Journal of Al Azhar University Engineering Sector
Vol. 11, No. 40, July, 2016, 1152-1164

كفاءة تطبيق قوانين الحماية من الحريق على المبانى التراثية

محمد أحمد محمود أحمد و أحمد مصطفى إبراهيم مبروك
قسم العمارة - كلية الهندسة - جامعة الأزهر

ABSTRACT

Heritage buildings are exposed to problems and difficulties associated with fire protection don't exist in new buildings, where it require fire protection approach, that provides comprehensive protection for both: occupants, building, and contents, and at the same time, without damaging character of the heritage building. In gereral.. there are two types of fire protection approaches: prescriptive-based approach, and performance-based approach, And according to these two approaches, prescriptive-based codes, and performance-based codes have been put. While the application of the provisions of prescriptive-based codes aren't sufficient or appropriate in dealing with problems and difficulties, that facing provide fire protection in heritage buildings, the application of the provisions of performance-based codes are the most appropriate way in dealing with these problems and difficulties, in order to achieve both: the comprehensive fire protection, and the conservation of heritage character. Hence.. the theme of this paper is to study the efficiency of application of the various fire protection codes on Heritage buildings. This paper bases on research methodology "descripitive, analytical, and comparative". This paper consists of three main parts: introduction, text, and conclusion / recommendations.

KEYWORDS : Heritage buildings – Fire Risk – Fire Protection - Prescriptive Based Codes - Performance Based Codes.

الملخص

تتعرض المبانى التراثية الى مشاكل وصعوبات، مُرتبطة بالحماية من الحريق، غير موجودة فى المبانى الجديدة، حيث تتطلب منهج حماية من الحريق، يقوم بتوفير الحماية الشاملة لكلاً من: شاغلين المبنى، والمبنى ذاته، ومُحتوياته الأصيلة، وفى نفس الوقت بدون الإضرار بطابع المبنى التراثى. وبشكلٍ عام.. يُوجد نوعين من المناهج التى توفر الحماية من الحريق؛ هما: المنهج الإلزامى (التقليدى)، والمنهج القائم على الآداء (غير التقليدى). وبناءاً على هذين المنهجين تم وضع قوانين الحماية من الحريق "الإلزامية" و "الآدائية". وفى حين أنه يُمكن تصميم المبانى الجديدة من البداية بشكل يُحقق إشتراطات القوانين "الإلزامية" بسهولة وبساطة، فإن تحقيق هذه الإشتراطات فى المبانى التراثية يكون أكثر صعوبة وتعقيداً. ويكون تطبيق إشتراطات القوانين "الإلزامية"، غير كافٍ أو مُناسب فى التعامل مع المشاكل والصعوبات، التى تواجه توفير الحماية من الحريق فى المبانى التراثية، وقد يضر أو يدمر الصفات التى تعطى المبانى ملامحها التراثية، بينما يكون تطبيق إشتراطات القوانين "الآدائية"، فى كثير من الأحيان، هو الطريقة الأكثر مُناسبة فى التعامل مع هذه المشاكل والصعوبات، من أجل تحقيق كلاً من: الحماية الشاملة من الحريق، والحفاظ على الطابع التراثى، معاً فى نفس الوقت.

وفى هذا السياق.. يتمثل موضوع هذه الورقة البحثية فى دراسة كفاءة تطبيق قوانين الحماية من الحريق، بأنواعها المُختلفة، على المبانى التراثية، التى أقيمت قبل وضع قوانين الحماية من الحريق. ولا تركز هذه الورقة البحثية على دراسة "مبانى تراثية" أو "قوانين حماية" خاصة بدولة مُعينة، بل تقوم بتناول الموضوع بشكل مفهومى عام، مع إمكانية الإستفادة من النتائج على المُستوى المحلى (المصرى).

وتعتمد هذه الورقة البحثية على المنهج "الوصفى، التحليلى، المقارن"؛ عن طريق الإستعراض النظرى لمفاهيم المبنى التراثى والحريق، وأسباب ونتائج الحريق فى المبانى التراثية، ومناهج وقوانين الحماية من الحريق، ثم التحليل والمقارنة لمناهج وقوانين الحماية من الحريق المُختلفة، من أجل تعيين كفاءة تطبيقها على المبانى التراثية.

وتتكون هذه الورقة البحثية من ثلاثة أجزاء رئيسية غير متساوية؛ هى: مقدمة تمهد للموضوع محل الدراسة، ومتن يوضح كافة جوانب الموضوع، ثم خاتمة تتضمن النتائج والتوصيات.

الكلمات المفتاحية
المبانى التراثية - خطر الحريق - الحماية من الحريق - القوانين الإلزامية - القوانين الآدائية.

1- المقدمة

منذ إكتشاف الإنسان النار، وهى تُعتبر عنصراً ضرورياً، فى وجود الجنس البشرى، وبقائه على قيد الحياة. وقد بدأ ظهور الحرائق منذ آلاف السنين، وساعدت الخبرة العملية والحوادث المأساوية الطويلة، على تطور أساليب "التعامل" و "الإحتواء" و "الوقاية" من الحريق.

ويُظهر التاريخ أن التفكير فى الحماية من الحريق، عن طريق وضع إشتراطات بنائية وقوانين، قد بدأ منذ العصور التاريخية المُبكرة؛ على سبيل المثال.. وضعت الحضارة الصينية، منذ عام 770 ق.م.، إجرآءات حماية بسيطة، للحماية من الحريق؛ شملت: إزالة المبانى الصغيرة، ونشر الطمى على المبانى الكبيرة، وعمل موانع صواعق (على شكل رأس تنين ذو لسان Dragon Head with a Tongue، مصنوع من سلك حديدى).[1] وبعد "حريق روما الكبير The Great Fire of Rome " الذى حدث فى عام 64م، وضع"الإمبراطور نيرون Emperor Nero"، أقدم قانون حريق رومانى؛ ينص على: زيادة إتساع الشوارع، وتقييد إرتفاع المبانى، وإستخدام مواد بناء مُقاومة للإحتراق (مثل: الحجر والطوب والخرسانة، بدلاً من الدعامات الخشبية)، ومنع الحوائط المُشتركة بين المبانى. كما أدى "حريق لندن الكبير The Great Fire of London"، الذى حدث فى عام 1666م، الى تكوين أول قانون بناء بريطانى، أُطلق عليه "قانون مبانى العاصمة Metropolitan Building Code"، وقد نشب - هذا - الحريق فى أحد المخابز، وإستمر لمُدة خمسة أيام، ودمر حوالى 80 % من مدينة لندن.[2]

ومع مرور الزمان.. وتطور الحضارة الإنسانية.. وتشييد المدن والمُجتمعات العمرانية الحديثة.. نمت قوانين الحماية من الحريق بشكل كبير؛ فى: العدد، والمجال، والمطالب، وتعددت جهات إصدارها؛ سواء من خلال: الهيئات الدولية، أو الدول، أو المدن (فى بعض الأحيان).

2- الحريق فى المبانى التراثية

يُعتبر الحريق هو أكبر المخاطر التى تُهدد المبانى التراثية، وهو لا يقتصر - فقط - على الأفراد الموجودة داخل المبنى، ولكن يشمل - أيضاً - عناصر ومُحتويات المبنى.

