مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: العلوم الهندسية، م١٩ ع١، ص ص: ٣-٣٢ (٢٠٠٨م/١٤٢٩هـ)

أسباب تصدعات وانهيار المباني وكيفية تلافيها

تميم عبد الهادي سمان

أستاذ هندسة الإنشاءات المشارك ــ كلية الهندسة ــ جامعة الملك عبد العزيز

عضو اللجنة الوطنية لكود البناء السعودي، جدة – المملكة العربية السعودية

المستخلص. يشكل قطاع الإنشاءات جزءاً هاما من اقتصاديات كافة دول العالم، وتزداد أهمية وخطورة هذا القطاع في الدول النامية حيث يشكل الإنشاء والتعمير الجزء الأكبر من برامج التنمية والاستثمارات ورفع مستوى معيشة الشعوب ومواجهة الزيادة المطردة للسكان. ورغم كبر حجم الإنفاق على المشروعات الإنشائية، فإن النظم الإدارية التي تحيط بالخطوات المتتالية لإخراج مشروع ما إلى حيز الوجود غير كافية أو غير محكمة ومليئة بالثغرات، وهذا الخلل يزيد من احتمال حدوث الأخطاء والتهاون في تطبيق المواصفات وضبط الجودة سواء في مرحلة التصميم ومراجعته، أو التنفيذ والإشراف عليه، أو حتى لاحقاً في مرحلة الصيانة بعد شغل المشروع واستخدامه. وجميع ما سبق قد يؤدي إلى ظهور تصدعات لبعض المنشآت أو انهيارات لبعضها مما ينتج عنه عدم الاستفادة من المنشأ أو استخدامه في الغرض الذي أنشئ من أجله، وإضاعة الوقت والمال والجهد دون مبرر إضافة إلى ما يترتب على ذلك من خسائر بشرية.

وتناقش هذه الورقة أسباب تصدعات وانهيارات المباني في بعض البلاد الغربية والعربية بما فيها المملكة العربية السعودية مدعمة إحصائياً، ومن ثم تقدم مقترحات للحد من أسبابها.

١- المقدمة

لا شك أن ظاهرة تصدع المباني الخرسانية قد أصبحت ملحوظة في شتى أنحاء العالم، بدءاً من الشروخ البسيطة أو الميل الخفيف إلى الانهيار الجزئي أو الكامل للمبنى. وقد تعددت أسباب تلك التصدعات من قصور في دراسة التربة أو الظروف المحيطة أو أخطاء في التصميم وعدم كفاية في التفاصيل إلى أخطاء في التنفيذ وقصور في الإشراف عليه[١].

ورغم تعدد معاملات الأمان وكبرها والاحتياطات التي تتخذ لمجابهة أخطاء التصميم والتنفيذ وسوء الاستعمال، فما زالت العيوب تظهر في المباني الخرسانية وغيرها. ومما لاشك فيه أن دراسة أسباب هذه العيوب التي أدت إلى حدوث انهيارات تساعد على الحد منها وتمنع تكرار هذه الأخطاء مرة ثانية. كما أن تحسين فهم الخرسانة المسلحة كمادة إنشائية وطبيعة الحركة في المنشآت غير المحددة استاتيكيا، وتأثير ذلك على تدهور المنشأ وطبيعة الأحمال – حتى غير المتوقع منها – وكيفية تأثر المنشأ بها، يساعد أيضا على التخلص من هذه العيوب والحد من هذه الانهيارات[٢].

ويخضع قطاع الإنشاءات في الدول المتقدمة إلى أنظمة دقيقة ومحكمة في كافة المراحل بحيث تضمن جودة المنشآت وخلوها من معظم الأخطاء المحتملة سواء في مرحلة الدارسة والتصميم، أو مرحلة التنفيذ، أو مرحلة التشغيل والصيانة. أما في الدول النامية – رغم شدة نشاط وأهمية هذا القطاع بها ــ نجد أن تلك المراحل الثلاث مليئة بالثغرات وعدم الجدية مع التهاون في الالتزام

بالقوانين وأصول المهنة، ويؤدي ذلك إلى إيجاد منشآت غير جيدة وعرضه للتصدع أو الانهيار[٣].

وتهدف هذه الورقة إلى استعراض أسباب تصدعات وانهيار المباني في أوروبا وبعض الدول العربية مثل جمهورية مصر العربية والمملكة العربية السعودية، مع سرد مبسط لتلك الأسباب بصورة عامة مدعمة إحصائيا. كما تمت المقارنة بين ما هو متبع لضمان سلامة التشييد في مجال الإنشاءات في الدول المتقدمة وما هو متبع في عالمنا العربي، والدعوة إلى وضع النظم والقوانين التي تكفل جودة التصميم والتنفيذ والصيانة مع إعطاء مقترحات لذلك.

٢- حقائق ميدانية

إن تدهور الخرسانة المسلحة وانهيار بعض المنشآت الخرسانية ظاهرة عالمية وإن كانت أكثر حدة في الدول النامية. والمهندس الفطن هو الذي يتعلم من أخطاء الآخرين حتى لا يقع فيها، وقد قامت دول أوروبا وأمريكا وبعض الدول العربية بإجراء دراسات إحصائية على فترات زمنية مختلفة لمعرفة أسباب تصدعات وانهيار المباني التي حدثت في تلك الدول حتى يتسنى تفادي حدوثها مستقبلاً. ويمكن سرد الأسباب الفعلية من محتوى الجداول والأشكال على النحو التالي:

٢- ١ انهيار المباني في أوربا

اشتملت دراسة عن انهيار المباني في أوروبا حتى سنة ١٩٧٥م[٤] على تحليل لنتائج حوالي ٨٠٠ حالة انهيار منشآت تسببت في مقتل ٥٠٤ أشخاص و إصابة ٥٢٩ آخرين، ودلت نتائج هذا التحليل المبينة في الجداول أرقام (١-٣) على أن جزءًا كبيرًا من انهيارات المباني يحدث أثناء تشييدها، كما أن نسبة هامة من تلك المباني تنهار نتيجة عدم كفاية هيكلها الإنشائي.

جدول (١). توزيع حالات الانهيار في أوربا حسب نوع المنشأ أو مرحلة حدوث الانهيار أو الجزء المتسبب في بدء الانهيار[٤].

الحالة	التوصيف	النسبة من كل الحالات (٧٠٠) حالة	النسبة من الحالات التي صاحبتها إصابات (٦٠) حالة			النسبة من الحالات التي صاحبتها وفيات (٦٠) حالة	النسبة من التكلفة الكلية (٧٠٠) حالة
نوع المنشأ	– مباني (سكنية أو إسكان إداري)	٥٢٪	٣٧٪			٤٠٪	٣٠٪
	– منشآت صناعية	٢٢٪	١٢٪			٨٪	٣١٪
	– منشآت الطرق (جسور/ أنفاق)	١١٪	٤٠٪			٣٧٪	٣٢٪
	– منشآت الصرف (مواسير/ محطات)	٧٪	٧٪			٧٪	٤٪
	– سقوط المظلات	٢	٢٪			–	١٪
	– غير معلوم	٦٪	٢٪			٨٪	٢٪
مرحلة حدوث الانهيار		المباني	منشآت صناعية	منشآت طرق			
	– أثناء الإنشاء	٥٣٪	٣٥٪	٦٩٪	٦٤٪	٧٠٪	٥١٪
	– أثناء الاستعمال	٤٣٪	٦٤٪	٢٩٪	٣١٪	٢٦٪	٣٧٪
	– أثناء الإزالة	٤٪	١٪	٢٪	٥٪	٤٪	١٢٪
الجزء المتسبب في بدء الانهيار	– معدات التشييد	٧٪	١٠٪			١٣٪	١٪
	– الحفر	٥٪	٣٪			٣٪	٣٪
	– المنشآت الثانوية	٩٪	٢٢٪			١٨٪	١١٪
	– الهيكل أو المنشأ	٤٤٪	٤٨٪			٥٣٪	٧٢٪
	– الأعمال الداخلية	١٩٪	٢٪			٢٪	٣٪
	– التركيبات الفنية	١١٪	٨٪			٣٪	٦٪
	– غير معلوم	٥٪	٧٪			٨٪	٤٪

٢ – ٢ *انهيار المباني في مصر*

في دراسة عن تصدعات المنشآت وعلاجها بالهيئة العامة لبحوث الإسكان بالقاهرة [٥]، تمت دراسة بعض حالات الانهيارات في مباني الخرسانة المسلحة خلال الفترة من ١٩٥٠–١٩٩٠م (حوالي ٢٦٤ حالة)، وتم تقسيم هذه الحالات

جدول (٢). توزيع حالات الانهيار الإنشائي في أوربا حسب نوع الانهيار، والمرحلة التي حدث فيها الخطأ، والأطراف المتسببة فيه، واحتمالات اكتشاف الخطأ قبل الانهيار [٤].

