بإتباع الإجراءات التالية:

* تنظيف المنقطة المتضررة.
* إزالة مساحة من اللباد تتجاوز المنطقة المتضررة بما لا يقل عن ٥ سم في كل الاتجاهات.
* معالجة المنطقة المكشوفة بمادة الماستيك القيري.

- إزالة البقع الدهنية من سطوح البلاطات الخرسانية وخاصّة في أماكن وقوف السيارات باستعمال المحاليل الخاصة بإزالة الدهون. تغطّى البقع بالمحلول بواسطة فرشاة وتترك لفترة ثم تغسل جيدا بالماء الحار المخلوط بالصودا وتكرر العملية حتى تزول البقع تماما.

ج - السور

- إصلاح الفجوات والانهيارات في السور.
- إزالة الأعشاب النامية قرب أساسات السور وعلى جوانب الأرصفة وبين بلاطاتها.
- تقوية البوابات الخشبية والحديدية المتهدّلة باستخدام الشدادات المائلة التي تمتد من الزاوية الخارجية العلوية إلى الزاوية الداخلية السفلى للباب وتثبيتها بإحكام في العارضتين العليا والسفلى وفي لحمة الباب كما في (الشكل ٥-٢).



(شكل رقم ٥ ــ ٢)
تقوية البوابات الخشبية باستخدام الشدادات المائلة

أ - الحدائق والساحات والبوابه

- تقليم الأشجار وتهذيب أغصانها وخاصة تلك المتدلية على سطوح المباني وذلك تسهيلا للحركة ومنعا لتساقط الأوراق على السطوح مما يؤدي إلى انسداد منافذ تسرب مياه الأمطار.

- ملء الحفر والثقوب والأخاديد إن وجدت.

- قطع الأشجار المجاورة أو الملاصقة لجدران المباني والتي يشك في كونها سبباً لالحاق الضرر بالأساسات.

- صون أغطية حفر تفتيش مجاري المياه (المناهل) واستبدال التالف منها.

- تنظيف قنوات المجاري الخاصة بتسرب مياه الأمطار.

- تغطية المواسير المكشوفة من شبكة المياه التي يجب أن تظل مدفونة تحت الأرض بطبقات من التراب أو الأسمنت أو الزفت حسب طبيعة التأسيس.

- إزالة الصدأ من الأجزاء الحديدية في البوابة والمشبكات بواسطة فرشاة معدنية واعادة طلائها بالزرنيخ (الدهان المقاوم للصدأ) ثم بالدهان الزيتي.

ب - الممرات الخارجية

- إصلاح الكسور والتشققات، إن وجدت، في الأرصفة المحيطة بالمباني. تلعب هذه الأرصفة دورا مهما في المحافظة على الأساسات من التعرية، ومن وصول مياه الأمطار إليها كما تقي التربة المحيطة بها من الجفاف والتشقق (الشكل رقم ٥-١).

(شكل رقم ٥ ــ ١)
تشقق الرصيف الخارجي

٥ – دور إدارة المدرسة في الصيانة

بإمكان مدير المدرسة أداء دور هام في رعاية المبنى المدرسي والانتباه إلى مؤشرات الخلل ومعالجتها قبل تفاقمها. ندرج على الصفحات التالية ستة جداول يمكن بموجبها تفقد ورصد الأجزاء والمرافق الأكثر عرضة للإخفاق في أداء وظيفتها من أجل أن تستعين بها إدارة المدرسة في هذا الصدد.

وهذه الجداول هي:-

* المرافق الخارجية
* السطوح
* الجدران
* الأبواب والنوافذ
* البالوعات
* الأثاث

الجدول الأول : المرافق الخارجية

تشمل هذه المرافق كلا من السور والبوابة والممرات الخارجية والملاعب المكشوفة والمسقوفة والحدائق ومواقف السيارات إن وجدت.

د) التحضير

تعزل المنطقة المحيطة بالجزء المطلوب إصلاحه مع توفير المجال الكافي للمعدات وأدوات العمل والمكائن والمواد مع الأخذ بالاعتبار سلامة التلاميذ وعدم إرباك سير التعليم.

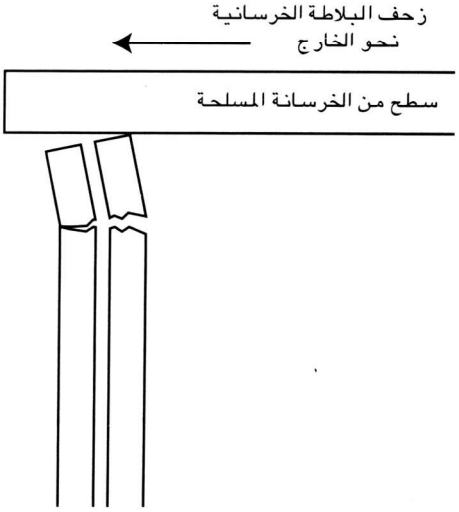
هـ) التنفيذ

المطلوب توفير الأشراف الكافي على العمل والتأكد من أن التكليف يشمل جميع الأعمال المطلوبة لاصلاح العطب وإعادة الموضع إلى حاله الأصلية بما في ذلك الأجزاء التي اضطر لإزالتها للوصول للجزء المصاب والأجزاء المجاورة التي تأثرت بأعمال الصيانة.

٢-هـ : تشخيص مسببات الإخفاق

يتم البحث عن أسباب الاخفاقات بأتباع الخطوات التالية

أ) الفحص



(شكل رقم٢ ــ ١٢)
شقوق أفقية في الجدران الخارجية بسبب زحف بلاطة السطح الخرسانية (٧)

المطلوب فحص العنصر المتضرر دون تأخير. وإذا كان العنصر مستترا كمواسير الماء مثلا، يضطرنا الأمر لإزالة بعض أجزاء المبنى للوصول إليه. وقد تدعو الحالة إلى الشروع بعمليّة ترصد الخلل تدوم فترة من الزمن تسجّل خلالها نتائج المراقبة. ويمكن في بعض الحالات الاستعانة بآلات الفحص، مثل جهاز قياس الرطوبة، أو بالفحوص المختبريه للتعرف على حال المواد بدقة أكثر.

ب) التشخيص

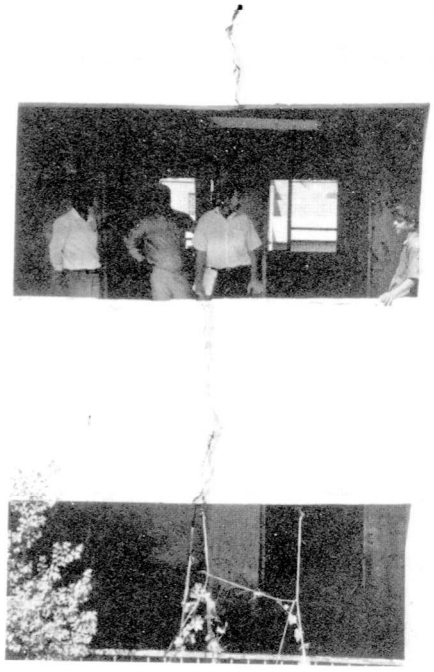
ينبغي طرح جميع الأسباب المحتملة ودراستها بإتقان على ضوء نتائج الفحص وفي حالة وجود سابقات مشابهة حدثت على المبنى أو على مبان مجاورة تدرس هذه أيضا. ومن الحكمة عدم التسرع في إصدار الحكم بسبب وجود استثناءات تشذ عن القاعدة على الدوام.