2-1- تعريف المبنى التراثى

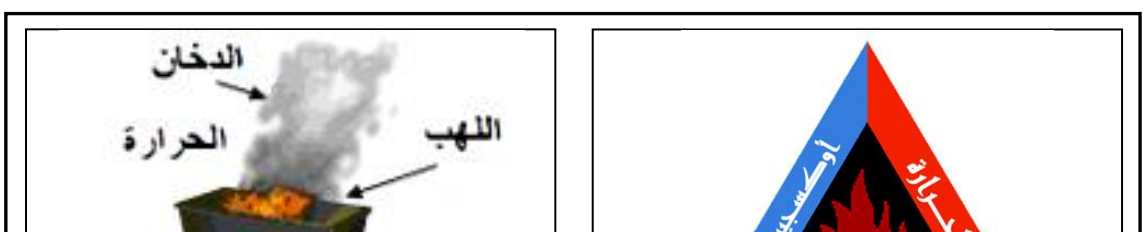
يُعرف المبنى التراثى بأنه: "عبارة عن مبنى أو مُنشأ، يتميز بقيمة تاريخية، أو رمزية، أو معمارية فنية، أو عمرانية، أو إجتماعية، أو تقليدية محلية".

وتجدر الإشارة الى أن المبانى التراثية - فى مصر - تنقسم الى نوعين؛ هما: المبانى الأثرية (التى يزيد عمرها عن مائة عام)، والمبانى القديمة ذات القيمة (التى يقل عمرها عن مائة عام). وتخضع المبنى التراثى الى أساليب تعامل خاصة، وفقاً لدرجة تصنيف المبانى التراثية. وتُصنف المبانى التراثية، وفقاً لأهمية القيمة التى تُميزها، الى ثلاثة فئات رئيسية؛ هى: مبنى تراثى فئة - أ (لا يُسمح فيه بإجراء أية تغييرات أو تعديلات داخلية أو خارجية، إلا فى أضيق الحدود)، ومبنى تراثى فئة - ب (يُسمح فيه بقدر من المرونة، فى عمل بعض التغييرات أو التعديلات الداخلية فقط)، ومبنى تراثى فئة - ج (يُسمح فيه بقدر كبير من المرونة، تصل الى الهدم مع الحفاظ على الهيكل أو الواجهة الخارجية فقط، وإعادة تأهيل أو إعادة بناء المبنى من الداخل كلياً).[3]

2-2- تعريف الحريق

يُعرف الحريق بأنه: عبارة عن تفاعل كيميائى، يحدث بسبب إتصال عناصر الإشتعال. وعناصر الإشتعال "Ignition Elements"؛ هى: المادة القابلة للإشتعال "Fuel"، والأكسجين "Oxygen"، والحرارة "Heat".[4] ويُطلق على عناصر الإشتعال الثلاثة "مثلث الإشتعال The Fire Triangle"؛ حيث يُمثل كل عنصر من عناصر الإشتعال، ضلع من أضلاع المثلث. أنظر شكل (1).

وينتج عن الحريق ثلاثة مظاهر رئيسية؛ هى: الدخان "Smoke"، والحرارة "Heat"، واللهب "Flame". بالإضافة الى مظهرين ثانويين؛ هما: الصوت "Sound"، والغازات "Gases".[5] أنظر شكل (2).



2-3- أهداف الحماية من الحريق

بشكلٍ عام.. تشمل أهداف الحماية من الحريق، واحدة أو أكثر من العناصر التالى [4]:

- سلامة الحـــــياة "Life Safety".
- حماية المُمتلكات "Property Protect".
- ضمان عدم حدوث الحريق - الذى سبَّب إجرآءات الحماية من الحريق - مرة أخرى Ensure that a fire "must never happen again".
- بالإضافة الى.. إستمرار القيام بالعمل "Continuity of Function"؛ بسبب أن تدمير بعض أصول المبنى الرئيسية فى الحريق، يُمكن أن يُؤدى الى التعرض لخطر تعطل عمل المبنى.

وفى المبانى التراثية.. يجب أن تشمل أهداف الحماية من الحريق، جميع العناصر السابقة معاً.

2-4- أسباب تعرض المبانى التراثية للحريق

نشأة الحريق يتطلب توفر عناصر الإشتعال الثلاثة (التى سبق إيضاحها)، وإنتشار الحريق يتطلب التقدم غير المُعاق، بين الفراغات المُجاورة لنقطة المنشأ، وهذين الأمرين موجودين فى المبانى التراثية.[6] وبشكلٍ مُفصل.. توجد العديد من الأسباب الشائعة، التى تجعل أغلب المبانى التراثية، مُعرضة لخطر الحريق؛ والتى يُمكن إيضاحها على النحو التالى [7]:

- إنخفاض مُقاومة إحتراق مواد البناء والتشطيب، فى المبانى التراثية القائمة، التى تحتوى - فى الغالب - على: مواد - بناء وتشطيب - مُتقادمة أو مُتحللة "Aging or Decaying"، ومواد قابلة للإحتراق "Combustible"؛ مثل الخشب.
- عدم توافر - أو كفاية - إجراءات الحماية من الحريق المطلوبة، فى العناصر المُرتبطة بالتصميم المعمارى، التى يُطلق عليها "إجراءات الحماية السالبة Passive Protection Measures"؛ مثل: عدم توفر مسالك هروب آمنة ومحمية، وبالتالى زيادة مسافة الإرتحال وزمن الإخلاء، وعدم توفر حيزات حريق بين الفراغات، وبالتالى سرعة إنتقال وإنتشار الحريق.
- عدم توافر شروط الحماية من الحريق المطلوبة، فى الفراغات البنائية التراثية الخاصة، التى تساعد - فى الواقع - على إنتشار الحريق بسرعة؛ مثل: تجويفات السقف غير المفصولة " Undivided Roof Voids"، والتجويفات البينية المُشتركة "Interconnecting Voids". وتشمل هذه التجويفات: أنابيب المداخن "Chimney Flues"، وآبار التهوية "Ventilation Shafts"، وآبار مصاعد الخدمة الصغيرة "Dumb-Waiter Lift Shafts".
- عدم توافر شروط الحماية من الحريق المطلوبة، فى التوصيلات (السلكية) الكهربائية القائمة، وإستمرار بعض المبانى التراثية - حتى الآن - فى إستخدام التوصيلات (السلكية) الكهربائية القديمة، التى لا تتفق مع معايير السلامة المُتبعة فى الوقت الحاضر، والتى يُمكن أن تؤدى الى حدوث عطل أو خلل كهربائى " Faulty Electrical".
- وُقوع بعض المبانى التراثية فى مناطق شديدة الإزدحام أو طرق ضيقة، بدون توفر مسالك وصول جيدة لفرق الإطفاء المُختصة.
- وُجود الكثير من المُحتويات - أو المُقتنيات - التراثية المصنوعة من مواد قابلة للإحتراق، التى تزيد حمل الحريق بشكل كبير؛ مثل: الأثاث "Furniture"، والمفروشات "Carpetings"، والمُعلقات "Hangings"، واللوحات "Paintings"، بالإضافة الى: الكتب القديمة "Old Books"، والمخطوطات الأصلية "Manuscripts"، والأزياء التقليدية "Traditional Costumes".