الحالة		التوصيف	النسبة من حالات الانهيار الإنشائي (٣٨٤ حالة)	النسبة من هذه الحالات صاحبتها إصابات (٤٧حالة)	النسبة من هذه الحالات صاحبتها وفيات (٤٦ حالة)	النسبة من التكلفة الكلية (٣٨٤ حالة)
نوع الانهيار	انهيار مفاجئ (٦٣٪)	– عدم اتزان	١٣٪	٦٪	٩٪	٣٪
		– تمزق وانهيار	٢٩٪	٦٢٪	٦٥٪	٦٧٪
		– تمزق بدون انهيار	١١٪	٢٠٪	٤٪	٥٪
		– أخرى	١١٪	٢٨٪	٢٠٪	١٩٪
	عدم صلاحية (٣٧٪)	– تشريخ شديد	١٦٪	—	—	٢٪
		– تشكيل زائد	٧٪	٢٪	٢٪	٣٪
		– أخرى	١٤٪	—	—	١٪
المرحلة التي ظهر فيها تأثير العوامل المسببة للانهيار بطريقة خاطئة		- التخطيط/ التصميم	٣٧٪	٢٠٪	١٩٪	٤٠٪
		- التنفيذ	٣٥٪	٤٦٪	٤٧٪	٢٠٪
		- التخطيط والتنفيذ معًا	١٨٪	١٧٪	٢٤٪	٢٢٪
		- الاستعمال	٥٪	٦٪	٥٪	١٤٪
		- أخرى	٥٪	١١٪	٥٪	٤٪
الطرف المسئول عن ظهور تأثير العوامل المسببة للانهيار بطريقة خاطئة		– المصمم	٢٨٪	٢٣٪	٢١٪	٤١٪
		– المقاول	٣٣٪	٤٦٪	٤٥٪	١٧٪
		– المصمم والمقاول معًا	١١٪	٢٣٪	٢٤٪	٢٠٪
		– المعماري	٨٪	—	—	١٪
		– المستعمل للمبنى	٥٪	٣٪	٣٪	١٣٪
		– آخرون	١٥٪	٥٪	٧٪	٨٪
احتمالات اكتشاف الخطأ	محتمل بعد عمل تدقيق أو مراجعة إضافية في مرحلة	- التخطيط	٣٣٪	٢٣٪	٢١٪	٣٢٪
		- التنفيذ	١٧٪	١٠٪	١٧٪	٩٪
		- التشغيل	٥٪	٧٪	٦٪	١٨٪
	محتمل بدون عمل تحقيق إضافي		٣٢٪	٩٪	١١٪	٢٦٪
	مستحيل		١٣٪	٥١٪	٤٥٪	١٥٪

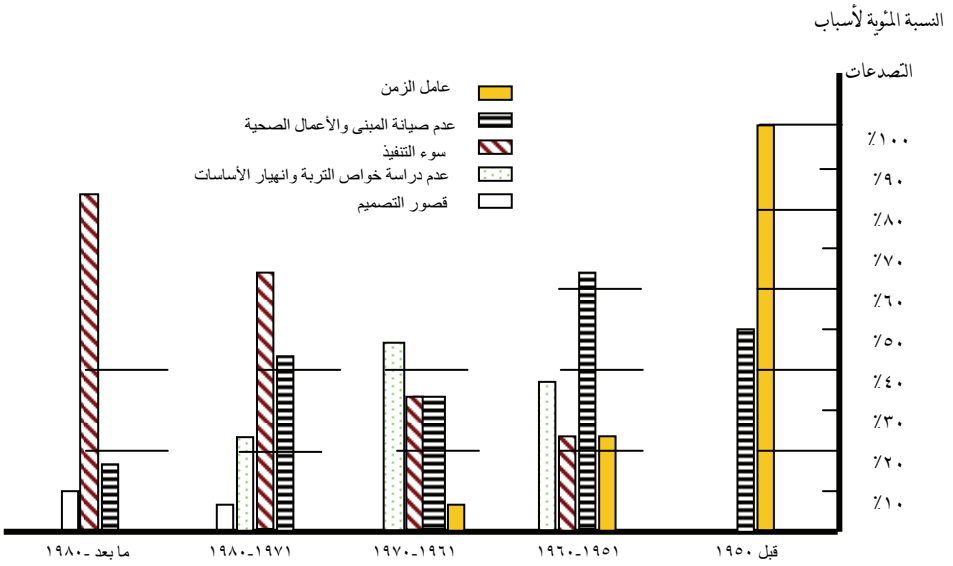
جدول(٣). توزيع الحالات في أوربا حسب نوع الخطأ والأعمال التي ظهر فيها والتعليمـــات التي لم تتبع[٤].

الحالات التي حدثت فيها أخطاء في مرحلتي التخطيط / والتصميم	النسبة من ٦٩٢ حالة	النسبة من مكلفة ٢٩٥	النسبة من ١٧ حالة صاحبتها إصابات	النسبة من ١٨ حالة صاحبتها وفيات
الخطأ في:				
الأعمال الأساسية conceptual work	٣٤٪	١٢٪	١٧٪	١٨٪
التحليل الإنشائي	٣٤٪	٤١٪	٣٩٪	٤٩٪
الرسومات والتفاصيل	١٩٪	١٢٪	٥٪	٩٪
الإعداد للتنفيذ	٩٪	١٨٪	٢٢٪	٥٪
أسباب مجمعة	٤٪	١٧٪	١٧٪	١٩٪

الحالات التي حدث فيها عدم اتباع لتعليمات المشروع	النسبة من ٢٧٩ حالة عدم اتباع تعليمات في مرحلة التخطيط	النسبة من ٢٦٢ حالة عدم اتباع تعليمات في مرحلة التنفيذ	النسبة من ٣٢ حالة عدم اتباع تعليمات في مرحلة الإشغال
التعليمات التي لم تتبع:			
الكود والمواصفات	١٦٪	٧ ٪	ـــ
الرسومات ونوع المواد	٨٪	١٧٪	٩٪
الإرشادات والتوصيات Manuals & recommendations	٥٪	١٦٪	١٦٪
القواعد العامة للتنفيذ والإشغال	٦٣٪	٥٨٪	٧٥٪
أسباب مجمعة	٨٪	٢٪	ـــ

أنواع الأخطاء	المتسبب فيها المصمم (النسبة من ٢١٢ حالة)	المستبب فيها المقاول (النسبة من ٢٦١ حالة)
معرفة غير كافية	٣٦٪	١٤٪
الاعتماد على الآخرين	٩٪	٥٪
اختيار مواد سيئة لأسباب اقتصادية	١٪	٢٪
التقليل من تأثير العوامل الضارة	١٦٪	١١٪
- الإهمال والخطأ	١٣٪	٤٪
– الجهل وعدم التقدير السليم	١٤٪	٥٤٪
– أسباب أخرى	٩٪	١١٪

إلى خمس مجموعات حسب العقد الزمني الذي حدث فيه الانهيار. ويبين الشكل (١) النسبة المئوية لأسباب تصدعات المباني وانهيارها. قد أثبتت هذه الدراسة أنه في جميع حالات تصدعات المباني يوجد أكثر من سبب واحد لهذا التصدع. وقد تراوحت هذه الأسباب ما بين عامل الزمن، وعدم الصيانة، وسوء التنفيذ، وعدم دراسة خواص التربة، وقصور التصميم.



شكل (١). النسبة المئوية لأسباب تصدعات المباني في جمهورية مصر العربية طبقا لسنة الإنشاء[٥].