ج) الأجراء العلاجي المقترح

بعد التأكّد من طبيعة الخلل، ومعرفة ما إذا كان يمثل ظاهرة عامّة أم حالة منفصلة، يدرس مدى أثر هذا الخلل على العناصر المجاورة للجزء المصاب بالضرر وعلى عمر المبنى ثم تدرس جميع الحلول الممكنة ويتم اختيار أكثرها ملاءمة للظرف وتخمين كلفة الأعمال والمواد اللازمة لإنجازه مع تحديد الجهة التي ينبغي أن تكلف بتنفيذه.

ج) الشروخ الأفقية

يؤشر ظهور الشروخ الأفقية في الجدران إلى تصدع واحد أو أكثر من المفاصل الأفقية بين صفوف الطابوق بعد اندفاع جزء الجدار الذي يقع فوق المفصل المتضرر باتجاه الخارج نظرا لتعرضه لقوة أفقيه ليس بمقدور الجدران مقاومتها (الشكل رقم ٢-١١). ويبين (الشكل رقم ٢-١٢) مثالا على ذلك. حيث تمدّد السطح الخرساني بفعل الحرارة فأخذ يسحب الجدار معه في حركة نحو الخارج. وبالإمكان منع هذه الظاهرة باللجوء إلى معالجات هندسيّة لتشتيت القوى التي تصاحب تمدد السطوح مثل وضع مخدّة ملساء فوق الجدار وتحت الخرسانة تسمح للأخيرة الانزلاق فوقها دون عائق.



(شكل رقم ٢-١٠)
شرخ عمودي بسبب التمدد الحراري
الحاصل في الجدار

(شكل رقم ٢-١١)
شرخ افقي في مفاصل جدار مشيد
من الطابوق

أنواع الشروخ

أ) الشروخ المائلة

ينبثق هذا النوع من الشروخ غالبا وليس دائماً من المواضع المتعرضة للجهد والضغط العالي مثل زوايا الأبواب أو النوافذ ويعود سبب ظهورها إلى انهيار جزء من أساس المبنى نتيجة خلل في مكونات التربة. وقد تحدث الشروخ المائلة في جدران المباني المشيدة فوق التربة الطينية بسبب ظاهرة الانتفاخ التي يتعرض لها هذا النوع من التربة بفعل الرطوبة بعد موسم من الجفاف. كما يحدث عند قلع الأشجار لغرض البناء. فيختلط الطين بالماء الذي كانت تمتصه جذور الأشجار قبل قلعها (انظر الشكل ٢-٩).

(شكل رقم ٢-٩)
شرخ مائل حدث بعد هبوط الاساسات
بسبب خلل في التربة

ب) الشروخ العمودية

يظهر هذا النوع من الشروخ غالبا في الجدران الطويلة المشيدة من الحجر أو الآجر أو الطابوق الخرساني وسببها التمدد أو التقلّص الطارئ بسبب التبدلات في درجات الحرارة في الجدران غير الحاوية على مفاصل التمدد. في هذه الحالات يندفع الجدار برّمته فوق طبقة مانع الرطوبة مسببا شروخا عموديه تبدأ من مستوى مانع الرطوبة وتمتد إلى أعلى الجدار (انظر الشكل ٢-١٠).

التصنيف	الشدة	وصف الشرخ	العرض التقريبي
١	طفيفة	شقوق دقيقة منفصلة عن بعضها في جانب واحد من الجدار فقط.	١ ملم
٢	قليلة	شقوق تستوجب إصلاحات في كسوة الجدار الداخلي (الورقة) ولا تسبب شروخا في الجدار الخارجي وقد تحدث الشقوق في ملاط المفاصل فينبغي إصلاحها.	١- ٥ ملم
٣	متوسطة	تتطلب أعمال الإصلاح تجديد مساحة محدده من الجدار. وقد يصاحب ظهور الشقوق كسور في المواسير وصعوبة في إغلاق الأبواب والنوافذ.	٥-١٥ ملم
٤	شديدة	المطلوب القيام بإصلاحات واسعة بما في ذلك إعادة بناء أجزاء من الجدران وخاصة فوق الأبواب والنوافذ. يصاحب الشروخ تشويه في إطارات الأبواب والنوافذ.	٢٥ ملم
٥	شديدة جدا	إصلاحات جذرية مع إعادة بناء أجزاءكثيرة. يصاحب هذا النوع من الشروخ تولد عزم دوران في أماكن ارتكاز الجسور وانحناءات في الجدران مع إحتمال تصدع الأبواب و النوافذ.	أكثر من ٢٥ ملم

(شكل رقم ٢-٨)

تصنيف شروخ الجدران

٢-د: مظاهر تداعي البناء - الشروخ

تتعرض جميع المباني بعد تشييدها للاهتزازات الدقيقة والحادة أحيانا في اتجاهات مختلفة قبل أن تأخذ استقرارها النهائي. وكثيرا ما تكون هذه الاهتزازات متناسقة فلا ينتبه إليها أحد وتكون في أحيان أخرى غير متناسقة فتظهر على شكل شروخ في الهيكل أو حدبات أو انحناءات تلفت الانتباه وتدعو للمعالجة الجدية.

إن ظهور الشروخ يؤشر إلى وجود خلل ما في بنية المنشأ، ويمثل على الأغلب محصلة لسلسلة من ردود الأفعال وقد يكون المسبب الأساسي لها بعيدا عن موضع ظهور الشرخ ولا تربط بين الموضعين علاقة واضحة. كإنخفاض جزء من جدار نتيجة حدوث انهيار جزئي في الأساسات بعد كبس الطبقات الساندة من التربة لبعضها البعض وضمور حجمها كنتيجة لذلك. يؤدي هذا إلى توليد ظاهرة الزحف في البلاطة الخرسانية للسطوح العلويّة فتتولد ضغوط جانبية عالية على أطراف الجدران الساندة لها فتندفع الأجزاء العلوية من هذه الجدران نحو الخارج وتظهر الشروخ الأفقية فيها.

إن المعاينة الدقيقة والشاملة المصحوبة عند الحاجة بأجراء الفحوص على المواد وعلى التربة ضرورية جدا لمعرفة الأسباب الأولى لهذا الخلل والإخفاق. ومن الضروري إجراء الكشوف على الشروخ حال ظهورها وتهيئة تقارير وصفيه عنها قبل استدعاء الفنيين المختصين للتوصية بالإجراءات اللازم اتخاذها. يجب أن تتضمن التقارير ما يلي:

١ - رسم تخطيطي للجزء المشروخ يبيّن بوضوح موضع واتجاه الشرخ

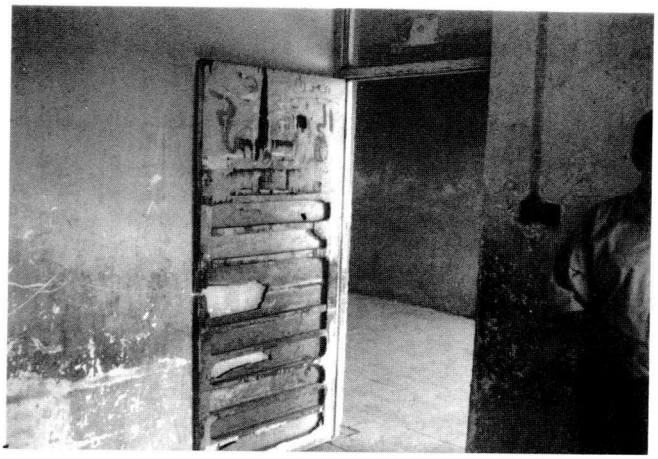
٢ - التاريخ التقريبي لظهور الشرخ

٣ - عرض الشرخ ودرجة شدّته (انظر الجدول في الشكل ٢-٨)

٤ - وصف المواد المكونة للجزء المصاب.