بالإضافة الي:

- وُجود أعداد كبيرة من الأفراد الزائرين، وفتح المبنى فى - الغالب - بشكل يومى لعامة الأفراد.
- ضعف مُستوى: الإدارة "Management"، والنظافة "House Keeping"، والصيانة "Maintenance".
- قلة الوعي بإعتبارات الحماية من الحريق، بين كلاً من: مُلاك المبنى، والمديرين، والعاملين، والزائرين.
- الخطر المُحتمل الحدوث بسبب سوء إستعمال المبانى التراثية "Misuse of Heritage Buildings"، وتوظيفها فى أنشطة لا تتناسب مع طبيعتها؛ مثل الورش والمصانع.
- الخطر المُحتمل الحدوث بسبب الأعمال الساخنة "Hot Works"؛ مثل: القطع واللحام (أثناء عمليات التجديد).
- الخطر المُحتمل الحدوث بسبب اللهب المكشوف "Open Fires"، والمداخن المعيبة " Detective Flues"، ومواد التدخين "Smoking Materials"، وغير ذلك.
- الخطر المُحتمل الحدوث بسبب العوامل الطبيعية؛ مثل: الصواعق "Lightning"، وإرتفاع درجة الحرارة "Overheating"، وغير ذلك.
- الخطر المُحتمل الحدوث بسبب الإهمال "Careless"، والإحراق العمدى "Arson".

ويُوضح جدول (1) أمثلة لبعض الحرائق الهامة، التى تعرضت لها المبانى التراثية، على مُستوى العالم، وأسباب حدوث هذه الحرائق.

إسم المبنى	الدولة	تاريخ الحريق	الخسارة المقدرة	سبب الحريق
مبنى المجمع العلمى	مصر	2011م	تدمير شبه كلى	الإحراق العمدى (أعمال شغب)
Schloss Ebelsbach	ألمانيا	2009م	3,5 مليون يورو	الإحراق العمدى
مبنى مجلس الشورى	مصر	2008م	إحتراق كامل للمبنى	خلل كهربائى (ماس كهربائى)
Castello di Moncalieri	إيطاليا	2008م	10 مليون يورو	أعمال التجديد
Québec Armory	كندا	2008م	100 مليون يورو	أعمال التجديد (الإضاءة)
Namdaemun Gate	كوريا الشمالية	2008م	20 مليون يورو	الإحراق العمدى
Georgetown Library	أمريكا	2007م	20 مليون يورو	أعمالا لتجديد (السقف)
St. Petersburg Cathedral Dome	روسيا	2006م	3 مليون يورو	أعمالا لتجديد (السقف)
Duchess Anna Amalia Liberary	ألمانيا	2004م	80 مليون يورو	خلل كهربائى (توصيلات خاطئة)
Motorcycle Museum	إنجلترا	2003م	20 مليون يورو	مواد التدخين (السجائر)
Lunéville Chateau	فرنسا	2003م	100 مليون يورو	خلل كهربائى
قصر المسافر خانة	مصر	1998م	تدمير معظم معالمه	الإحراق العمدى
Windsor Castle	إنجلترا	1992م	50 مليون يورو	وحدة إضاءة نقطية قريبة جداً من ستارة
Christianborg Palace Church	الدنمارك	1992م	7 مليون يورو	ألعاب نارية
Uppark House	إنجلترا	1989م	20 مليون يورو	أعمال التجديد (موقد لحام)

جدول (1) أمثلة لبعض الحرائق الهامة، فى المبانى التراثية، على مُستوى العالم.
(عن: www.masralarabia.com accessed June 2015 / Siemens, 2015, P. 10)

وبشكلٍ عام.. تمثل معرفة أسباب تعرض المبانى التراثية للحريق، أولى خطوات إيجاد الأساليب المُناسبة للحماية من الحريق (فى هذه النوعية من المبانى).

2-5- نتائج الحريق فى المبانى التراثية

فى حالة عدم التحكم أو السيطرة على الحريق، يُمكن أن يتسبب فى حدوث نوعين رئيسيين من النتائج؛ هما: النتائج المُباشرة، والنتائج غير المُباشرة، التى يحتوى كلٍ منهما على سلسلة من الأضرار والتأثيرات السلبية المُتصلة.

وتشمل النتائج المُباشرة كلاً من [2، 6]:

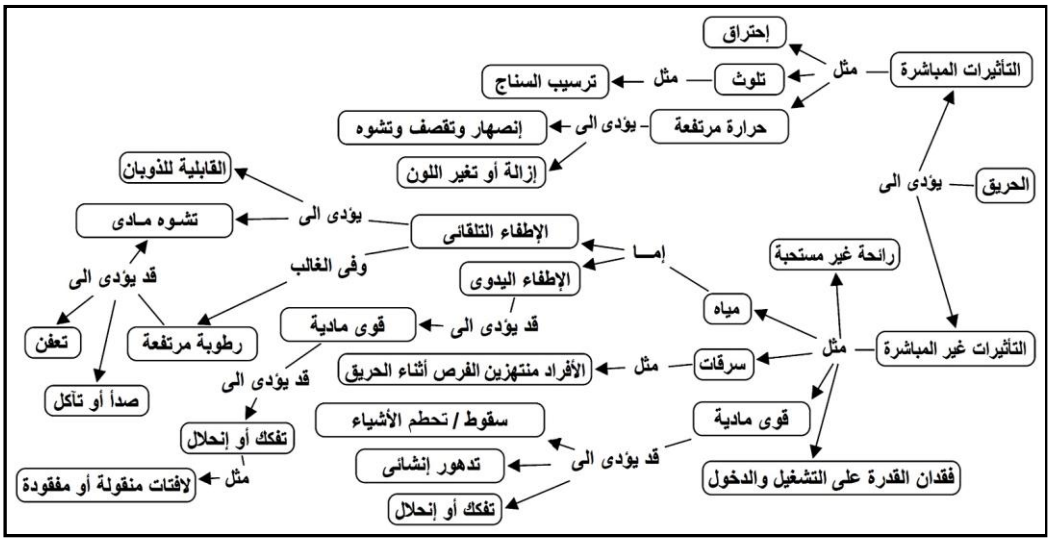
- وفاة أو إصابة الأفراد الذين لا يستطيعون الهروب؛ بسبب: الدخان، أو الغازات، أو الحرارة.

- تدمير المبنى ومُحتوياته، وغير ذلك من المُمتلكات المادية، بشكل جزئى أو كلى.
  - هيكل ومُحتويات المبنى القابلة للإحتراق: تصبح مُلوثة بالدخان، ومُسودة، ومُتفحمة، وأخيراً مُدمرة.
  - هيكل المبنى غير القابل للإحتراق: يُصبح ساخناً، وأخيراً مُعرض للخطر (بسبب: الإنصهار، والتمدد، والإنكسار).
- تدمير تذكارات "Reminders" لا يُمكن تعويضها، من التراث الإنسانى؛ حيث تقل أو تفقد القيمة والصفة الأصلية للأشياء المُتبقية بعد الحريق، بشكلٍ كبير.

بينما تشمل النتائج غير المُباشرة كلاً من [6]، [10]:

- ضرورة إغلاق المبنى، بشكل مُؤقت، أو بشكل دائم، وهو ما يُمكن أن يؤدى الى خسارة فى الدخل، أو - ربما - الإفلاس.
- إحتمال مُعاناة العاملين بالمبنى من صدمات نفسية كبيرة، بسبب رُؤية مكان عملهم يُدمر.
- الثمن الذى يدفعه المُجتمع؛ بسبب: تعطل المرافق والخدمات، وفقدان الأعمال والوظائف.