٢ – ٣ *انهيار المباني في المملكة العربية السعودية*

تبين دراسة أكثر من ثلاثمائة حالة موزعة على أنحاء مختلفة من المملكة العربية السعودية[٦] أن تصدعات الخرسانة الإنشائية وغير الإنشائية الناتجة عن سوء التنفيذ تأتي في المرتبة الأولى وخاصة تلك التي تحدث في العمر الابتدائي للخرسانة. ويبين الجدول (٤) تصنيف التصدعات وأسبابها طبقا لدراسة الحالات، وكذلك يوضح النسبة المئوية لأسباب التصدعات، حيث اتضح أن

سوء التنفيذ يأتي في المرتبة الأولى ثم تأتي في المرتبتين الثانية والثالثة التصدعات بسبب ميكانيكا التربة وهندسة الأساسات، وارتفاع المياه الجوفية، ثم صدأ حديد التسليح على التوالي.

جدول (٤). تصنيف التصدعات وأسبابها في المملكة العربية السعودية[٦].

النوع	كوارث طبيعية	مواد كيماوية	قصور في التصميم	سوء التنفيذ	ميكانيكا التربة وهندسة الأساسات	صدأ حديد التسليح	العوامل الجوية والظروف المحيطة
عدد الحالات	٣	٢٥	١٣	٥٨	٣٤	٢٦	٥٠
النسبة المئوية	١	١٢	٧	٢٧	١٦	١٣	٢٤

وفي تقرير أعدته لجنة انهيار المباني تحت الإنشاء بالدفاع المدني بالمملكة العربية السعودية[٧] تمت دراسة أنواع وأسباب الحوادث والانهيارات في المباني تحت الإنشاء مع تحديد المسؤوليات للأطراف المعنية وتقديم التوصيات. ويبين الجدول (٥) إحصائيات للمباني المنهارة خلال مرحلة التشييد في المملكة العربية السعودية للأعوام ٢١-١٤٢٣هـ. بينما يبين الجدول (٦) أنواع الحوادث وأسبابها. أظهرت الدراسة أن أكثر المناطق المتضررة من الانهيارات والإصابات البشرية هي مكة المكرمة ثم الباحة ثم المنطقة الشرقية على التوالي، حيث بلغ عدد الانهيارات في مكة المكرمة في السنوات الثلاثة على التوالي ٥٤، ٤٣، ٧٦ حالة فيما بلغت الإصابات البشرية حوالي ٣٥، ٣٩، ٣٨ حالة. أن معظم المباني في مكة المكرمة قديمة نسبياً ودرجة إشغالها عالية مقارنة بالمدن الأخرى، إضافة إلى أن بعض هذه المباني يعاد تأهيلها

بطريقة تؤدي إلى خلل في هيكلها الإنشائي نظراً لارتفاع القيمة المالية لهذه العمائر والأراضي المبنية عليها وهذا يؤدي بدوره إلى تفاقم هذه الظاهرة.

في إحصائيات المباني المنهارة بالمملكة العربية السعودية خلال الفترة ٢١-١٤٢٦هـ والمعدة من قبل إدارة المعلومات الإحصائية بالمديرية العامة للدفاع المدني [٨] تم حصر عدد عمليات الإنقاذ وعدد الخسائر البشرية نتيجة انهيار المباني في مناطق المملكة المختلفة، كما تم تحديد نوعية المنشآت التي حدثت بها الانهيارات، والأسباب المباشرة للانهيارات، كما هو موضح في الجداول (٧-٩).

جدول (٥). إحصائية المباني المنهارة خلال التشييد، والخسائر البشرية للأعوام ٢١-١٤٢٣هـ بمناطق المملكة العربية السعودية.

السنة / المدينة	العدد			الإصابات			الوفيات		
	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣
الرياض	١٤	٦	١٣	١٦	٥	١	٣	١٠	٢
الشرقية	٧	١٣	٢٢	١	١٤	١٦	٠	٢	٢
مكة المكرمة	٥٤	٤٣	٧٦	٢٠	٣١	٢٣	١٥	٨	١٥
عسير	٨	٨	٩	٨	٦	٩	٤	٤	٣
المدينة المنورة	٤	٣	١٣	١	٠	٤	٠	٠	٤
القصيم	٣	٤	٥	٦	٨	٠	٤	١	٠
الباحة	١	–	–	٠	–	–	٠	–	–
نجران	٣	١	١	٢	٠	٢	٠	١	٠
جازان	٦	٤	٤	١٢	٠	٢	١٥	٢	٢
تبوك	٣	–	٢	١	–	١	١	–	١
الجوف	١	٤	–	٩	٤	–	٠	٠	–
حائل	–	٤	٢	–	٣	٢	–	٢	١
الحدود الشمالية	–	١	–	–	١	–	–	٠	–

جدول (٦). أنواع الحوادث والانهيارات في المباني أثناء التشييد وأسبابها بالمملكة العربية السعودية[٧].

م	أنواع الحوادث والانهيارات	أسبابها
١	حوادث الشدات الخشبية والمعدنية (formworks) والأسقف أثناء صب الخرسانة	١- عدم تصميم الشدات من الناحية الإنشائية ولاسيما في حالة الأسقف الأعلى من أربعة أمتار مثل أسقف المساجد والصالات العامة والمعارض التجارية ومحطات البنزين. ٢- عدم وجود مهندس مدني مشرف من طرف المقاول للتأكد من سلامة الشدات والإشراف على أعمال التشييد خصوصاً من حيث سلامة هذه الشدات والمسافات الهندسية بينها وعموديتها. ٣- الاعتماد على عمالة غير مدربة في تنفيذ الشدات الخشبية والمعدنية. ٤- أخطاء في تنفيذ الشدات مثل استنادها على أرضية رخوة أو غير مستوية وعدم وجود تدعيم جانبي للشدات المرتفعة. ٥- أخطاء في عملية صب الخرسانة ومنها عدم توزيع الخرسانة على الشدة والصب من ارتفاع عال. ٦- عدم وجود مواصفات وطنية لتصميم الشدات الخشبية والمعدنية. ٧- عيوب في أجزاء الشدات الخشبية نتيجة لتدهور حالتها مع الزمن أو المعدنية نتيجة للصدأ. ٨- تحميل السقف بحديد التسليح وبلك الهوردي قبل الانتهاء من أعمال الشدات والنجارة.
٢	حوادث سقوط الأسقف أثناء وبعد فك الشدات	١- عدم وجود مهندس مدني من طرف المقاول للإشراف على تنفيذ الشدات. ٢- فك الشدات قبل الوقت اللازم لها. ٣- ضعف في مقاومة الخرسانة. ٤- أخطاء في تنفيذ حديد التسليح. ٥- أخطاء في تصميم النظام الإنشائي. ٦- زيادة الأحمال على الأسقف مثل تكديس مواد البناء. ٧- تعديل النظام الإنشائي من قبل المالك أو المقاول دون استشارة المهندس المصمم. ٨- سقوط أجزاء ثقيلة على المبني مثل الرافعات أو مواد بناء.
٣	حوادث ذات علاقة بالسقايل الخشبية والمعدنية (scaffolds).	١. عدم وجود مهندس مدني من طرف المقاول للإشراف على تنفيذ السقايل.. ٢. عدم تدعيم السقايل جانبياً وعدم ربطها بالمباني. ٣. عدم تصميم السقايل ولاسيما المرتفعة منها. ٤. عيوب في أجزاء السقايل وعدم صيانتها واستبدال الأجزاء المتضررة منها. ٥. استناد السقايل على أرض رخوة أو غير مستوية. ٦. شدة الرياح. ٧. تحريك السقالة أو تغير في شكلها أو أجزاء منها أثناء استعمالها. ٨. عدم تثبيت الألواح الخشبية المستخدمة للوقوف على السقالة. ٩. الارتفاع بسقالة الأنابيب عن الحد المسموح به من الشركة المصنعة. ١٠. عدم توفير حواجز كافية لمنع سقوط العمال من السقالة. ١١. عدم فحص السقالة بشكل دوري أثناء العمل.

جدول (٦). تابع.