وبالإمكان أيضا الاستعانة بالطلاء الذي يغلق المسامات فيمنع تسرّب الرطوبة ويقي الأخشاب من الجفاف بفعل أشعّة الشمس. لكن الطلاء لا ينفذ إلى الداخل وهو معرض للتقشّر والتقرّح.

أن مساميّة الأخشاب هي عامل ضعف وقوة لها في وقت معا. فهي من ناحية تجعل الأخشاب عرضة للتشرب بالماء وبالتالي إلى التعفّن السريع الانتشار والمفسد للألياف (الشكل رقم ٢-٧) ومن ناحية أخرى فإن هذه الخاصيّة هي التي تسمح للحوافظ النفوذ إلى الصميم لتوفير الحماية لها من أضرار الفطريات والآفات الأخرى.



(شكل رقم٢ ــ ٧)
تداعي الخشب بعد تشربه بالماء

٣: الآجر (الطابوق الطيني المفخور)

يتمتع الطابوق الطيني بقابلية عالية على امتصاص الماء وهذا يعرضه للتشقق من تجمّد الماء داخله في ظروف البرودة الشديدة. وتحوي كل أنواع الطابوق كميات من الأملاح القابلة للانحلال في الماء وهذه تترسب على هيئة بقع بيضاء على الواجهات الخارجية للجدران. وفي حالة احتواء هذه الأملاح على نسبة من الكبريتات تتفاعل هذه، بوجود الماء، مع الملاط الأسمنتي فينتفخ ويتفتت كما سبق شرحه.

حققنا هذا تبقى الخرسانة عرضه لنفوذ بخار الماء. يسبب نفوذ الماء إلى داخل الخرسانة التآكل لأسياخ التسليح ومن ثم إلى زيادة حجمها وتفتت الخرسانة المحيطة بها. بعد صب الخرسانة يتفاعل الماء مع حديد التسليح فتتكون طبقة رقيقة من الصدأ على السطح الخارجي للاسياخ وتعمل البيئة القاعدية داخل الخرسانة على إيقاف الصدأ عند هذا الحد. ولكن الماء النافذ ينقل إلى داخل الخرسانة كميات من غاز ثاني أوكسيد الكاربون الذائب فيه. ويعمل هذا على تخفيف قاعدية الخرسانة فتتواصل عملية الصدأ الذي يؤدي الى تصدع الخرسانة.وتدعيهذهالظاهرة(التكربن) (أنظر الشكل رقم ٢-٦). ويؤدي تعرض الخرسانة للكلوريدات إلى ضرر مشابه.

(شكل رقم٢ ــ ٦)
تصدع الخرسانة بسبب التكربن

٢ - الخشب

الخشب مادة مساميّة ماصّه للماء وقابله للاشتعال. وهي عرضة للتلف من الفطريات والحشرات التي تقتات على مادّة الخشبين فيه. ويمكن وقاية الأخشاب المستخدمة في البناء من هذه المخاطر باستعمال الحوافظ الكيماوية وهي محاليل تنفذ إلى داخل الخلايا وتوفر الحماية من الآفات التي تهاجم الأخشاب.

٢- ب : الترابط بين عوامل التداعي

تظهر العيوب على المباني بفعل واحد أو أكثر من العوامل المذكورة أعلاه ويختلف أثرها من مبنى لآخر ومن موسم لآخر وكذلك بحسب عمر المبنى. ويمكننا القول إن الأكثرية الساحقة من مظاهر تداعي المباني تعود إلى أخطاء في التصميم وإلى التقصير في تطبيق المواصفات القياسيّة المقرّة في مرحلة التنفيذ. ولم يكن هذا الجزم ممكنا في الماضي لأن معرفتنا بطبيعة مواد البناء وسلوكها لم تكن قد نالت القسط الوافي من البحث والتحليل. أما الآن فبحوزتنا معين من المعلومات والبيانات عن أداء معظم مواد وعناصر البناء الشائعة فيمكننا حساب عمرها الاستهلاكي وتوقع النتائج التي تظهر عليها تحت حالات الطقس باختلافها. كل هذه البيانات هي الآن في متناول يد المصمم والمشرف والمنفذ. ويتدفق كل يوم سيل جديد من البحوث. لذا ليس من عذر لحدوث الإخفاق بفعل المناخ أو الإنهاك أو التلويث. حتى المشاكل التي تعاني منها التربة أصبح بالمقدور التكهن بها عن طريق الفحوص المسبقة.

٢-ج: اهتراء مواد البناء

ثمة علاقة بين طبيعة المادة ومدى تأثرها بعوامل التداعي. ندرس أدناه هذه العلاقة بالنسبة لثلاث مواد شائعة الاستعمال لنبيّن كيف تعين خواص كل منها المؤثرات الخارجية على إضعاف مقاومتها والتعجيل في اندثارها. فالمعرفة بهذه العلاقة ضرورية للحد من هذا التأثير أو الوقاية منه.

١ - الخرسانة

تزداد معرفتنا بالخرسانة باستمرار بفضل البحوث المتواصلة التي تجرى عليها. نمتلك الآن بيانات دقيقة عن خصائص هذه المادة لم تكن متوفرة خلال العقد الخامس والعقدين الذين تلياه لهذا القرن وتطورت معرفتنا بتقنيات صنع الخرسانة الجيدة وصبّها ومعالجتها خلال مرحلة نضجها. وبإمكاننا الآن إنتاج خرسانة كثيفة، نسبة الماء إلى الأسمنت فيها أصغر ما يكون، ومدكوكة دكّا جيّدا ومقاومتها لنفوذ الماء عاليه. لكن ليس بإمكاننا صنع خرسانة صماء تقاوم نفوذ الماء تماما. وحتى إذا

ج - الرطوبة الناجمة عن التكثّف

يحدث التكثّف عندما يلامس الهواء الداخلي الدافئ والحاوي على بخار الماء السطوح الباردة فيتحول إلى قطرات فوقها. وتشتد الظاهرة مع ازدياد الرطوبة النسبيّة للأجواء الداخليّة. وللاحتراز من هذه الظاهرة يلجأ إلى وضع فتحات صغيرة في الجدران أو النوافذ لتحقيق التهوية بصورة دائمة. ولا يؤدي التكثّف عادة إلى رطوبة شديدة إلاّ في الحالات النادرة. لكنها كافية لنمو وتكاثر الطفيليات والعشبيات على سطوح الجدران. إن العزل الحراري للسطوح والجدران مع استعمال النوافذ المزدوجة الزجاج هو الأسلوب الناجع لإيقاف هذه الظاهرة.

٨ - الكبريتـــات

عندما تتعرض الجدران والبلاطات الخرسانية للكبريتات الموجودة في منتجات الجبصين أو الجص ($CaSo_4.2H_2O$) تحدث تصدعا. وسبب هذا هو التفاعل الكيماوي الذي يحدث بوجود الماء بين هذه المادة وبين أحد مكونات الأسمنت البورتلاندي وهو ثالث الومنيد الكالسيوم. ويدخل الأسمنت البورتلاندي في تكوين ملاط مفاصل الجدران وفي تكوين جميع أنواع الخرسانة. ويحدث هذا النوع من التفاعل عند استخدام المواد الجبصينيّه في بياض (ورقة) الجدران ذات المفاصل الأسمنتية مما يسبب الانتفاخ ثم الشروخ.(شكل رقم ٢-٥).