وبشكلٍ عام.. يُوضح شكل (3) سلسلة الأضرار والتأثيرات السلبية الناتجة عن حدوث الحريق.



شكل (3) سلسلة الأضرار والتأثيرات السلبية الناتجة عن حدوث الحريق. (عن: Jean Tétreault, 1995, P. 5)

3- مناهج الحماية من الحريق

السلامة المُطلقة من خطر الحريق، وعدم وُجود أى تهديد مُحتمل، هى مسألة مُستحيلة التحقق. لذلك.. فإن المعمارى غير مُطالب بتحقيق السلامة المُطلقة من خطر الحريق، ولكنه مُطالب بتقليل خطر الحريق الى "المستوى المقبول Acceptable Level".[9] وتُصنف المناهج المُتبعة لتحقيق الحماية من الحريق الى نوعين؛ هما: المنهج الإلزامى للحماية من الحريق، والمنهج القائم على الآداء للحماية من الحريق.

3-1- المنهج الإلزامى للحماية من الحريق

فى الماضى.. وفى أغلب الحاضر.. تم تحقيق الحماية من الحريق، عن طريق المنهج الإلزامى. ويُعتبر المنهج الإلزامى هو المنهج التقليدى للحماية من الحريق "Traditional Approach to Fire Safety". ومن الناحية التاريخية.. تم وضع قوانين الحماية من الحريق إستناداً الى المنهج الإلزامى.[4]

ويعتمد المنهج الإلزامى على فرض معايير وصفية ثابتة "Certain Prescriptive Standards" لعناصر حماية مُعينة "Certain Components".

وتشمل عناصر الحماية كلاً من:

- عناصر المبنى الحاملة (الإنشائية) Load Bearing Elements of The Structure
- الأسطح الداخلية والتشطيبات Internal Surfaces and Finishings
- حيزات الحريق وفواصل الحريق Fire Compartments and Separations
- الفتحات المحمية (بفواصل الحريق) Protected Openings
- مسافات الإرتحال والمسارات Travel Distances and Routs

ويُطلق على هذه العناصر "أنظمة الحماية السالبة Passive Protection Systems".[9]

وكذلك تشمل عناصر الحماية كلاً من:

- وسائل الوقـــاية الفنـــية (مثل: مُوقفات الحريق، وخوانق الحريق) Technical Prevention Means
- وسائل التحكم فى الدخـــان (مثل: حواجز الدخـان، ومنافذ الدخـان، وأنظمة التضغيط) Smoke Control Means
- وسائل الكشـــف والإنـــذار Detection and Alarm Means
- وسائل مُكافحـــة الحـــريق Fire Fighting Means
- أنظمة الطـوارئ الأخـرى (مثل: العلامات الإرشادية، ومصدر التيار الكهربائى البديل، وموانع الصواعق) Other Emergency Systems

ويُطلق على هذه العناصر "أنظمة الحماية الفاعلة Active Protection Systems".[9]

ويعيب هذا المنهج.. تقييد إختيارات التصميم أمام المعماريين، والحد من مرونة التصميم المعمارى، وهو ما يُؤدى الى: الإستياء من القانون، والبحث عن ثغرات أو طرق للإلتفاف حول القانون، نتيجة وجود تعارض بين كلاً من المُصممين المعماريين والجهات القانونية. كذلك يعيب هذا المنهج.. الإنفصال والتعارض - المُصطنع - بين مُتطلبات قوانين الحماية من الحريق (التى تهتم أكثر بسلامة الحياة)، وبين مُتطلبات جهات التأمين على المبنى (التى تهتم أكثر بحماية المبنى)، بسبب إختلاف أولويات الجهات القانونية وجهات التأمين.[9]

ومن ثَم.. فإن هذا المنهج يكون غير كافٍ أو مُناسب، فى توفير الحماية من الحريق، فى المبانى التراثية، نظراً لأنه قد يتطلب القيام بتغييرات أو تعديلات بنائية عنيفة (أو جائرة)، تتعارض مع مُتطلبات الحفاظ، على طابع المبنى التراثى؛ ومن أمثلة هذه التغييرات البنائية العنيفة: إضافة حيزات الحريق "Compartmentalization"، وإحاطة السلالم بحوائط "Enclosed Staircases"، وغير ذلك.[8]

3-2- المنهج القائم على الآداء للحماية من الحريق

فى الآونة الأخيرة.. وبعد ظهور طرق إختبار آداء عناصر الحماية من الحريق، حدث تغير فى المنهج الإلزامى الكامل للحماية من الحريق، بإشتراط تحقيق عناصر الحماية من الحريق "Items of Fire Defense" معايير الآداء المطلوبة "Required Performance Standard". ويُعتبر المنهج القائم على أساس الآداء طريقة بديلة للمنهج الإلزامى التقليدى، ويُمكن وصفه - أيضاً - بمنهج هندسة الحريق " Fire Engineering Approach".[9]

ويعتمد المنهج القائم على أساس الآداء على إستخدام إجرآءات بديلة وأدوات غير تقليدية، من أجل تقديم حلول مرنة لمشاكل تصميم السلامة من الحريق.[11]

والإجراء المُعتاد فى هذا المنهج يسعى الى "مُبادلة Trade-off" معايير عناصر حماية مُعينة، ينص عليها المنهج الإلزامى، ولكن يثبت صعوبة أو غلاء تطبيقها، بمعايير عناصر أخرى أكثر سهولة أو أقل تكلفة، وفى نفس الوقت تحقق مبدأ "التكافؤ Equivalency".[4] والتكافؤ بين تصميمين مُختلفين للسلامة من الحريق، يعنى أنهما يُحققان نفس مُستوى الحماية من الحريق، من خلال إجرآءات أو طرق مُختلفة؛ على سبيل المثال: زيادة الإهتمام بإجرآءات الهروب من الحريق، تُمكن المعمارى من إعطاء إهتمام أقل بإجرآءات مُكافحة الحريق، وكذلك زيادة إجرآءات منع حدوث الإشتعال، تتكافئ مع تقليل إجرآءات حصر وحجز الحريق.[9]

ويبدأ هذا المنهج: بتحديد أهداف الحماية من الحريق، الخاصة بالمعيار الإلزامى المطلوب (معايير الآداء)، ثم إعداد تصميم السلامة من الحريق (الحل البديل)؛ على أساس: تقدير خطر الحريق، وتحليل إمكانيات الحماية. وتقدير خطر الحريق، وتحليل إمكانيات الحماية، تكون إما "كيفية Qualitative" أو "كمية Quantitative". وتعتمد الأساليب الكيفية على رأى أهل الخبرة فى هذا المجال. بينما تعتمد الأساليب الكمية على أدوات تقييم تحليلية مُعقدة جداً.[9] وتكون الطريقة التفصيلية، لتحقيق أهداف الحماية من الحريق، متروكة الى خيال وإختيار المعمارى.[12]

مثال على هذا المنهج.. وضع تصميم للسلامة من الحريق، يهدف الى حماية الشاغلين من التعرض للإصابة أو الضرر، بسبب حدوث الحريق، أثناء إخلاء المبنى، دون الإعتماد على معايير مفروضة (معيارمسافة الإرتحال القصوى). وفى هذه الحالة تكون مُهمة المعمارى وضع أية حلول مقبولة، وإثبات أن هذه الحلول المُقترحة تحقق أهداف الحماية المطلوب. ويُمكن إيضاح نماذج من هذه الحلول المُقترحة على النحو التالى [13]:

- الحل الأول: وضع سيناريو حريق يُثبت عدم تعرض الشاغلين للإصابة أو الضرر، بسبب نواتج الحريق السامة (أول وثانى أكسيد الكربون، سيانيد وكلوريد وبروميد الهيدروجين، نقص الأكسجين)، ويتحقق ذلك بإثبات عدم وصول نواتج الحريق السامة الى قيمة تُسبب الإصابة أو الضرر، بإستخدام طريقة حساب الجرعة الفعالة التجزيئية "Fractional Effective Dose – FED".
- الحل الثانى: وضع سيناريو حريق يُثبت أن كل غرفة - أو فراغ - سوف يتم إخلائها من الشاغلين قبل أن يصل مُستوى الدخان والغازات السامة الى أقل من 6 أقدام (1,83 متر) فوق مُستوى الأرضية، بإستخدام برنامج حساب زمن الخروج الآمن للشاغلين.
- الحل الثالث: وضع سيناريو حريق يُثبت أن مُستوى الدخان والغازات السامة لن يصل الى أقل من 6 أقدام (1,83 متر) فوق مُستوى الأرضية، فى أى غرفة - أو فراغ - مشغول، دون الحاجة الى إخلاء الغرفة - أو الفراغ - من الشاغلين.. وغير ذلك من الحلول.

ويُميز هذا المنهج.. إتساع إختيارات التصميم أمام المعماريين، وزيادة مرونة التصميم المعمارى، بدرجة أكبر من المنهج الإلزامى، وهو ما يُؤدى الى الحفاظ على مُستوى الحماية المقبول، فى التصميمات غير المُعتادة وغير التقليدية، التى يُمكن - فى المُقابل - أن تكون مُقيدة، عند التطبيق الصارم لمُتطلبات المنهج الإلزامى.[12]

ومن ثَّم.. فإن هذا المنهج يكون أكثر مُناسبة، فى توفير الحماية من الحريق، فى المبانى التراثية، نظراً لأنه لا يتطلب القيام بتغييرات أو تعديلات بنائية مادية، يمكن أن تؤثر على طابع المبنى التراثى.

3-3- دور أدوات التقييم فى المنهج القائم على الآداء

تُساعد أدوات التقييم "Evaluation Tools" فى تطوير ومُراجعة وتدقيق تصميمات السلامة من الحريق، وإثبات أن الحلول المُقترحة تتوافق مع معايير المنهج الإلزامى، وتحقق معايير الآداء المطلوبة. وتشمل أدوات التقييم كلاً من: المُعادلات "Equations" والمُتلازمات أو العلاقات النسبية "Correlations"، والنماذج "Models"، التى تستخدم التحليل الهندسى والتنبؤ بالحريق والظواهر المُرتبطة به.[14]

ويُوضح جدول (2) بعض نماذج الحريق الحاسوبية، الموضوعة والمدعومة من خلال "المعهد القومى للمعايير والتكنولوجيا National Institute of Standards and Technology-NIST"، بأمريكا..

إسم النموذج	الإستخـــدام
برنامج مُحاكى ديناميكيات الحريق FDS (Fire Dynamics Simulator)	قياس تدفق وحركة الموائع (أى: الغازات أو السوائل)، الناتجة عن حدوث الحريق، مع التركيز على حركة الدخان والغازات.
برنامج النموذج المُوحد لإنتقال النار والدخان CFAST (Consolidated Model of Fire and Smoke Transport)	حساب توزيع كلاً من: الدخان والغازات والحرارة، فى جميع حيزات المبنى، أثناء حدوث الحريق.
برنامج تحليل أنظمة التحكم فى الدخان ASCOS (Analysis of Smoke Control Systems)	تحليل تدفق الهواء المُنتظم، لأنظمة التحكم فى الدخان، بهدف الحد من حركة الدخان بالمبنى، فى حالة حدوث الحريق.
برنامج الزمن المُتاح للخروج الآمن – الأساسى ASET-B (Available Safe Egress Time -Basic)	حساب درجة الحرارة وموقع طبقة الدخان الساخنة، فى غرفة - أو حيز - واحدة، مُغلقة الأبواب والنوافذ.
برنامج "تشغيل الكاشف - شبه الثابت"و" تشغيل الكاشف - مُربع الوقت" DETACT-QS (DETector ACTuation - Quasi Steady) & DETACT- T2 (DETector ACTuation - Time Squared)	حساب زمن تشغيل الأجهزة الحرارية أسفل الأسقف. ويستطيع البرنامج التنبؤ بزمن تشغيل: كواشف الحرارة، ورُؤوس وحدات الرش، المُعرضة لظروف حريق مُحدد المُواصفات.
برنامج "فايرديمـــند" FIRDEMND	مُحاكاة إخماد الحرائق فى حيزات المبنى، باستخدام رذاذ الماء.
برمجيات ووثائق "فبيتول" FPETool (Software and Documentation)	تقدير خطر الحرائق المُحتمل، وإستجابة أنظمة الحماية من الحريق.

جدول (2) بعض نماذج الحريق الحاسوبية. (عن: www.nist.gov accessed December 2015)

4- قوانين الحماية من الحريق

فى العادة.. يتحدد مُستوى الحماية المقبول من خطر الحريق، من خلال قوانين - أو أكواد - الحماية من الحريق. وقوانين الحماية من الحريق هى التى تضع الإشتراطات، التى تحقق السلامة من خطر الحريق فى المبانى. وتوجد العديد من - هذه - القوانين، سواء على المُستوى الوطنى أو الدولى، التى تختلف أو تتفق فيما بينها. وهى تُصنف - وفقاً لمنهج الحماية من الحريق - الى نوعين؛ هما: القوانين الإلزامية، والقوانين الآدائية.

4-1- القوانين الإلزامية

تعتمد القوانين الإلزامية على فرض معايير مُعينة فى التصميم، تحقق الحماية من الحريق؛ مثل: خصائص الإنشاء، والأبعاد والمساحات والإرتفاعات، وعدد وإشتراطات المخارج، والمسارات المحمية، ومسافات الإرتحال القصوى، دون النظر فى كيفية تحقيق هذه المعايير لأهداف الحماية من الحريق، ودون الأخذ فى الإعتبار الطبيعة الخاصة بكل مبنى.[12]

وتُوضع القوانين الإلزامية - فى الآساس - من أجل التطبيق أو الإستخدام العام، فى أغلب أنواع وإشغالات المبانى. كما أنها تهتم بتوفير مطلب سلامة الحياة، ووسائل الهروب الكافية، وليس حماية المُمتلكات. كما أنها تُطبق - أساساً - على المبانى الجديدة، وتكون قليلة التأثير على المبانى التراثية، نظراً لأن تعذر إجراء التغييرات المادية المطلوبة، سوف يُقلل من درجة فاعلية إشتراطات هذه القوانين. كما أنها تكون قليلة التأثير - أيضاً - على المبانى، عند إجراء تغيير جوهرى فى الإستخدام؛ مثل: تحويل المبنى العام الى فندق أو مسكن، وتقسيم المبنى الواسع الى أجزاء أو وحدات صغيرة.[15]

وتتميز القوانين الإلزامية بسهولة الفهم (من جهة المعماريين والمهندسين)، وسهولة المُتابعة (من جهة المُفتشين والمُراقبين)، وهذه السهولة هى مصدر قوتها. ويعيب القوانين الإلزامية الجمود وعدم مُراعاة قابلية التغيير والتكييف، التى يُمكن مُواجهتها فى الوقت الحاضر.