م	أنواع الحوادث والانهيارات	أسبابها
٤	حوادث ذات علاقة بأعمال الحفر وتشمل انهيار جوانب الحفريات، وانهيار المباني المجاورة للحفريات، وسقوط المارة والسيارات في الحفريات، والتعرض لخطوط الخدمات (كهرباء ــ هاتف ــ ماء) أثناء الحفر.	١- عدم وجود مهندس مدني من طرف المقاول للتأكد من سلامة الدعامات الجانبية للحفريات. ٢- عدم وجود دعامات جانبية للحفريات. ٣- عدم تدعيم المباني المجاورة للحفريات. ٤- تكديس مواد البناء بالقرب من الحفريات. ٥- قرب آليات الحفر والنقل من الحفر. ٦- عدم فحص خواص التربة ومنسوب الماء قبل أعمال الحفر. ٧- سحب المياه الجوفية أثناء أعمال الحفر دون مراعاة أثر ذلك على المباني المجاورة. ٨- عدم وجود حواجز ولوحات تحذير حول الموقع لمنع سقوط المارة والسيارات في الحفريات. ٩- عدم وضوح خطوط الخدمات (كهرباء ــ هاتف ــ ماء) في منطقة الحفر.
٥	حوادث سقوط العمال والأجهزة والأدوات والمواد مثل البلك والأسمنت من الأسقف.	١- عدم توفير حماية حول الشدات مثل شبكة أو سقالة. ٢- عدم توفير الأدوات اللازمة لمنع سقوط العمال. ٣- عدم الالتزام بتعليمات السلامة الخاصة بحماية المارة. ٤- عدم وجود لوحات تحذير حول المواقع. ٥- عدم توفير ممرات آمنة للمشاة على الأرصفة بالقرب من الموقع.

ويلخص الجدول (٧) المسببات الرئيسية لانهيارات المباني في مختلف مناطق المملكة كالتالي: قدم المباني، وأعمال الحفر، والظروف المناخية، وعدم التقيد بالمواصفات. حيث تؤدي المسببات المبينة آنفاً إلى انهيار كامل للمبنى أو لبعض من أجزائه مثل الجدران والسقوف والأعمدة (الجدول ٨). ويلاحظ أن انهيار الجدران يشكل نسبة عالية من تلك الانهيارات أدت للعديد من الإصابات والوفيات.

وعند مقارنة أعداد المباني المنهارة في المملكة (الجدول ٩) يتبين أن منطقة مكة المكرمة تستحوذ على النسبة الكبرى، وتليها الرياض ثم المنطقة الشرقية. وعند مقارنة نسبة عدد المباني المنهارة إلى تطور المنطقة يلاحظ ارتفاع تلك النسبة في كل من عسير وجيزان.

٢-٤ *الاستنتاجات*

بناءً على الإحصائيات المشار إليها آنفاً يتبين أن معظم العيوب التي تم رصدها يمكن أن تعزى إلى أحد أو عدة أسباب مجتمعة من الأسباب الرئيسية التي تنحصر

في أضلاع المثلث الذي يمثل المشيدين والمستخدمين للمبنى، والكوارث الطبيعية غير المتوقعة التي تقع على المبنى[٦] كما هو مبين في الشكل (٢).

جدول رقم (٧). عدد عمليات الإنقاذ والخسائر البشرية في المباني المنهارة موزعة حسب الأسباب في مناطق المملكة خلال الأعوام ٢١-١٤٢٦هـ [٨] .

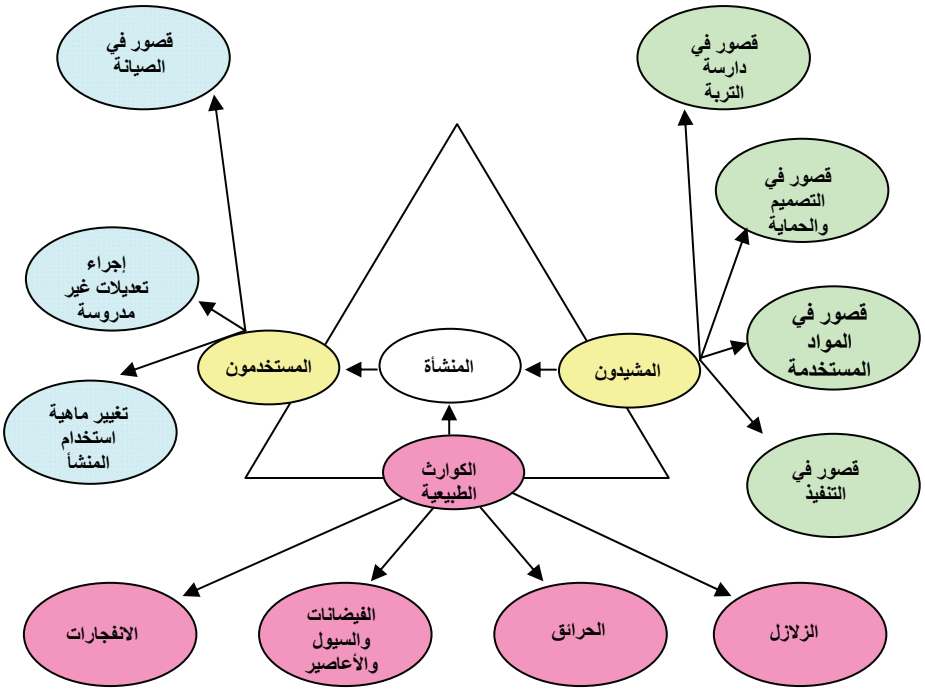
السنة / المسبب	العدد						الإصابات						الوفيات					
	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦
قدم المبنى	٥٥	٤٦	٧٤	٥٩	٣٧	٤٨	٤٤	١١	٣٤	٦	١٠	١٤	١٣	١١	١٧	٤	١١	١١
أعمال الصيانة والترميم	١٢	١١	١٠	١٨	١٦	١٣	٥	٢٠	٧	٧	٧	٨	٥	٦	٥	٦	٥	٤
أعاصير وأمطار	٢٠	١٣	٢٦	١٧	١٨	١٠	٢	٠	٠	٠	٢	٨	٢	٢	٢	٠	٠	٤
أعمال حفر	١٢	١٢	٣٧	٢٧	٣٢	٣٤	٢١	١٣	٢١	١١	١٨	١٠	٤	٤	١٠	٤	٩	١٦
زلازل وهزات أرضية	١	١	٠	١	٠	٣	١	١	٣	٠	٠	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠
انفجار	٢	٢	٤	١	٠	٠	٥	١	٠	٠	٠	٠	٢	٢	٠	٠	٠	٠
اصطدام	٢٣	٢	١	٩	٦	٠	٢٧	٣	٢	٧	٠	٠	١٩	٣	٠	٠	١	٠
عدم التقيد بالمواصفات	١٦	١٦	١٢	٥	٦	٥	٦	٢٨	١٦	٩	٤	١١	٨	٣	٢	٢	٠	١
أخرى	١	٠	١٠	٤٨	٤٦	٤٧	١	٠	٥	٣٧	١٧	١٢	٠	٠	٠	٧	٩	٩
المجموع	١٤٢	١٠	١٧٤	١٨٥	١٦١	١٦٠	١١٢	٧٩	٨٥	٧٧	٦٥	٦٣	٥٣	٣١	٣٦	٣٢	٣٥	٤٥

جدول رقم (٨). عدد عمليات الإنقاذ والخسائر البشرية من المباني المنهارة في مناطق المملكة خلال الأعوام ٢١-١٤٢٦هـ [٨].

السنة / النوعية	العدد						الإصابات						الوفيات					
	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦
مبنى	٤٢	٢٨	٣٧	٦١	٢٨	٣٩	٤٣	٣٢	٢١	٢٥	٥	٣٠	٩	١١	٨	٦	٤	١٠
جدار	٣٨	٤٣	٧٢	٦٥	٦٢	٦١	١٨	١٤	٢٣	١٥	١٩	١٢	١٧	٦	١٩	٢	١٨	١٤
بئر	٢	٤	٦	٣	٤	٣	٥	٢	٦	٣	٠	١	٠	٢	٢	٣	٣	٠
سدود	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
مناجم	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
جسور وأنفاق	١	٠	١	٢	١	٢	٠	٠	٠	٣	٠	١	١	٢	٠	١	٠	٠
سقوف وأعمدة	٢٠	٢٢	١٠	٢٥	١٤	٢٠	١٢	٢٨	٢٥	٢	٧	١٤	٤	٣	٣	٣	١	٤
انزلاق ارضي	٩	٤	٩	٩	١٢	٧	٣	٣	٧	٠	٨	٢	٢	٣	٠	٠	٢	٢
أخرى	٣	٠	٩	٤٥	٤١	٣١	٢	٠	٦	٢٥	١٨	٧	١		٣	٨	٥	١٦
لمجموع	١١٥	١٠٢	١٨٠	١٧٤	١٦٢	١٦٣	٨٣	٧٩	٨٨	٧٣	٥٧	٦٧	٣٤	٣١	٣٥	٣٢	٣٣	٤٦

جدول رقم (٩). عدد عمليات الإنقاذ والخسائر البشرية من جراء المباني المنهارة في مناطق المملكة خلال الأعوام ٢١-١٤٢٦هـ[٨].