(شكل رقم ٢ ــ ٥)
تشقق الورقة المصنوعة من الجبص بعد تعرضها للكبريتات

مصادر الرطوبـــة

أ - ماء المطر

الرطوبة تخترق الجدران الخارجية عبر المفاصل العمودية والأفقيّة الموجودة بين وحدات البناء وتنفذ عبر الشقوق الشعرية والشروخ الموجودة في سطوح المباني. إن مقاومة الجدار لتمرير الرطوبة تزداد بحسب طاقة مادته على الامتصاص وعلى العكس من ذلك نجد أن الجدار الأكثر تمريرا لماء المطر هو الذي تفتقر مادته إلى هذه الخاصية مثل الطابوق الكثيف أو الحجر وبخاصة إذا كان ملاط المفاصل كثيفا أيضا ومنزاحا عن سطح الجدار. في هذه الحالات يتجمع ماء المطر في المفاصل ليجد طريقه أخيرا إلى الداخل. إن الاستعاضة عن الجدران المفردة بالجدران المزدوجة (ذات الجزئين الذين يفصل بينهما تجويف) يوقف حركة الماء النافذ من السطح الخارجي إلى داخل المبنى.

ب - التربـــــة

تنتقل الرطوبة من التربة عبر الجدران في حالة عدم وجود الطبقات المانعة للرطوبة. تستمر الرطوبة في مسارها تاركة بقعا من الأملاح على سطح الجدار بعد تبخر الماء (الشكل رقم ٢-٤). وتتوقف شدة التشويه الناجم عن ذلك على كمية الأملاح في التربة ومعظمها من الكلوريدات والنترات. من خاصية هذه الأملاح أنها بعد ترسبها على السطوح تمتص بخار الماء من الجو فتذوب فيه ثانية وتعاود مسيرتها إلى أعلى الجدار حتى بعد انقطاع ممر الماء من التربة بسبب الجفاف أو بعد تحصين الجدران بوضع طبقات منع الرطوبة فيها.

(شكل رقم ٣-٤)

تراكم الاملاح المنقولة بواسطة الرطوبة على سطوح الجدران

٧ - الرطوبـــة

تتفاوت أضرار الرطوبة من ظهور البقع على الجـدران والبثور على السطوح المطليّة إلى تصدع بياض (ورقة) الجدران (الشكل رقم ٢-٣). وحالما تظهر أية دلالة على وجود الرطوبة يلزم القيام بإصلاحها دون تأخير. من هنا الحاجة لتوفير الدراية اللازمة للتشخيص الصحيح لمصادرها وأسبابها.

تتكون الرطوبة من جزئين: الماء الذي ينتقل بواسطة الخاصية الشعـرية والأملاح الذائبه فيه. ومن ملاحظة نمط انتشار هذين الجزئين على السطوح يمكن التعرف على اتجاه ومسار الرطوبة. فعندما

(شكل رقم٢ ــ ٣)
تصدع الورقة بسبب الرطوبة

تنتقل من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) يتعرض الماء إلى التبخّر التدريجي تاركا على الجدار أثرا يتمثل بنسبة كبيرة من الماء في النقطة (أ) وقليلة في النقطة (ب) والأمر معكوس في حالة الأملاح فهـي تتركز بشدة في النقطة (ب) وبنسبة أقل في (أ).

الاستعمال باختيار المواد المتينة التي تقوى على الدعك الكثير في المواضع التي تتعرض لمعدلات عالية من الاستعمال مثل الممرات والأبواب الخارجية وما شابهها. فكلما كان الاستعمال شديدا وجب استخدام نوعية أرقى من المواد لضمان عمر استهلاكي أطول وبالتالي صيانة أقل ولكن الخطأ الشائع هو إن اختيار المواد كثيرا ما يتحكم به عامل التوفير في الكلفة الأولية وهو سلوك تعوزه الحكمة والتبصر لأن الحاجة في هذه الحالات تظهر عاجلا لاصلاح تلك الأجزاء أو استبدالها.

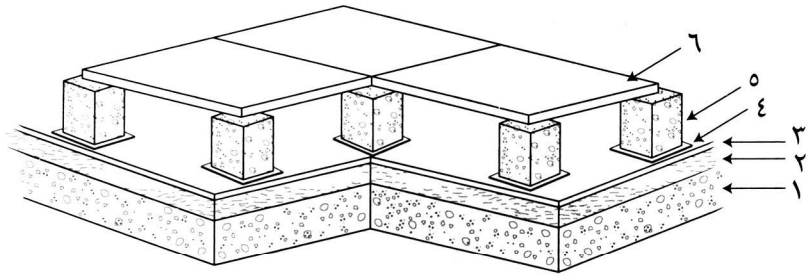
٥ - العبث

تتعرض المباني المدرسية للعبث بشكل متزايد ويتفاوت هذا من تعليق الملصقات والكتابات على الجدران إلى التعمّد في إتلاف أجزاء المبنى. ويرى بعض المفسرين علاقة مّا بين تصميم المدرسة وشدة العبث بها. ثمة أحكام عمومية تطلق مرارا مفادها أن البيئة العمرانية التي تحظى بإعجاب وافتنان الناس من حولها لا تتعرض إلى العبث والإساءة والإهمال على عكس المباني التي لا تملك هذه الصفات حيث تكون بمثابة مأوى للعابثين والمخربين. هذا ويرى آخرون في ظاهرة العبث مشكلة اجتماعية يسببها ضعف الانضباط في الدار والمدرسة.

٦ - الحوادث

من أمثلة الحوادث الصدم من السيارات أو فعل الماء المنبعث من الصنابير المتروكة مفتوحة سهوا أو من مواسير شبكة المجاري المنسدّه وهكذا.

ولعل أشد أنواع الحوادث ضررا هو نشوب الحرائق التي تسبب الاهتراء ليس بسبب فعل النار فحسب بل وكذلك من الماء المستعمل لإطفائها. لأنها تتغلغل داخل المناطق المستترة فتسبب أنواعا عديدة من التلف غير المرئي.



١ - السطح الخرساني
٢ - خرسانة الميول
٣ - مانع الرطوبة
٤ - قطعة من اللباد
٥ - مقعد خرساني
٦ - بلاطات خرسانية مصنّعة مسبقاً مطلية باللون الابيض

(شكل رقم٢ ــ ٢)
اقتراح لتحسين العزل الحراري للسطوح (٢)

٢ - التلويث

تحوي أجواء البيئات الصناعية والمدن الكبيرة المزدحمة بالسيارات والسكان كميات كبيرة من النفايات والمركبات الكيماوية التي سرعان ما تنتقل إلى المباني القريبة والبعيدة بفعل الريح فتشوه واجهات المباني وتؤدي في الأمد البعيد إلى تصدّعها. ولا يتهيّأ لنا في الوقت الحالي سوى النزر اليسير من البيانات عن مدى الأضرار الكامنة لكل المركبات في الجو التي تتعرض لها المباني. وان أكثر ما يبعث الأسى هو أننا لا نملك القدرة على الحدّ من ضررها وان ما يزيد الصعوبة هو أن الأعراض من هذا لا تظهر على السطح إلا بعد حدوث الخلل.

٣ - ضعف مقاومة التربة

إن أي تخلخل في طبقات التربة التي تسند المبنى يؤدي إلى حدوث التفاوت في استقرار الأساسات إن لم يكن هذا التخلخل مأخوذا بعين الاعتبار أصلا في حسابات التصميم. ومن ثم إلى تعرض الجدران للشروخ والتصدعات. وسرعان ما تتحول الشروخ الكبيرة إلى فجوات لنفوذ مياه الأمطار فتعجل عملية التهاوي.

٤ - شدة الاستعمال

يؤدي الاستعمال المكثف إلى تقادم المواد واهترائها وتظهر هذه الأعراض أولا في الأعمال التكميليّه مثل الطلاء وفي كسوات الأرضيات كالبلاط وفي أجزاء البناء المتحركة كالأبواب والنوافذ وعلى الأجهزة الميكانيكية مثل المصاعد والسخانات. وبالإمكان التخفيف من وطأة الإنهاك الذي تسببه شدة

تأثير الحوامض والغازات على أثاث وجدران المختبرات. ثمة عوامل من طراز مختلف تتعلق بظروف بيئية متوقعة كالتلويث وأخرى غير متوقعة مثل الحرائق والانفجارات. نتطرق هنا باختصار لأهم هذه العوامل.