وتُصنف غالبية قوانين الحماية من الحريق بإعتبارها قوانين إلزامية؛ مثل: الكود المصرى لأسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لحماية المُنشآت من الحريق، الصادر عن المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء (بمصر)، وكود سلامة الأرواح "NFPA 101, Life Safety Code"، الصادر عن الرابطة القومية للحماية من الحريق (بأمريكا)، وغير ذلك.[11]

وفيما يلى بعض الأمثلة التى توضح مُتطلبات مسالك الهروب، من منظور القوانين الإلزامية [12]:

- تنص المُتطلبات الإلزامية، فى كود سلامة الأرواح (NFPA 101)، على أن مسافة الإرتحال فى المبنى الإدارى، المُزود بالكامل بنظام إطفاء تلقائى، التى لا تزيد عن (300 قدم) تكون مقبولة، بينما مسافة الإرتحال (300 قدم + 1 بوصة) لا تكون مقبولة.
- بالمثل.. تنص المُتطلبات الإلزامية، فى قانون البناء الدولى (IBC)، على وجود مخرج واحد فقط فى إشغالات التجمعات، التى لا يزيد حمل الإشغال فيها عن 49 شخص، بينما عند زيادة شخص واحد الى حمل الإشغال (السابق)، يجب وجود مخرجين إثنين.

4-2- القوانين الآدائـــية

تسمح القوانين الآدائية بإستخدام أية معايير أو أساليب فى التصميم، تحقق أهداف الحماية من الحريق، دون الإعتماد على معايير مفروضة.[12]

وتُشير القوانين الآدائية الى إمكانية إستخدام طرق بديلة مُتفق عليها؛ مثل: التحليلات الهندسية، والبرامج الحاسوبية، التى تُثبت التوافق مع أحد القوانين الإلزامية الحالية.[11]

وشهدت السنوات الأخيرة نمواً كبيراً فى علوم الحريق، وإنعكس ذلك - بالتبعية - على العمل المعمارى، ولم يعد المعماريين بحاجة الى الإعتماد - بشكل مُنفرد - على المعايير المفروضة فى التصميم، وأصبح بالإمكان إستنتاج حلولاً خاصة، مُعدة وفقاً للحاجة، تستفيد - بشكل كامل - من الملامح البنائية القائمة، مع الحد الأدنى من التغيير.[15]

ومن أمثلة قوانين الحماية من الحريق الآدائية:

- كود حماية الموارد الثقافية " NFPA 909, Code for The Protection of Cultural Resources"، الصادر عن الرابطة القومية للحماية من الحريق (بأمريكا).
- كود حماية المُنشآت التاريخية من الحريق " NFPA 914, Code for Fire Protection of Historic Structures"، الصادر عن الرابطة القومية للحماية من الحريق (بأمريكا).
- دليل المناهج البديلة لكود سلامة الأرواح " NFPA 101A, Guide on Alternative Approaches to Life Safety Code"، الصادر عن الرابطة القومية للحماية من الحريق (بأمريكا).
- طرق التوافق مع روح القوانين "BS5266-1 , Methods of Complying with The Spirit of The Regulations"، الصادر عن المعهد البريطانى للمعايير (ببريطانيا).
- كما أن العديد من قوانين الحماية من الحريق الإلزامية، أصبحت - الأن - تسمح بإستخدام الإشتراطات القائمة على أساس الآداء؛ مثل:
- كود الحريق الدولى "International Fire Code - IFC"، الصادر عن مجلس الكود الدولى (بأمريكا).

- كود الحريق المُوحد "NFPA 1, Uniform Fire Code"، وكود البناء والسلامة " NFPA 5000, Building Construction and Safety Code"، الصادران عن الرابطة القومية للحماية من الحريق (بأمريكا).
- ويتم الإشارة الى الإشتراطات القائمة على أساس الآداء - عادة - فى قوانين الحماية من الحريق، من خلال عبارات "الطرق والمواد البديلة Alternative Methods and Materials" أو "التكافؤ Equivalency". وتسمح هذه العبارات بإستخدام إجرآءات أو طرق أو مواد أو حلول، غير مذكورة أو موصوفة فى القوانين الإلزامية، بشرط المُوافقة على البديل، من سلطة تطبيق القانون.
- وفيما يلى بعض الأمثلة التى توضح نفس مُتطلبات مسالك الهروب، من منظور القوانين الآدائية [12]:
- تلبية المُتطلبات الآدائية، فى توفير مسافة الإرتحال القصوى المرنة، فى المبنى الإدارى، بالإعتماد على إستخدام وسائل تحافظ على "تحصين Tenability" ♦ وسائل الهروب، حيث يسمح التحصين بزيادة مسافة الإرتحال، لمسافة أطول - بكثير - من (300 قدم)، عند تخلص المبنى من مُشكلة: إنتقال الحرارة المُشعة، وطبقة الدخان الهابطة.
- تلبية المُتطلبات الآدائية، فى توفير المخارج المُتعددة، فى إشغالات التجمعات - أو أية إشغالات أخرى - بالإعتماد على إستخدام عناصر حماية من الحريق أخرى؛ مثل: زيادة عدد فواصل الحريق، أو زيادة درجة مُقاومة الحريق لهذه الفواصل، أو تدابير التحكم فى الدخان الناتجة، عن "تحليلات الهروب الموقوته Timed Egress Analyses".

3-4- العلاقة بين القوانين الإلزامية والقوانين الآدائـــية

تحتل القوانين الآدائية مكانة مُتميزة لم تصل إليها القوانين الإلزامية، ولكن هذا لا يعنى إقتصار الإعتماد على القوانين الآدائية بشكل كامل؛ حيث أن القوانين الآدائية مازالت تسمح بإستخدام القوانين الإلزامية، كما أن القوانين الإلزامية مازالت تحتوى على مُميزات غير موجودة فى القوانين الآدائية، والعكس صحيح. ومن ثَّم.. فإن التكامل بين القوانين الإلزامية والقوانين الآدائية هو الإتجاه الأفضل، من أجل تحقق أهداف الحماية من الحريق.[11] ويُوضح جدول (3) مُميزات وعيوب كلاً من القوانين الإلزامية والقوانين الآدائية.

النوع	القوانين الإلزامية	القوانين الآدائـــية
المميزات	▪ تقييم بسيط ومباشر، يمتثل مع معايير مُعينة ثابتة. ▪ لا تحتاج الى مستوى مرتفع من الخبرة الهندسية. ▪ لا تحتاج الى نماذج حاسوبية مُتطورة " Computer Models".	▪ وضع أهداف حماية واضحة، وترك وسائل تحقيق - هذه الأهداف - الى المصمم. ▪ تسمح بإستخدام حلول تصميم مُبتكرة أو مُستحدثة، تُلبى "معايير الآداء Performance Criteria". ▪ تسمح بتحقيق الفعالية الإقتصادية والمرونة. ▪ تُسهل إستخدام العلوم والمعارف الجديدة، عندما تكون مُتاحة. ▪ تعتمد على خصائص المبنى والشاغلين والأنشطة.
العيوب	▪ وضع معايير مُعينة ثابتة، بدون إيضاح أهداف حماية واضحة. ▪ تفترض عدم وجود سوى طريق واحدة، من أجل توفير الحماية من الحريق. ▪ تعقد بنية - هيكل وبنود - هذه القوانين. ▪ لا تسمح بإستخدام حلول تصميم مُبتكرة أو مُستحدثة. ▪ لا تشجع على إستخدام التصميمات الفعالة إقتصادياً "Cost-Effective Design". ▪ تعتمد على نوعية إشغال المبنى فقط.	▪ تحتاج الى التعليم والتدريب، بسبب قلة الفهم والإدراك، خصوصاً أثناء مراحل التطبيق الأولى. ▪ صعوبة تحديد مستويات الحماية الكمية "معايير الآداء Performance Criteria". ▪ صعوبة تقييم الإمتثال مع معايير مُعينة ثابتة. ▪ تحتاج الى نماذج حاسوبية مُتطورة، من أجل تقييم الآداء.