السنة / المنطقة	العدد						الإصابات						الوفيات					
	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦	١٤٢١	١٤٢٢	١٤٢٣	١٤٢٤	١٤٢٥	١٤٢٦
الرياض	١٦	٨	٣٣	١٥	١٢	١٨	١٦	٦	١	٣	٧	٤	٥	٥	٣	١	٨	٦
الشرقية	٨	١٥	٢٤	٢٦	٢٦	٣٥	١	١٥	٢٢	١٢	١٠	٢٧	٠	٣	٢	٤	٣	٦
مكة المكرمة	٥٧	٤٤	٧٥	٨٥	٦٣	٧٤	٢٠	٣١	٣٦	٣٤	١٨	١٩	١٥	٩	١٩	٩	١٧	٢٠
عسير	١١	٩	١٢	١١	٢١	٥	١٠	٦	١٠	١٠	١٣	٣	٦	٤	٣	٤	٣	٢
المدينة المنورة	٦	٤	٩	١٥	٨	٦	٢	١	٥		٠	٤	٠	١	٤	٠	٠	٣
القصيم	٣	٤	١٤	٦	١٢	٩	٦	٨	٠	١٣	٢	٧	٤	١	٠	٢	٠	٥
الباحة	٣	٠	١	٠	٠	١	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
نجران	٠	١	١	٢	١	٠	٠	٠	٢	٠	٠	٠		١	٠	٠	٠	٠
جازان	٧	٤	١	٨	١٢	٧	١٦	٠	٦	٠	٥	٢	٣	٢	٢	٠	١	٤
تبوك	٣	١	٣	٢	٣	١	١	١	٠	٢	٠	١	٠	١	١	١	١	٠
حائل	٠	٤	٣	٤	١	٣	٠	٣	٥	١	٠	٠		٢	١	١	٠	٠
الجوف	١	٤	٤	٠	٣	٢	٩	٤		٠	٠	١		٠		١	٠	٠
الحدود الشمالية	٠	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٤		٠	٠	٠		٣		٠	٠	٠
المجموع	١١٥	١٠٢	١٨٠	١٧٤	١٦٢	١٦٣	٨٣	٧٩	٨٨	٧٣	٥٧	٦٧	٣٤	٣١	٣٥	٢٣	٣٣	٤٦



شكل (٢). ملخص للأسباب التي تؤدي إلى حدوث عيوب في المنشآت[٦].

٣- الأسباب العامة لتصدعات وانهيار المباني

أصبحت مشكلة تصدع المنشآت الخرسانية بالمملكة العربية السعودية خاصة والوطن العربي والعالم بصورة عامة، من المشاكل الملحة التي يجب أن تتكاتف الجهود للوصول إلى معرفة أسبابها ومن ثم وضع الحلول الجزرية لحلها. ومن أهم أسباب تصدعات وانهيار المباني بشكل عام[٩-١٢] هي:

٣-١ قصور في دراسة تربة التأسيس

أ – انهيار التربة تحت الأساسات نتيجة عدم قدرة تحمل التربة، مما ينتج عنه سقوط جزئي أو كلي للمبنى.

ب – ظهور عيوب في المباني نتيجة التذبذب في منسوب ومحتوى المياه في التربة (المياه الجوفية، تسرب مياه من شبكات التغذية أو الصرف الصحي أو الري للحدائق...الخ).

ج – عمليات نزح المياه بطريقة خاطئة دون الأخذ في الاعتبار خلخلة التربة في أعمال الحفر.

د – عدم تدعيم جوانب الحفر بدعامات مما ينتج عنه تصدع المنشآت المحيطة بموقع الحفر.

هـ – أخطاء التنفيذ من حيث مكان القواعد أو منسوب التأسيس.

و – عمليات إحلال التربة إذا لم تنفذ بأسلوب ومواد مناسبة تحت الأساس وتدمك بأسلوب صحيح، فسوف تكون سبباً في تصدعات المباني وانهيارها.

ز – وجود أملاح أو مواد كيماوية ذات تركيز عال قد يؤدي إلى تغيير في خواص التربة مما يسبب تأثيراً مباشراً على سلامة الأساسات.

ح – تعرض المنشأ إلى اهتزازات من مؤثرات خارجية مثل حركة الماكينات، السيارات، دق خوازيق... الخ.

٣-٢ *أخطاء أو قصور في التصاميم والتفاصيل*

أ – أخطاء في الحسابات سواء بالنسبة للأحمال أو النظام الإنشائي.

ب – عدم صحة الافتراضات التي بني عليها التصميم.

ج – عدم أخذ الظروف البيئية المحيطة في الاعتبار مثل المواد ذات التأثير الضار على الخرسانة أو الرطوبة، الأبخرة الضارة، الملوحة... الخ.

د – نقل الإجهادات المفاجئة من قطاع إلى آخر بدون وجود تجهيزات ملائمة.

هـ – عدم وضوح تفاصيل اللوحات الإنشائية مثل: توزيع التسليح أو أشكال الأسياخ، تحديد الغطاء الخرساني المناسب.

٣-٣ سوء المواد المستخدمة

أ – قصور تصميم الخلطات الخرسانية بحيث لا تفي بالخواص المطلوبة لها في الحالة الطازجة والمتصلدة.

ب – استخدام مواد إضافية غير مطابقة للمواصفات أو غير مناسبة أو بكميات غير مناسبة.

٣-٤ سوء أو قصور في أساليب التنفيذ

أ – التخزين غير المناسب للمواد (أسمنت، حديد،...)

ب – عدم التقيد بتنفيذ الشروط المذكورة في كودات الممارسة.

ج – زيادة إضافة الماء على الخلطات الخرسانية.

د – التأخير في صب الخرسانة إلى ما بعد بدء زمن الشك.

هـ – عيوب في تصميم الشدات وعدم قدرتها على تحمل وزن الخرسانة الطرية.

و – أخطاء في حديد التسليح (قطره، وضع في مكان غير المطلوب،... الخ).

ز – هز أسياخ الأعمدة بشدة مما يؤدي إلى سقوط الكانات من أماكنها.

ح – استخدام أسياخ الحديد غير نظيفة والتي تعرضت لظروف تخزين سيئة.

ط – عدم الاعتناء بالخلطة الخرسانية أو عدم وضع أسياخ الحديد في مكانها المطلوب بطريقة سليمة.

ي – عدم معالجة الخرسانة بعد صبها.

٣-٥ عدم أخذ تأثير الحركة البينية لعناصر المبنى في الاعتبار

أ – شروخ نتيجة تمدد الأعضاء المختلفة وعناصـــرها المختلفة بالحرارة وانكماشها بالبرودة، مما ينتج عنها تصدعات ومن ثم انهيار العنصر.

٣-٦ حماية غير كافية للمنشآت

أ – غياب الحماية المناسبة أو غير الكافية للمنشآت مثل: الأعمدة، كمرات، الأسقف، حرائق وغيرها والمعرضة للظروف القاسية مثل الأجواء الساحلية، الأملاح في التربة،.... الخ، سوف يكون سبباً رئيساً لتصدعها ومن ثم انهيارها.

٣-٧ عدم صيانة المنشآت

أ – الصيانة الدورية للمنشآت مهمة جداً في الوصول إلى عمرها الافتراضي والمحافظة على ديمومة المبنى.

ب – سوء استخدام السكان للمرافق الصحية وعدم صيانتها.

٣-٨ تغير استخدام المنشأ

أ – تغير استخدام المنشآت عما صممت له وما يتبع ذلك من أحمال زائدة قد تكون سبباً رئيساً لانهيارها.

٢-٩ الكوارث الطبيعية

أ – عدم الأخذ في الاعتبار عند التصميم الهزات الأرضية، الرياح، الحرائق...الخ، قد يكون سبباً رئيساً لانهيارها.

٣-١٠ العمالة السيئة

أ – استخدام عمالة غير مؤهلة، مما ينتج عنه عيوب كثيرة في تنفيذ العمل الهندسي.