١ - المناخ

يؤثر المناخ بالأساس على غلاف المبنى الخارجي وعندما يتعرض الغلاف إلى التصدع والتشقق والتآكل بسبب انهيار مقاومته تتعرض الهياكل الداخلية للتهاوي كنفوذ الماء من السطوح إلى السقوف الداخلية مسببا في أقل الحالات سوءا تشويه منظر السقف والمساحات العليا من الجدران وفي أسوأها إلحاق الأضرار بالبنية.

إن الحرارة المستديمة والإشعاعات الشمسية وانعكاساتها هما عاملان في سرعة انهيار المواد التي يقوم عليها البناء من طبيعية كالأخشاب أو مصنعة كالخرسانة وما شابهها. كما أن التغيّرات المفاجئة في درجات الحرارة والرطوبة النسبية تؤثر هي الأخرى على القشرة الخارجية للمباني. أما الحرارة المتسربة من السطوح والجدران إلى داخل المبنى فهي تؤثر على الأثاث وتكون عاملا لعدم الارتياح لسكان المبنى الأمر الذي يترتب عليه الاستعانة بطرائق التبريد الصناعية ذات الكلفة العالية.

يمكن تلافي هذا بتزويد السطوح بالعوازل الحرارية في مرحلة البناء الأولى لأن إضافتها فيما بعد ستكون باهظة التكاليف المالية كما إنها تستغرق وقتا طويلا.

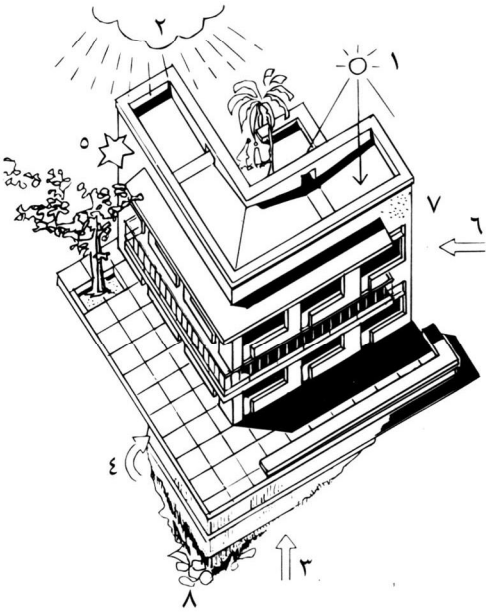
يبين الشكل رقم ٢-٢ أسلوبا عمليا لتحقيق هذا الغرض باستخدام البلاطات الخرسانية التي تعكس الإشعاعات الشمسية وتوفر قدرا من الوقاية باعتماد الهواء كعازل حراري.

٢
تداعي المبنى المدرسي
العوامل، المظاهر، الأسباب

لا مناص من قدر من التشويه أو القصور عن الكمال في أي مبنى من المباني كنتيجة للسلوك الطبيعي لجميع المواد المستعملة في البناء. لذلك ينبغي معرفة درجات وأنواع الخلل الذي من هذا النوع والذي يمكن القبول به لتمييزه عن العيوب المتأتية من العوامل الأخرى والتي بالإمكان تجنبها أو اتخاذ خطوات للوقاية منها أو إصلاحها بعد حدوثها.

٢-أ عوامل التداعي

كثيرة هي العوامل التي تضعف مقاومة البناء وتعمل على تصدّعه (انظر الشكل رقم ٢-١) منها ما يؤثر على البناء من الخارج كالمناخ وأخرى من الداخل كالإنهاك من شدة الاستعمال. من العوامل ما يسببه سكان المبنى أو من يحتله كالعبث بأركانه وكيانه وأخرى ما تتعلق بالوظائف المؤداة داخله مثل



(شكل رقم ٢-١)
العوامل المؤثرة على سلامة المبنى

١ - الحرارة والاشعاع الشمسي
٢ - الأمطار والثلوج
٣ - الرطوبة
٤ - الأملاح من التربة
٥ - الصقيع
٦ - المواد الكيمياوية في الجو
٧ - الأملاح في ملاط الجدران
٨ - التعرية

ج- اتخاذ التدابير اللازمة التي تضمن وصول الأجهزة والأثاث واللوازم الأخرى بعد استلام المبنى مباشرة وقبل موعد توظيفه.

د- التعاقد مع جهة ذات خبرة واختصاص للاضطلاع بمهام تنظيف المبنى بصورة دورية ومن دون تعريض المبنى للضرر*.

هـ. تأمين المبالغ المطلوبة لصيانة المبنى في مواعيدها وتهيئة خطة تتضمن برنامجا زمنيا ملائما لتنفيذ جميع أعمال الصيانة المطلوبة على أن يتم معظمها خلال العطلات الطويلة لكي لا يعكر تنفيذها حسن سير المدرسة.

* تنيط بعض الدول هذه المهمة بعمال تعوزهم المهارات المطلوبة فيعرضون هياكل المبنى للضرر دون دراية كأن يقومون بفتح صنابير المياه داخل الغرف لغرض غسل الأرضيات مما يؤدي إلى اختراق الماء الأغطية الخرسانيّة وإتلاف أسياخ التسليح .

مدرسة تبلغ كلفتها الرأسمالية ١٠٠ دولارا للمتر المربع الواحد تتطلب دولارا واحدا في السنة لصيانة المتر المربع فيها وأخرى كلفتها الرأسمالية ٢٠٠ دولارا للمتر المربع الواحد تتطلب نصف دولار في السنة لصيانته. هذا يعني أن الدولارات المائة الاضافية التي جرى توظيفها في الأصل في كل متر مربع في المدرسة الثانية قد أفضت إلى تحقيق وفر مقداره نصف دولار لكل متر مربع في السنة. وهنا يتوجب على المصمم الإختيار بين قرارين:-

أ- اعتماد التصميم الثاني عملا بمبدأ تقليل كلفة الصيانة تحسبّا للمنافسة الشديدة المتوقع حصولها في المستقبل على الموارد المتاحة مما قد يؤدي إلى شحة ميزانية الصيانة.

ب- إن عائد التوفير المالي المكتسب للمدرسة الأعلى كلفة لا يمثل سوى ٠,٥٪ بالسنة- ولو أن الأموال الاضافية الـ ١٠٠ $ المشار إليها جرى توظيفها في سندات مالية أو أسهم صناعية (بافتراض توفير هذين المجالين) لكان عائدها أعلى بكثير من النصف دولار الذي جرى توفيره.

ولهذا فإن الاستثمار الموظف في البناء الأعلى كلفة يعد صفقة مالية خاسرة.

مسؤولية الجهات الاداريّة

أ- تهيئة الأراضي مسبقا بموجب متطلبات الخارطة المدرسية وإجراء الترتيبات المطلوبة لتوفير الخدمات لها مثل شبكة الطرق وإسالة الماء والكهرباء والهاتف.

ب- دراسة العروض المقدمة من قبل المتناقصين قبل إرساء مقاولة البناء وتحليلها تحليلا دقيقا بالاشتراك مع الجهة الفنية والتأكد من صحة الأسعار المقدمة من قبل المقاول الذي يقع عليه الاختيار ومن قدرته على تنفيذ المشروع دون تأخير.

الإجمالية ٠٠٠ ٢٢٠ دولار.