جدول (3) مُميزات وعيوب القوانين الإلزامية والقوانين الآدائية.
(عن: Kenneth E. Wood, P. E., 2000, Pp. 120-121)

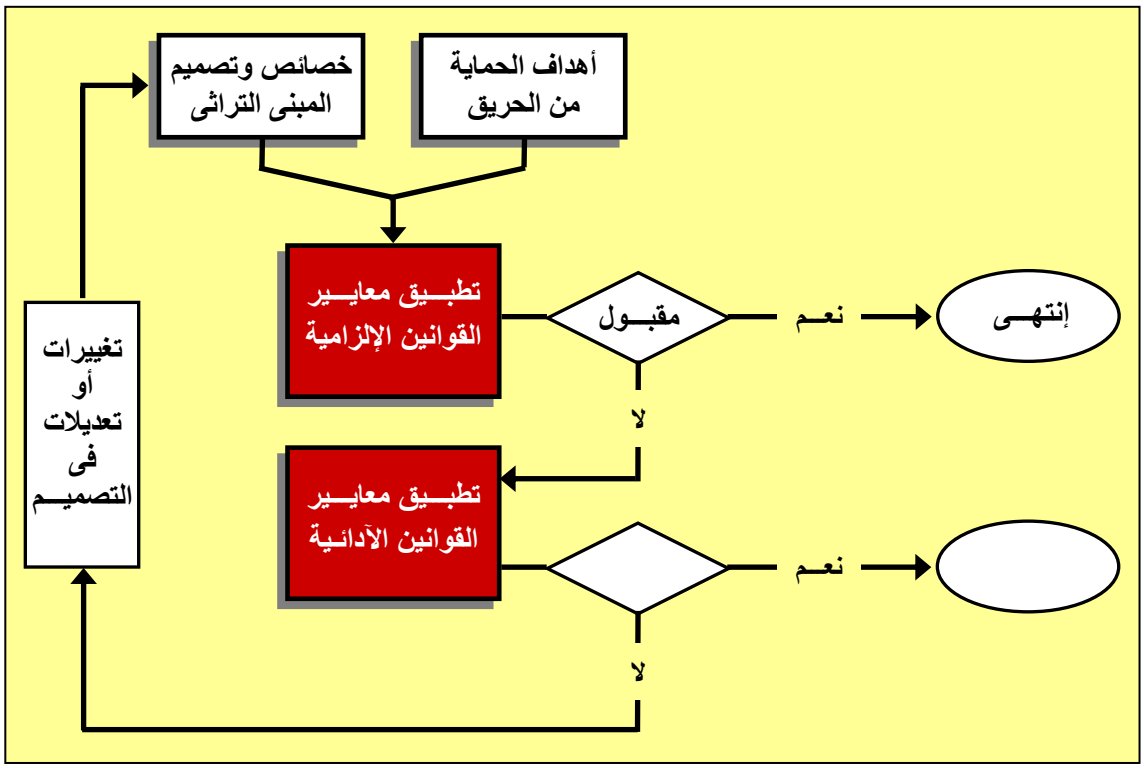
♦ **التحصين (Tenability)**: يُقصد به العوامل التى تبين قدرة الأفراد على الهروب من المبنى أثناء حدوث الحريق. وهذه العوامل تشمل: مدى الرؤية (Visibility)، ومستوى أول أكسيد الكربون (Carbon Monoxide Levels)، ودرجة الحرارة (Tempreature).

4-4- خطوات تطبيق القوانين الإلزامية والآدائــية على المبانى التراثية

يُمكن تحقيق أهداف الحماية من الحريق، فى المبانى التراثية، إعتماداً على التكامل بين القوانين الإلزامية والقوانين الآدائية، من خلال ثلاث خطوات مُتدرجة؛ هى:

- **الخطوة الأولى: تطبيق معايير القوانين الإلزامية:** تكون الأسبقية - فى البداية - لتطبيق القوانين الإلزامية، بالنسبة الى المعايير والإشتراطات: المُتوفرة بالفعل فى عناصر تصميم المبنى التراثى، أو التى يسهل تحقيقها فى عناصر التصميم، بدون التأثيرعلى طابع المبنى التراثى.
- **الخطوة الثانـية: تطبيق معايير القوانين الآدائــية:** بعد ذلك يتم تطبيق القوانين الآدائية، بالنسبة الى المعايير والإشتراطات: غير المُتوفرة فى عناصر تصميم المبنى التراثى، والتى يصعب تحقيقها فى عناصر التصميم (بسبب: أحوال المبنى القائمة، وطابع المبنى التراثى)؛ وذلك من خلال:
  - تقييم آداء عناصر تصميم المبنى الأصلية، بإستخدام حسابات ونماذج الحريق، وإثبات أن هذه العناصر تقدم مُستوى حماية مُكافئ - أو أفضل - من معايير القوانين الإلزامية.. ومن ثَّم مُوافقة السلطات القانونية المُختصة، على الحفاظ على تصميم المبنى الأصلى (على سبيل المثال: تقييم أدآء مسالك الهروب، غير المُتوافقة مع إشتراطات القوانين الإلزامية، فى العدد أو العرض).
  - فى حالة عدم إثبات عناصر تصميم المبنى الأصلية التكافؤ مع معايير القوانين الإلزامية.. يتم تغيير هذه العناصر بإجرآءات - أخرى - بديلة أو تعويضية، لا تؤثرعلى طابع المبنى التراثى، ويُمكن - أيضاً - تقييم آداء عناصر تصميم المبنى المُقترحة، بإستخدام حسابات ونماذج الحريق، وإثبات أن هذه العناصر تقدم مُستوى حماية مُكافئ - أو أفضل - من معايير القوانين الإلزامية.. ومن ثَّم مُوافقة السلطات القانونية المُختصة، على عناصر تصميم المبنى المُقترحة (على سبيل المثال: تغيير البنية الأصلية للمبنى، وإستعادة المظهر السطحى التراثى، على هيكل داخلى جديد/ مُعالجة مواد التشطيب القابلة للإحتراق بمُؤخرات إشتعال).

وأخيراً.. يُوضح شكل (4) خطوات تطبيق القوانين الإلزامية والأدآئية على المبانى التراثية.



شكل (4) خطوات تطبيق القوانين الإلزامية والأدآئية على المبانى التراثية (المصدر: من عمل الباحث).