٣-١١ إدخال تعديلات على المنشأ خلال وبعد التشييد

أ – إجراء تعديلات في الهيكل الإنشائي للمنشأ خلال وبعد تنفيذه بدون الرجوع إلى الاستشاري المصمم مثل توسيع مساحات البلاطات، وإزالة بعض عناصر التحميل مثل الأعمدة مما ينتج عنه تصدعات وعدم سلامة المنشأ.

٣-١٢ شركات المقاولات والمكاتب الاستشارية

أ – عدم أهلية بعض المكاتب الاستشارية للعمل الهندسي مع الرغبة في الربح المالي فقط.

٣-١٣ فحص وتدقيق التصاميم الهندسية

أ – عدم وجود جهة مختصة ذات تأهيل عال مكلفة بفحص وتدقيق التصاميم الهندسية.

٤- مقارنة نظم الإنشاءات

لقد فطنت الدول المتقدمة إلى أهمية قطاع الإنشاءات وخطورته ووضعت له استراتيجية محكمة في كافة المراحل التي يمر بها المشروع وهي مرحلة الدراسة والتصميم، ومرحلة الإنشاء، ومرحلة الصيانة والتشغيل، بحيث يمكن من خلال تلك الاستراتيجية تجنب معظم الأخطاء التي قد تؤدي إلى تصدع أو انهيار المباني أو حتى التقليل من جـــودتها. ويتحقـــق هذا من تعام،،ل الإدارة (الحكومة) مع قطاع التشييد (Construction Industry) كما لو كان صناعة منتجة يخضع في جميع مراحله إلى مراجعة ومراقبة دقيقة مع التقيد بمواصفات المواد والمصنعية وضبط الجودة، والتقيد بقوانين المباني، والاشتراطات العامة للإنشاء في كل منطقة حسب ظروفها.

٤- ١ في الولايات المتحدة الأمريكية

يمكن باختصار شرح ما هو متبع في الولايات المتحدة الأمريكية بالنـــسبة للمباني والمهندسين والجهات الحكومية كما يلي[١٣]:

- **التصميم:** يشترط أن يكون المهنـــدس المـــــصمم مهندســـاً مهنيـــاً (Professional Engr.) وهذا اللقب يحصل عليه بعد عدة سنوات من الخبرة بعد

التخرج لا تقل عن ثلاث سنوات تحت إشراف مكتب استشاري معتمد، ثم يجتاز امتحاناً في مادة التخصص تضعه هيئة مختصة ملحقة بهيئة البناء والتشييد أو هيئة المهندسين. والأهم من ذلك أن المهندس المهني يتحمل مسئولية التصميم الذي ينتجه مسئولية كاملة فإذا حدثت أضرار نتيجة لتصميمه الخاطئ تقع عليه كافة المسئولية، ولذلك يستلزم عمله كمصمم أن يكون مؤمناً ضد مخاطر المهنة (Professional Liability) لدى إحدى شركات التأمين، ونتيجة لذلك تنشأ ضرورة حرص المهندس المصمم على تجنب الخطأ ومراعاة الدقة والمطابقة للمواصفات وأصول المهنة لأنه لو تكرر منه الخطأ فإن ذلك يسجل عليه ولا يستطيع بعد ذلك أن يحصل على بوليصة التأمين وبناءً عليه لا يستطيع مزاولة مهنته كمصمم مستقل.

- **تصريح البناء ومراجعة التصاميم ومتابعة التنفيذ:** بعد إتمام التصميم يقدم إلى البلدية لاستصدار التصريح بالبناء، وهناك يراجع التصميم مراجعة دقيقة من كافة النواحي وكل النظم الإنشائية والمعمارية والميكانيكا والكهرباء وبعد التأكد من صحته يعطي التصريح بالبناء وتبدأ البلدية بالإشراف الدوري على كل خطوة من خطوات التنفيذ لكي تتحقق من أن ما نفذ مطابق تماما لما تمت الموافقة عليه. ومثال لذلك لا يستطيع المقاول أن يقوم بصب خرسانة أي جزء إلا بعد مراجعة التسليح والأبعاد ومطابقة قوانين البناء من قبل مهندس البلدية من حيث التسليح وقوة الخرسانة وخلافه، فإذا ثبت مخالفة المقاول فإنه يؤمر بإزالة الجزء الذي تم صبه قبل الحصول على تصريح من مهندس البلدية.
- **المقاول:** يتعين على المقاول الذي يقوم بالتنفيذ أن يكون حاصلا على تصريح بمزاولة مثل تلك الأعمال المهنية. ولكي يحصل على التصريح يجب عليه اجتياز امتحان أصول المهنة والأمور الهندسية وقوانين المباني. والجهة

التي تقدم له الامتحان وتقيمه وتعطيه التصريح بمزاولة المهنة هي هيئة خاصة بالتصاريح ملحقة بحكومة كل ولاية، ويعطى التصريح بمزاولة المهنة كمقاول على ثلاث درجات أ، ب، جـ، ولكل درجة منها امتحان خاص بها كما يلي: (أ) مقاول عمومي لكافة الأعمال الهندسية (ب) مقاول متخصص في المباني فقط (ج) مقاول من الباطن لأداء عمل معين متخصص مثل أعمال الكهرباء أو أعمال الصحي أو أعمال اللياسة أو أعمال تركيب البلاط.... ولا يستطيع المقاول مزاولة أي من تلك الأعمال إلا بعد حصوله على تصريح من هيئة تصاريح المقاولين بعد اجتياز الامتحان الخاص بذلك حيث يعطى المقاول قائمة بالمراجع التي يجب عليه دراستها جيداً ليتقدم إلى امتحان الدرجة التي يرغبها.

- **التشغيل والصيانة:** بعد دخول المنشأ مرحلة الاستخدام فإن النظام يقضي بأن يكون للمباني الحكومية التابعة للحكومة الفيدرالية أو للولاية جهاز فني دائم مقيم في هذا المنشأ ضمن موظفيه يكون مسئولا عن أي مباني أخرى يزمع إنشاؤها ملحقة بهذا المنشأ الأساسي، وكذلك يكون هذا الجهاز مسئولا عن تشغيل وصيانة المنشأ وإصلاح كل ما يظهر من أعطاب أو أضرار. أما في حالة الملكية الخاصة فان المالك يمكنه الاستعانة ببعض الشركات المتخصصة في الأعمال الحرفية مثل الأعمال الكهربائية أو الصحية أو الميكانيكية وتقوم بأعمال الصيانة وفقا لطلب المالك.

٤-٢ *في العالم العربي والسعودية*

إذا تاملنا الوضع في المملكة العربية السعودية والدول العربية الأخرى وما يتم من إجراءات لتصميم وتنفيذ وصيانة منشآتنا، سواءً كانت حكومية أو أهلية، نجد أننا نتخلف عن الدول المتقدمة نتيجة للأسلوب المتبع في إنتاج المشاريع وكثرة ما به من ثغرات تدل على عدم إعطاء الحكومات هذا القطاع قدره من

الاهتمام والجدية مما يتناسب مع خطورته وأهميته. كما ساعد في القصور في هذا المجال عدم الاهتمام أو الإهمال وعدم الالتزام والولاء لأصول المهنة من قبل المهندسين، والتسيب في تطبيق اللوائح والقوانين، مع عدم وجود حسيب أو رقيب أو رادع لهذا التسبب [١٤]. ويمكن تلخيص ما هو متبع كما يلي:

- **التصميم:** يتم التصميم من قبل مكاتب استشارية في معظم الأحيان ولا يشترط أن يكون المهندس المصمم مهندساً مهنياً (Professional Engr.) أو مؤمناً ضد احتمالات أخطاء المهنة (Professional liability) لدى إحدى شركات التأمين، والاهم من ذلك أن المهندس المصمم لا يتحمل مسئولية التصميم الذي ينتجه مسئولية كاملة. ونتيجة لذلك ينشأ عدم حرص المهندس المصمم على تجنب الأخطاء، وعدم مراعاة الدقة والمطابقة للمواصفات وأصول المهنة، مع عدم وجود حسيب أو رقيب أو رادع لهذا التسيب.