البديل الثاني : كلفة تشييده تساوي ٠٠٠ ١٢٠ دولار وكلفة الصيانة تساوي ٧٥٠ دولار في السنة أو ما يعادل ٠٠٠ ٤٥ دولار على مدى ٦٠ سنة أي أن الكلفة المطلقة الإجمالية تساوي ١٦٥٠٠٠ دولار.

ولكن إذا أخذنا بعين الاعتبار عامل الزمن وافترضنا فائدة مصرفيه معدلها ٩٪ في السنة يكون البديل الأول هو الأجدى لأن مقابله بالقيمة الحالية يساوي ٠٩٦ ١٢٢ دولار مقابل ٢٨٦ ١٢٨ للبديل الثاني.

٢- .إن التقنيات المتاحة أمامنا لتقدير هذه النفقات بدقة لم تبلغ بعد حدّا كافيا من التطوّر لذا نقتصر لتقديرها بالاستناد إلى المعرفة التي يمكن أن نستخلصها من نفقات الاستخدام في مبان ماثلة ولا يعطي هذا الأسلوب على العادة سوى نتائج ترجيحيه نظرا لأنه يسقط عامل الزمن. ولكن البحث جار الآن لتعميم برامج للاستعمال في الحواسيب تعتمد أسلوب محاكاة الظروف التي من المتوقع أن تتعرض المنشآت لها اعتمادا على معلومات عن منشآت ماثلة مستقاة بطرق متطورة في اختيار العينات وتتضمن هذه البرامج اعتبارات مبيته للنفقات غير المنظورة المحتملة الوقوع.

٣- من المسلّم به غالبا أن الكلفة الرأسمالية الأكثر ارتفاعا والتي تسمح باستخدام مواد ولوازم أغلى ثمنا وأشد متانة تكلف أقل في الاستخدام والصيانة عبر زمن الاستهلاك على الدوام مما يدل على الترابط بين التكاليف الأساسية ونفقات الصيانة ولكن من الأهمية بمكان النظر مليا بالنتائج الاقتصادية لهذا الترابط على ضوء ظروف البلد وأساليب العمل فيه. ولشرح المقصود بهذا نورد المثال الآتي:

تتمثل نفقات الاستخدام بسيل من المدفوعات المستقبلية تستحق الدفع في تواريخ مختلفة: مثل فاتورة الكهرباء واجبة الأداء كل شهرين ونفقات التنظيف التي تستوفى في بداية كل شهر وأعمال الصيانة تدفع على فترات دورية محددة وهكذا. ومقادير هذه النفقات لها صلات مباشرة بالقرارات المتخذة في مرحلة إنجاز التصميم. لذا يسعى المصمم عند اختيار المواد أو عناصر البناء إلى دراسة الجدوى المالية لجميع البدائل المطروحة أي ليس فقط كلفات الإنشاء وإنما كذلك النفقات المستقبلية المترتبة على كل اختيار. فعند المقارنة مثلا بين عازل حراري سعره ٦٠٠ دولارا ويوفر ١٠٠ دولارا في السنة من كلفة الطاقة الكهربائية وآخر سعره ١٠٠ دولارا ولا يوفر الاّ خمسة دولارات في السنة نجد أن الاختيار الأول هو الأجدى لأن فترة الوفاء فيه تساوي ست سنوات مقارنة بعشرين سنة للنظام الثاني.

ويجب الانتباه هنا الى ثلاثة أمور هي:-

١- ان إجراء المقارنات بين النفقات الرأسمالية الواجبة الأداء آنيا ونفقات الاستخدام المستحقة الأداء على الأمد البعيد يضعنا أمام صعوبة بسبب الفرق في القيمة الحقيقية لمبلغ يستحق الدفع اليوم وآخر مساو له يستحق الدفع بعد فترة وذلك بسبب الفائدة المصرفية التي تفرضها المؤسسات المالية على المبالغ المعارة ويستعان لهذا الغرض بجداول مهيأة مسبقا تبيّن المقابل الكمي بالقيمة الحالية للمدفوعات المستقبلية تبعا لعدد السنين والفائدة المصرفية.

نوضح هذا بمثال:

ثمة بديلان مطروحان لتصميم سطح المبنى:

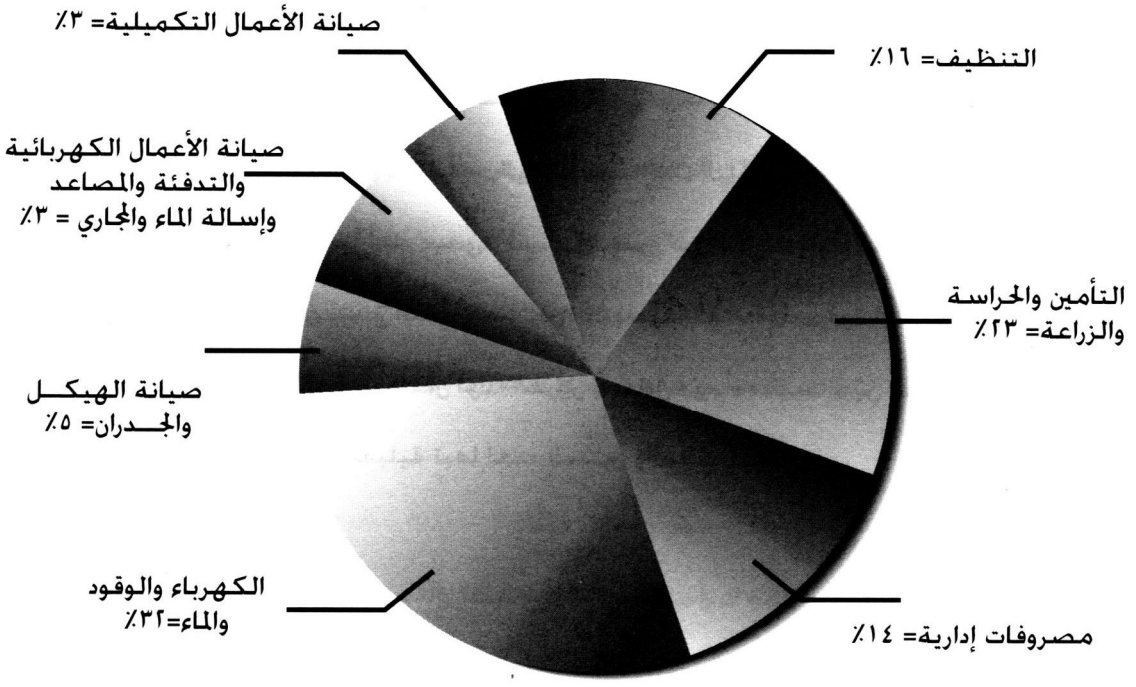
البديل الأول : كلفة تشييده تساوي ١٠٠ ٠٠٠ دولار وكلفة صيانته تساوي ٢٠٠٠ دولار في السنة أو ما يعادل ١٢٠ ٠٠٠ دولار على مدى العمر الاستهلاكي للمبنى (٦٠ سنة) - أي أن الكلفة المطلقة

١ - نفقات تسيير المبنى مثل الطاقة الكهربائية وإسالة الماء والوقود والتأمين ضد الأضرار إن وجد.