5- الخاتمة

تنتهى هذه الورقة البحثية بعدد من النتائج الهامة، التى يمكن إيضاحها على النحو التالى:

- تتعرض المبانى التراثية لخطر الحريق، بشكل أكبر من المبانى الجديدة، بسبب مسائل مُتعددة؛ من أهمها: وجود مواد بناء وتشطيب مُنخفضة المقاومة للإحتراق، وعدم توافر أو كفاية إجرآءات الحماية السالبة،

وعدم توافر شروط الحماية من الحريق فى: الفراغات البنائية التراثية الخاصة، والتوصيلات السلكية الكهربائية القائمة، ووجود الكثير من المُحتويات المصنوعة من مواد قابلة للإحتراق، بالإضافة الى ضعف مُستوى الإدارة والنظافة والصيانة، وغير ذلك.

- تتطلب المبانى التراثى مُستوى مُرتفع من الحماية من الحريق، لا يقتصر على حماية حياة الشاغلين، بل يشمل - أيضاً - حماية المبنى ذاته، ومُحتوياته الأصيلة، وفى نفس الوقت لا يضر بطابع المبنى التراثى.
- تُصنف قوانين الحماية من الحريق - وفقاً لمنهج الحماية من الحريق - الى نوعين؛ هما: القوانين الإلزامية (التقليدية)، والقوانين الآدائية (غير التقليدية). وتهتم قوانين الحماية من الحريق الإلزامية، بشكل أساسى بسلامة الحياة، وليس حماية المُمتلكات، وتُطبق بكفاءة أكبر على المبانى الجديدة، وتكون قليلة التأثير على المبانى التراثية. بينما تهتم قوانين الحماية من الحريق الآدائية، بسلامة الحياة وحماية المُمتلكات، على حدٍ سواء، وتُطبق بكفاءة على جميع المبانى، الجديدة والتراثية.
- تُعتبر قوانين الحماية من الحريق الإلزامية أكثر بساطة ومُباشرة من القوانين الآدائية، بينما تُعتبر القوانين الآدائية أكثر دقة وشمولية من القوانين الإلزامية؛ بسبب إعتمادها على تحقيق معايير آداء مطلوبة، يتم إثباتها بإستخدام التحليلات الهندسية والبرامج الحاسوبية.
- تعتمد النظرة الواقعية لتحقيق الحماية من الحريق فى المبانى التراثية، على تحقيق التكامل بين القوانين الإلزامية والقوانين الآدائية؛ وذلك: بتطبيق القوانين الإلزامية بالنسبة للمعايير والإشتراطات المُتوفرة بالفعل - أو سهلة التحقق - فى المبنى، ثم تطبيق القوانين الآدائية بالنسبة للمعايير والإشتراطات غير المُتوفرة - أو صعبة التحقق - فى المبنى.

وتوصى الورقة البحثية بالأمور التالية:

- توجيه الإهتمام بإجراء الدراسات المعمارية المحلية، النظرية والعملية، الخاصة بتوفير الحماية من الحريق فى المبانى التراثية المصرية، عن طريق مناهج وقوانين الحماية من الحريق الأدآئية (غير التقليدية)، وسد النقص فى المكتبة المصرية فى هذا النوع من الدراسات.
- إدراج الإشتراطات القائمة على أساس الآداء فى "الكود المصرى لأسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لحماية المُنشآت من الحريق"، ويُفضل عمل كود أو دليل إرشادى خاص بحماية المبانى التراثية المصرية من الحريق، نظراً لما لهذه النوعية من المبانى من طبيعة ومُتطلبات خاصة.

المراجع

1. W.C. Fan, **Fire Safety Research of Historical Buildings in China,** Prceedings 5th AOSFST, Newcastle, Australia, 2001.
2. N.H. Salleh, & A.G. Ahmad, **Fire Safety Management in Heritage Buildings: The Current Scenario in Malaysia**, 22nd CIPA Symposium, Kyoto, Japan, 11-15 October, 2009.
3. اللجنة العلمية الفنية العليا، **أسس ومعايير التنسيق الحضارى للمبانى والمناطق التراثية وذات القيمة المتميزة**، الدليل الإرشادى (1)، الجهاز القومى للتنسيق الحضارى، وزارة الثقافة، القاهرة، مصر، الإصدار الأول، الطبعة الأولى، 2010م.
4. D. Rasbash, G. Ramachandran, B. Kandola, J. Watts, & M. Law, **Evaluation of Fire Safety**, John Wiley & Sons, Ltd, London, England, 2004.
5. Andrew Wilson, **Assessing Fire Risks and Steps Toward Mitigation**, Smithsonian Institution, American Museum of Natural History, 2005, < http: // www. museum-sos.org > accessed at April 2015.
6. Technical Conservation Research and Education Group, **INFORM: Information for Historic Building Owners**, Historic Scotland, Longmore House, Salisbury place, Edinburgh, Scotland, 2005.
7. Ingval Maxwell, **Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings - The Challenge Before Us**, Cost Action C 17 Report, Historic Scotland, Longmore House, Salisbury place, Edinburgh, Scotland.

8. Siemens, **Fire Protection in Historical Buildings and Museums: Detection, Alarming, Evacuation, Extinguishing**, Siemens Switzerland Ltd., Building Technologies Division, Switzerland, 2015.
9. Paul Stollard & John Abrahams, **Fire from First Principles: A Design Guide to Building Fire Safety**, E & FN SPON, London, U.K., Second Edition, 1995.
10. جون مولين، كورين جوخ، ترجمة: كمال بوكرزازة. دكتور، **الوقاية من الكوارث والخطط الإستعجالية**، سلسلة ترجمة معايير الافلا (IFLA)، الإتحاد العربى للمكتبات والمعلومات (اعلم)، الجزائر، 2013م.
11. هشام سعيد إسماعيل أحمد. مهندس، **توافق المبانى القائمة لمتطلبات الكودات الخاصة بالسلامة من أخطار الحريق (دراسة حالة المبانى التعليمية بجامعة القاهرة)**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر، 2012م.
12. James P. Begley, **Performance-Based Fire Safety Design: A New design Approach Provides Flexibility but Requires Facility Executives to Exercise Care in Planning Future Building Modifications**, U. S. A. 2005, < http: // www. Facilitiesnet.com > accessed at June 2015.
13. Ron Coté, P.E., & Gregory E. Harrington, P.E., **NFPA (101): Life Safety Code Handbook**, National Fire Protection Association, Massachusetts, U.S.A., 11th Edition, 2009.
14. Brian J. Meacham, **Concepts of a Performance-Based Building Regulatory System for The United States**, Society of Fire Protection Engineers (SFPE), Maryland, U.S.A., 1996.
15. Richard Forrest, **Strategic Fire Protection in Historic Buildings**, The Building Conservation Directory, Cathedral Communications Ltd., London, U.K., < http: // www. buildingconservation.com > accessed at April 2015.
16. Jean Tétreault, **Fire Risk Assessment for Collections in Museums**, Journal of the Canadian Association for Conservation (J. CAC), Volume 33, Canadian Association for Conservation of Cultural Property (CAC), Ottawa, Canada, 2008.
17. Kenneth E. Wood, P. E., **The Effect of Performance-Based Codes and Performance-Based Design on The Office of The Illinois State Fire Marshal**, The National Fire Academy, Chicago, U.S.A., October 2000.
18. < http: // www. ar. wikipedia. org > accessed at January 2015.
19. < http: // www. masralarabia.com > accessed at June 2015.
20. < https: // www.nist.gov > accessed at December 2015.