- **تصريح البناء ومراجعة التصاميم:** بعد إتمام التصميم يقدم إلى البلدية لاستصدار التصريح بالبناء، وهناك يراجع التصميم مراجعة سطحية حيث يراجع فقط حدود التنظيم (البناء بالنسبة للشارع أو الجيران والارتفاعات والارتدادات والمناور، وموافقات المياه والصرف الصحي والدفاع المدني)، أما من ناحية السلامة الإنشائية أو الأساسات أو التصميمات الكهربائية أو الميكانيكية فلا ينظر إليها، لأنه لا يوجد من يراجع أو يحاسب على الأخطاء والتجاوزات (عدم وجود جهة متخصصة ذات تأهيل عال مكلفة بفحص وتدقيق التصاميم الهندسية). ولا يتحمل الاستشاري أي مسئولية اللهم إلا المسئولية الأدبية. ومن العبث أن تخرج تلك التصميمات إلى التنفيذ دون مراجعة واقعية. كما يمكن الإشارة هنا إلى ايجابية دور مجمعة التأمين العشرية في مصر حيث تتم مراجعة المباني من قبل مكاتب استشارية قبل صدور وثيقة التأمين على المباني.

- **المقاول:** التصميمات التي تم إعدادها بما فيها من أخطاء محتملة، متعمدة أو عفوية تطرح للتنفيذ، ويتقدم المقاولون ليوقعوا على عقد الإنشاء الذي ينص أحد بنوده على أن المقاول مسئول عن مراجعة التصميمات والتأكد من صحتها قبل البدء في التنفيذ. ولا يظهر بند المراجعة إلا إذا حدثت انهيارات أو تصدعات للمبنى أثناء إنشائه أو بعد استكماله وربما بعد استخدامه. ومما يزيد الوضع سوءًا أنه لا توجد أية قيود أو اشتراطات مناسبة لإعطاء التصريح لأي فرد لمزاولة مهنة المقاولات (مثال على ذلك: فإن أي مواطن يستطيع أن يفتح مؤسسة أو شركة مقاولات طالما أن لديه المقدرة المالية). لذلك أصبح هَم المقاولين الجدد هو الكسب السريع مع عدم تقدير المسئولية واحترام أصول المهنة واللامبالاة.

- **التشغيل والصيانة:** لا يوجد اهتمام فعلي بهذا الموضوع في معظم دول المنطقة، وقد يستثنى من ذلك بعض المنشآت الهامة مثل الفنادق والمطارات وبعض المباني الحكومية الحساسة. وفيما عدا ذلك نجد أن إهمال بند الصيانة والتشغيل وعدم تخصيص باب للإنفاق عليه يؤدي إلى تحويل كثير من المنشآت سواء كانت حكومية أو أهلية إلى مبان لا تليق بالمستوى الآدمي. وكثيرا ما يتسبب عدم الاعتناء بالمرافق إلى حدوث تسربات مياه أو صرف داخل المبنى أو إلى الأساسات ويؤدي ذلك إلى تشقق الأسقف أو إلى الهبوط غير المتساوي وتصبح عملية الترميم باهظة التكاليف لدرجة أنه غالبا ما يبقى الوضع على ما هو عليه بما يحتويه من أخطار.

٥- مقترحات لعلاج المشكلة

بناءً على ما سبق يتضح أنه لا بد من وضع نظام محكم متكامل يوضح الأسس والمسئوليات وحدودها كما يشتمل على العقوبات التي يتعرض لها كل مخالف أو كل مهمل في حق مهنته وحق الناس. وجدير بالذكر هنا أن الحلول

الجزئية لا تجدي في أصلاح الوضع، أي أنه لا يجدي مثلاً إصلاح مرحلة التصميم فقط مع ترك مرحلة التنفيذ ومرحلة الصيانة والتشغيل على ما هي عليه، فلا فائدة من التصميم الجيد الخالي من الأخطاء إذا كان المقاول مهملاً ولا يقدر المسئولية الملقاة على عاتقه. لذلك يقتُرح الأخذ بالتوصيات الآتية وبدون تحديد كقواعد واشتراطات عامه عرضه للإضافة والتنقيح لتحسين مسار إخراج المشروعات الإنشائية إلى حيز الوجود وحسن معاملتها أثناء استخدامها:

أولا: مرحلة التصميم

١- يجب أن يكون المهندس المصمم معتمداً من هيئة مهنية معتمدة وحاصل على شهادة مهنية في الهندسة (Professional Engr.) ومؤمناً ضد احتمالات أخطاء المهنة (Professional liability) كما يجب أن يكون مرتبطاً مهنياً بمكتب استشاري.

٢- يجب إنشاء جهات أو مكاتب هندسية متخصصة ذات تأهيل عال ومعتمدة من هيئة مهنية معتمدة تقوم بمراجعة التصميمات. بحيث لا يعتمد أي مشروع للتنفيذ إلا إذا حصل على موافقة أحد مكاتب المراجعة المعتمدة.

٣- يجب أن يتحمل كل من المكتب المصمم والمكتب المراجع مسؤوليته عن الأخطاء المهنية. ونظرا لضخامة قيمة المشاريع بالنسبة إلى الإمكانيات المادية للمكاتب الهندسية فيجب أن يحصل كل مكتب استشاري على وثيقة تأمين ضد الأخطاء المهنية تغطي حجم أعماله.

٤- يقترح إنشاء جهاز إداري من المهندسين ذوى الخبرة عن طريق الهيئات المهنية المعتمدة يتولى تنظيم وإدارة تصاريح المكاتب الاستشارية ومكاتب المراجعة، ووضع مواصفات واشتراطات كل منها، وتحديد التزامات وواجبات ومسئوليات كل منهما.

ثانياً : مرحلة التنفيذ

١- يجب وضع ضوابط وشروط لإعطاء تصاريح مزاولة مهنة المقاولات العامة بحيث لا يقوم بهذه المهنة إلا من هو كفؤ لها ومقدر لمسئولياتها. ومن هذه الشروط ضرورة معرفة القواعد الهندسية في مجال عمله (حصوله على شهادة بكالوريوس في الهندسة)، وأن يحصل على وثيقة تأمين تغطي نسبة من حجم أعماله أو قيمة رأس المال المدفوع.

٢- لا يقوم المقاول بتوقيع عقد الإنشاء إلا بعد تحديد المسئول عن الإشراف المستمر على التنفيذ من قبل المالك، وهذا المشرف على التنفيذ يكون مرتبطاً مهنياً مع احد المكاتب الاستشارية المؤمن عليها ويتحمل مسئولية الإشراف وما يعطيه للمقاول من تعليمات أو تعديلات أثناء التنفيذ.

٣- يتحمل المقاول مسئولية كافة الأخطاء أو المخالفات التي يقترفها أثناء التنفيذ ويتعهد بالتبليغ عن أي أخطاء قد يجدها في التصميمات.

٤- تقوم الإدارة التي تعطي تصاريح البناء بزيارات دورية للمشروع أثناء تنفيذه للتأكد من أن ما تم تنفيذه مطابق تماما للرسومات المعتمدة من ناحية النظام الإنشائي والأبعاد والارتفاعات والفتحات والردود ومطابقة كافة قوانين المباني في المنطقة، وتكون لهذه الإدارة صفة الضبطية القضائية عند اكتشاف أي مخالفة.

ثالثا: مرحلة التشغيل والصيانة

١- يقترح بالنسبة للمباني الحكومية والمباني العامة أن يتم تعيين مجموعة متكاملة تكون مسئولة عن صيانة وتشغيل المبنى وتتبع هذه المجموعة رئيس الإدارة الشاغلة للمبنى مباشرة حتى لا يتدخل الروتين أو يتسرب التلاعب إلى

عملها. وينطبق ذلك على المصالح الحكومية والمستشفيات ودور التعليم وما شابه ذلك.

٢- يجب في حالة الملكية الخاصة تشجيع الملاك على الاستعانة ببعض الشركات المتخصصة في أعمال الصيانة لعمل الصيانة الدورية لمنشآتهم.

رابعاً: مرحلة المراقبة

١- وجود هيئة مهنية معتمدة للإشراف على سلامة تنفيذ المباني ومطابقتها لشروط السلامة العامة.

٦- أهمية وجود هيئة مهنية معتمدة أو جهات أخرى

لتحقيق الأهداف المنشودة في البناء والتشييد كما جاء في البند السابق، يقترح إنشاء هيئة مهنية معتمدة تحت مظلة جهة حكومية متخصصة في هذا المجال، ويناط بها المهام والواجبات والأهداف التالية:

٦- ١ أهداف الهيئة

١- تطوير كود البناء السعودي ومتابعة تحديثه وتطبيقه بجميع أجزائه وملحقاته حسب المستجدات والمتغيرات العلمية والعملية.