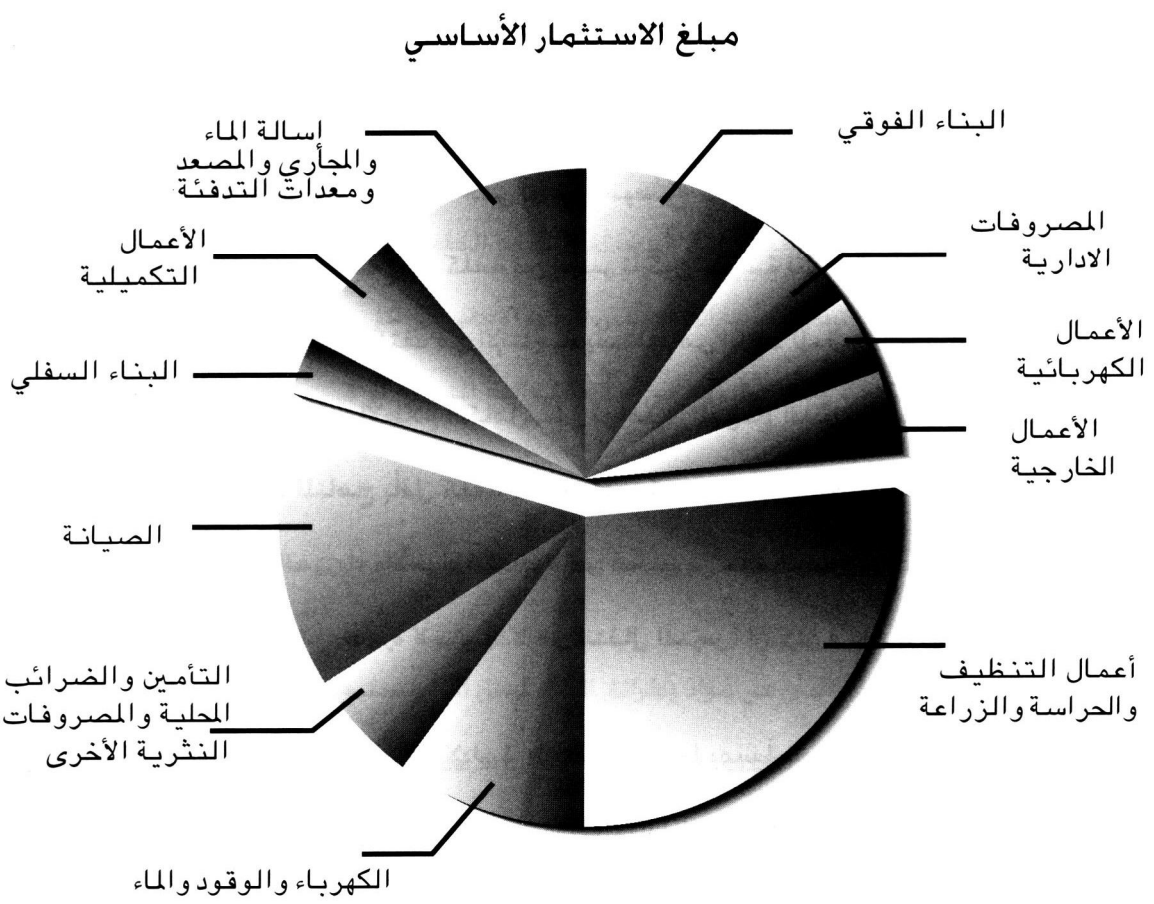
٢-.كلفة رعاية المبنى (التنظيف والزراعة والحراسة).

٣- كلفة الصيانة.

وهي نفقات تستحق الوفاء على المدى المتوسط أو البعيد وكثيرا ما تسقط من الحسابات قبلا لهذا السبب رغم أنها غالبا ما تزيد عن كلفة إنشاء المبنى (شكل رقم١- ٢).



(شكل رقم ١-٢)
نفقات الاستخدام للمباني المدرسية(٦)



(شكل رقم ١-١)
نفقات الاستخدام (٦)

مقارنة بين معدّل الكلفة الرأسمالية ومعدّل نفقات الاستخدام للمباني بوجه عام(٥)

ملاحظات :

١ - حسبت نفقات الاستخدام اعتمادا على مدى عمر استهلاكي قدره ٥٠ عاما وخفضت إلى ما يعادلها من القيم الحالية أي بالمبالغ الرأسمالية التي إن وظفت بفائدة مركبّة أنتجت المبالغ اللازمة في المواعيد المقصوده.

٢ - اسقطت تكاليف الأرض والأجور الاستشارية من مبلغ الاستثمار الأساسي وأدخلت كلفة الأثاث الثابت ضمن كلفة البناء الفوقي.

ويجب أن يكون الأساس المعتمد لحساب عدد الحصص عاكسا للواقع بدقة كأن يؤخذ عند حساب أعداد المختبرات تلك الحصص التي تؤدى خلالها التجارب العمليّة فعلا إذ إن من الهدر استخدام المختبر لالقاء الدروس النظرية حتى إذا كان موضوع الدرس علميا لأن بالإمكان القيام بهذا داخل الفصل الذي هو أقل مساحة وأقل كلفة من المختبر. تاركين الفرصة لشعبة دراسية أخرى الاستفادة من المختبر. إن تحقيق هذا القدر المكثف من الإنتاجية يستلزم من إدارات المدارس توخي الدقة عند إعداد الجدول الأسبوعي ومن المصمم الإطلاع الكامل على تفاصيل المنهج الدراسي ومقرراته لكي يخرج ببرامج معماريّة تناسب المناهج بأقل كلفة ممكنة كأن يكتفى مثلا بمختبر واحد للعلوم العامة للاستعمال في حصص الفيزياء والأحياء مثلا بدلا من مختبرين متخصصين أو اعتماد نظام الفصول المتحركة (ينتقل الطالب من حجرة لأخرى بدلا من انتقال المدرّس) ان كان في هذا توفير ما.

يلي الحجرات التعليمية الغرف الإدارية وتعتمد أعدادها ومساحاتها على الملاك المدرسي ثم المخازن وتخصص لها نسبة مئوية من مساحات الحجرات الدراسية فالحمامات التي يحدد عددها بناء على تعداد المدرسة بحسب معايير ثابتة.

أما فيما يخص الممرات والمساحات المظللة وهي أقل مساحات المبنى المدرسي إنتاجية فينبغي على المصمم هنا تحكيم مهاراته الإبداعية للخروج بتصميم تمثل فيه هذه المرافق أقل مساحة ممكنة دون المساس بالمعايير الأخرى.

بهذه الصورة يكون المبنى المدرسي توخى الاقتصاد في كلفة الانشاء عن طريق تجنب الإهدار دون خفض في مستويات الأداء أو إغفال لأي المستلزمات الضرورية.

التحكم بكلفة الاستخدام

يدخل تحت هذا الباب النفقات المتكررة للمبنى على مرّ العمر الاستهلاكي له (شكل رقم ١-١) وتتكون من:

مهام الجهات الفنيّـــة

تقع على عاتق المصمم مسؤولية تحديد المستويات العامة لكلفة انجاز المشروع ونفقات استخدامه. ويسعى إلى توظيف خياراته لضمان المردود الأعلى في كل حقل من حقول الإنفاق إذ يترتب على هذه الخيارات امكانية إنجاز المشروع في حدود الميزانية المتوفرة أم لا.

مبلغ الاستثمار الأساسي

ان تحقيق اقتصاد ذي شأن في مواد وطرائق البناء ليس أمرا مستبعدا الاّ أن البحث هنا سرعان ما يصل إلى طريق مسدود متى استنفدت مجالات التوفير المعقولة لها. ومن المهم جدا في هذا المجال فرض حدود لا يسمح بتجاوزها لأن هذا سيؤدي إلى انخفاض المستوى. فلو سمح بتشييد مبان تقلّ تأديتها عن الحد الأدنى المقبول فإن هذا سيسيء الى مفهوم الاقتصاد.