٢- وضع سياسة إستراتيجية واضحة المعالم والحدود للبناء والتشييد بما في ذلك أعمال التصميم والتنفيذ والتصنيع والاستخدامات، والسلامة الصحية والعامة والمهنية والبيئية، وأعمال الصيانة والتشغيل.

٣- الإشراف والمراقبة على تنفيذ السياسة الإستراتيجية والتنظيمات والإجراءات الخاصة لمنح التراخيص والموافقات والتفتيش ومتابعة المخالفات.

٤- التنسيق مع الهيئات القضائية الشرعية والقانونية والإدارية وتشكيل اللجان المتخصصة لحل و البت في القضايا والمنازعات المتعلقة بالبناء والتشييد وتطبيق كود البناء السعودي وإصدار الأحكام اللازمة في ذلك.

٥- إجراء البحوث والدراسات التطبيقية والتطويرية وبناء قاعدة علمية والتنسيق مع الجهات المعنية المحلية والعالمية.

٦-٢ *مهام وواجبات الهيئة*

١- اعتماد سياسات حسن تنفيذ وأداء وسلامة المنشآت الخاصة والعامة ووضع الاشتراطات والمتطلبات الخاصة بالمواد وطرق التشييد والتشغيل والصيانة والتحقق من ذلك بتحديد الوسائل المناسبة لتطبيقها وتنفيذها من قبل الجهات والأفراد المرخص لهم.

٢- الترخيص والإشراف والتحكيم للتأكد من جودة أعمال الجهات والشركات والمكاتب الهندسية والاستشارية والمصانع والأفراد ذوى العلاقة بصناعة التشييد.

٣- وضع المعايير الخاصة بالصيانة الدورية والوقائية وسلامة معدات التشييد وطرق مناولة المواد وتخزينها.

٤- تشكيل لجان قضائية وقانونية وإدارية وفنية لمعالجة العقبات العادية والطارئة وإعداد التقارير الخاصة بالمخالفات ومتابعة تنفيذ توصياتها.

٥- تدريب وتأهيل الشركات والأفراد والقيام بإجراء الدراسات والبحوث في مجال مواد وتنفيذ وأداء وسلامة المنشآت بمختلف أنواعها.

٧- جهود مبذولة حالياً

هناك جهود حقيقة تقوم بها بعض الدول العربية ومنهـــا مـــصر والأردن والمملكة العربية السعودية لتطوير قطاع الإنشاءات[١٥]، على سبيل المثال الجهود المبذولة في المملكة العربية السعودية من قبل:

أ) اللجنة الوطنية لكود البناء السعودي، والكود حالياً في مرحلة الطباعة.

ب) هيئة المهندسين السعوديين في مجال الارتقاء بالمهنة وتأهيل المهندسين ووضع شروط ممارسة المهنة من قبل الأفراد والمكاتب.

ج) الجهات الحكومية لتصنيف المقاولين (وكالة تصنيف المقـــاولين فـــي وزارة الشؤون البلدية والقروية).

المراجع

[١] **وفا، فيصل فؤاد، و سمان، تميم عبد الهادي، و رادين، طلال عبد الملك**، تصدع المنشآت الخرسانية الناتج من صدأ حديد التسليح، دارسة حقلية ، *ندوة تصدعات المباني بالعالم العربي وكيفية معالجتها ، المملكة العربية السعودية، الرياض، ٢٦-٢٩ شعبـــــان ١٤١٢هـــ*، ص ص:١١٢-١٢١.

[٢] **الدرويش، إبراهيم علي، و الدرويش، علي إبراهيم**، *الخرسانة – موادها وصناعتها وخواصها وجودتها وترميمها*، الجزء الثالث، ١٤١٢هـــ، شركة الجلال للطباعة، جمهورية مصر العربية، ٦٥٠ صفحة.

[٣] **حواس، زكي**، *أمراض المباني – كشفها وعلاجها والوقاية منها*، ١٤١١هـــ، عالم الكتب، جمهورية مصر العربية، ٥٤٠ صفحة.

[٤] *مجلة الخرسانة العالمية*، دروس من الانهيارات الأوروبية، ديسمبر ١٩٧٩م، ص ص: ٢١-٢٥.

[٥] **شاهين، حمدي، و الابياري، شادية، و كمال، منير**، *التصدعات وتأسيس المباني القديمة*، تقرير فني بقسم الخرسانة المسلحة، الهيئة العامة للبحوث والبناء والإسكان، جمهورية مصـــر العربية، عام ١٤٢١هـــ، ٢٠٠ صفحة.

[٦] **حيطان، ماجد عبد الله وزملائه**، *مشاكل الخرسانة المسلحة وطرق إصلاحه*، مشروع تخرج لنيل درجة البكالوريوس، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة الملك عبد العزيز، ١٤١٦/١٤٢٧هـ، ١٧٥ صفحة.

[٧] **المديرية العامة للدفاع المدني، وزارة الداخلية، المملكة العربية السعودية**، *تقرير لجنة انهيار المباني تحت الإنشاء بالدفاع المدني، عام ١٤٢٧هـ*، ٤٥ صفحة.

[٨] **إدارة المعلومات الإحصائية، المديرية العامة بالدفاع المدني، وزارة الداخلية، المملكة العربية السعودية**، *إحصائيات المباني المنهارة، عام ١٤٢٧هـ* (١١ جدول).

[٩] **أبو المجد، شريف، و سلامة، عمرو، و كمال، منير، و الإبياري، شادية**، *تصدع المنشآت الخرسانية وطرق إصلاحها*، دار النشر للجامعات المصرية، جمهورية مصر العربية، ١٤١٢هـ، ٧٢٠ صفحة.

[١٠] **واكد، خليل إبراهيم**، *أسباب انهيارات المباني – طرق الترميم والصيانة*، الطبعة الأولى، ١٤١٣هـ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، جمهورية مصر العربية، ٢٨٠ صفحة.

[١١] **جمعة، حسين محمد**، *الشروخ والترميمات للمنشآت الخرسانية*، الطبعة الأولى، ١٤١٤هـ، مكتب أولاد عثمان للآلات الكاتبة وطباعة الأوفست، جمهورية مصر العربية، ٢٢٥ صفحة.

[١٢] **العابدين، حبيب زين**، *الحكم على سلامة المنشآت الخرسانية*، الطبعة الثانية، ١٤٢١هـ، شركة العبيكان للطباعة والنشر، الرياض، ٢٠٠ صفحة.

[١٣] **زغلول، علي الحسيني علي**، نحو الأسباب المباشرة وغير المباشرة لتصدعات المباني على المستوى المحلي والإقليمي وبعض التوصيات لتجنبها، *ندوة تصدعات المباني بالعالم العربي وكيفية معالجتها "، المملكة العربية السعودية، الرياض ٢٤-٢٦ رمضان ١٤١٢هـ*، ص ص: ٣٢- ٤٢.

[١٤] **أمانة مدينة جدة، وزارة الإشغال العامة، المملكة العربية السعودية**، *دليل أنظمة واشتراطات البناء في المملكة العربية السعودية*، ١٢٠ صفحة، عام ١٤٢٧هـ.

[١٥] **خليفة، مجدي محمد**، حول تطبيق كود البناء السعودي، *مجلة كود البناء السعودي*، العدد الأول، ص ٢٩، الرياض، ١٤٢٦هـ.

Causes of Cracks and Collapse of Buildings and their Prevention Methods

Tamim AbdulHadi Samman

Associate Professor, Civil Engineering Department, King Abdulziz University, Member of National Saudi Building Code Committee, Saudi Arabia

Abstract. The construction sector forms an important part of the national budget of all countries. The importance and seriousness of this sector increases in the developing countries where construction and development comprise a large part of the development and investment programs, and raising the standard of living of the people facing steady increase in population. In spite of large magnitude of spending on construction projects, the administrative system that surrounds the successive steps to transform project to reality is inadequate or not controlled or full of loopholes. This deficiency increases the possibility of errors and relaxation in applying specifications and quality control in the design and review phase, or its implementation and supervision or later in maintenance phase after completion and use of the project. All of the above may lead to cracks and collapse of some structures resulting in a lack of utilization of structures for the original purpose for which these were constructed resulting in wastage of time, money and effort without justification.

This paper discusses the causes of cracks and collapse of buildings in some western and Arab countries, including Saudi Arabia, supported by statistical data and presents precautions to reduce these causes.