الاقتصاد في البناء هو في الأساس عمليّة تتوخّى رفع إنتاجية المنشأ عبر أسلوبين:

أولهما تقليل المساحات دون إهدار أي من الإمكانيات المطلوبة. وينطوي هذا الأسلوب على نظرة نقديه لأعداد الحجرات الدراسيّة ولمعايير التصميم المستعملة (المساحة العائدة لكل طالب في الحجرة الدراسية) للتيقّن من مطابقتها للحاجة. والأسلوب الثاني هو تحديد عدد الطلبة لكل مدرسة بما لا يقل عن الطاقة الاستيعابية لمرافقها المخصصة للتعليم مثل الفصول الدراسية العامة والحجرات التخصصيّة متمثلّة بالمختبرات وغرف التربية الفنية ومشاغل التدبير المنزلي والورش والقاعات المتعددة الأغراض والمكتبة وغرف النشاط. وتحسب مساحات هذه المرافق اعتمادا على معيار المساحة العائدة للطالب الواحد في كل نوع من أنواع الحجرات. أما عددها في المدرسة الواحدة فيعتمد على عدد الحصص الأسبوعية التي تدرس فيها المادة.

والاجتماعية والثقافيّة فيه. ورغم الغموض الذي يشوب هذه الإجابة الناجم عن عدم اكتمال معرفتنا بالعمليات التي تربط ما بين الموارد والنتائج ولأن الهدف هو مدى تأهل المتعلم فأن المردود المرجو يتحقق في توفير أكبر عدد ممكن من أماكن التعليم الآن وفي المستقبل القريب. وهذا يقودنا بدوره إلى البحث عن توازن بين الحاجة العالية للمقاعد الدراسيّة والموارد المحدودة المتوفّرة لتحقيق هذه الغاية أو بكلمة أخرى توفير إمكانيات تعليمية مقبولة لأكبر عدد ممكن بدلا من إمكانيات ممتازة لنخبة مختارة.

ثمّة دور لمهندس المباني المدرسيّة في تحقيق هذا التوازن فهو يسعى إلى توظيف خياراته وأحكامه لضمان المردود الأعظم في كل حقل من حقول الإنفاق سواء كان هذا في باب الكلفات الرأسمالية المطلوبة آنيا لإنشاء المبنى أو نفقات الاستخدام التي تصرف بصورة مستديمة على مدى العمر الاستهلاكي للمبنى.

ب- طبيعة الانفاق على المبنى المدرسي

يستلزم المبنى المدرسي نوعين من مرصودات الانفاق:

١ - .كلفة الاستثمار الأساسي الواجبة الصرف آنيا لاظهار المنشأ الى حيز الوجود.

٢ - كلفة الاستخدام وهي مجموع النفقات الدورية التي تصرف على المبنى خلال فترة اشغاله.

ويمثل مجموع هذين النوعين من النفقات الكلفة الإجمالية للعقار من يوم استلامه إلى يوم اندثاره وهو المبلغ الذي يجب أن يؤخذ بالاعتبار عند دراسة الجدوى الاقتصادية للمشروع ويشار إليه باسم (كلفة مراحل عمر العقار).

وقد يبدو للوهلة الأولى أن ليس من الأهميّة بمكان تحديد لأيّ من هذين الصنفين يعود التعليم. فهو سيظل في تواصله أيّا كان اختيارنا. ولكن عند إعمال الفكر في الموضوع نجد أن ثمة نتائج مترتبة على الاختيار تبرز على بساط البحث. فإذا اعتبرنا التعليم سلعة استهلاكية جعلنا الإنفاق عليه عرضة للتخفيض في أوقات الشدّة دون أن يكون لهذا مفعول بعيد المدى على الاقتصاد. أما إذا اعتبرناه استثمارا فلربما كان على الدولة أن تزيد من حجم الإنفاق عليه لأن هذا سوف يرفع بصورة بالغة مناسيب النمو الإقتصادي.

وإذا سلّمنا بوجود المشابهة بين التعليم وبين عناصر الاستثمار الأخرى ذات الطاقة على الإنتاج، سيترتب على هذا أن يدر التعليم عائدا مّا. والسؤال الأوّل الذي يبرز من هذه المحاجّه هو كيف يمكن حساب هذا العائد؟ ويضعنا هذا السؤال أمام إشكاليّة. ذلك أن أبواب الإنفاق في الإحصاءات الرسميّة الخاصة بالتعليم لا تعتمد مرجعيّة معياريّة واحدة تمكّن من إجراء مقارنات سليمة بين إنفاق وآخر في بلد واحد أو بين إنفاق بلد وآخر في عام واحد. فكلفة المكتبة المدرسيّة مثلا تدخل ضمن مرصود الإنفاق على التعليم أمّا كلفة المكتبة العامة فلا. بيد أن استعارة الطالب المرجع المطلوب من مكتبة المدرسة أو من المكتبة العامّة لا يعدو أن يكون الا محض صدفة.

وبرامج التدريب المهني توفرّها المدرسة في بعض الدول فتدوّن مبالغ الإنفاق عليها في البيانات الرسمية الخاصّة بالتعليم وعندما يوفرها القطاع الخاص في دول أخرى لا تدون هذه النفقات في احصاءات الدول، الأمر الذي يكوّن في ذهن الباحث فكرة غير متوازنة عن الإنفاق على هذا النوع من التعليم في الدول المعنيّة.

أما السؤال الثاني فهو: ما هو مقدار العائد من التعليم ومن هي الجهة المنتفعة منه؟ وهو سؤال محدّد ويفترض أن يجاب عليه بصورة تمكّن من قياس الأشياء قياسا دقيقا لكنّ الإجابة عليه من قبل المختصين لا تتعدّى كونها تبيانا لحقيقة مفهومة بالبديهة. هي إن المنتفع هو المجتمع وإن مقدار المردود هو مدى تأهل المتعلّم للمشاركة بصورة مشهودة في تطوير هذا المجتمع لاثراء المجالات الاقتصادية

١ ـ البعد الاستثماري في المبنى المدرسي

تستثمر الدول مبالغ كبيرة في تشييد مبانيها المدرسية وعلى رعايتها وصيانتها وهي تنتظر بحق مردودا لهذه المبالغ المستثمره ليس من حيث استجابة المبنى لمتطلبات العملية التربوية بأشمل معانيها وحسب بل وكذلك من حيث الجدوى الاقتصادية لها بصفتها مشاريع استثمار يشترط في مجال التربية تدقيق النظر في العائد المرجو منها كما هو الحال في كل مرصود انفاقي. وبالرغم من أن معرفتنا بالآليات التي تربط ما بين الموارد والنتائج في مجال التعليم غير مكتملة تماما فإننا نقدم هنا محاولة لشرح الشروط المطلوبة لتحقيق الحد الأدنى من الجدوى الاقتصادية للمبنى المدرسي وطريقة الايفاء بها.

أ - طبيعة الأنفاق على التعليم

تقع السلع إجمالا في صنفين: استهلاكية تدر بالمنفعة الآنية على المستهلك مثل الورق والصابون والمواصلات المحليّة. واستثماريّة منتجة تستخدم في الإنتاج على المدى البعيد كالماكنه والباخرة والميناء. وهي التي يعتبر الاستثمار فيها توظيفا للمال.

ولا بدّ أن يعود التعليم لواحد من هذين الصنفين. أو ربّما لكليهما. فالتعليم استهلاك من جهة لأن الفرد ينشده لذاته وينفق المال لقاء الحصول عليه والدولة تبذل عليه المال العام لأنه أمر مرغوب فيه وتوفيره مطلوب قانونا. وهو من ناحية أخرى استثمار. إن على صعيد العائلة أو على صعيد الدولة. وكلاهما يوظفان المبالغ في تعليم الأفراد عن دراية وبتقصّد لأن التعليم يعنى بتربية الإنسان ويؤدي بالتالي بالنفع على المجتمع بوجه عام.