

FIRE RISK ASSESSMENT METHODOLOGY FOR UNPLANNED URBAN RESIDENTIAL AREAS BY GEO-DATABASES

Tarek Saeed Ismael^{1,*}, Mona Mahros Abdel Wahed¹, Nanis Abd El Monem¹

¹ Housing and Architecture Institute - Housing and Building Research Center (HBRC), Giza, Egypt.

*Corresponding author's E-mail: tarek.saeed@hbrc.edu.eg

Received: 5 April 2022 Accepted: 18 June 2022

ABSTRACT

It is assumed that urban fire risk management, prevention and mitigation are priority actions in the process of upgrading or re-planning of unplanned urban areas, especially that they are always densely populated, as Egypt. Due to the nature of urbanization in these areas and social conditions and economical for its residents, as severe damage was caused by many fires in it, although the classification of residential buildings is a low fire risk works.

All common fire risk assessment methods and fire codes focus on the building individually, and there is no agreed technique for urban fire risk assessment studies, although there are some trials made to study fire risk assessment at the urban level, but all of them are based the study of individual buildings using the methods indicated, so aggregate statistics to come up with the results of urban level assessment.

Through the proposed research hypothesis, and within the scope of the research work that was conducted, a new approach was developed to assess urban fire risks, depending on the urban characteristics of unplanned urban areas, and other characteristics. By the simple method for risk, assessment approved by UNISDR based on the precise conditions and characteristics of these areas that affect of urban fire hazards and its assessment by Geo-databases technology.

منهج تقييم مخاطر الحرائق بالمناطق الحضرية غير المخططة بواسطة قواعد البيانات الجغرافية

طارق سعيد إسماعيل^{1,*}، منى محروس عبد الواحد¹، نانيس عبد المنعم محمد¹

¹ معهد العمارة والإسكان، المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، الجيزة، مصر

البريد الإلكتروني للمؤلف الرئيسي: tarek.saeed@hbrc.edu.eg

المخلص

يُفترض أن إدارة مخاطر الحريق بالمناطق الحضرية والوقاية منها والتخفيف من حدتها هي إجراءات ذات أولوية في إطار عملية تأهيل أو إعادة تخطيط المناطق الحضرية غير المخططة، ولاسيما أنها دائما ذات كثافة سكانية عالية كما هو الحال بمصر، فبسبب طبيعة العمران المتهالك لهذه المناطق وما يصاحبها من ظروف اجتماعية وإقتصادية خاصة بسكانها فقد حدثت الأضرار الشديدة جراء العديد من الحرائق بالمناطق الحضرية بها، وهذا بالرغم من تصنيف المباني السكنية بأنها إشغالات خفيفة الخطورة.

وطرق التقييم الشائعة لمخاطر الحريق والاكواد الخاصة بحماية الارواح منها جميعها تخص المبنى منفرداً ولا يوجد منهج عالمي معتمد يختص بدراسات تقييم لمخاطر الحريق بالمناطق الحضرية، بالرغم من وجود بعض المحاولات التي قُدمت لدراسة تقييم أخطار الحريق علي المستوي الحضري إلا أن جميعها يقوم علي دراسة المباني بصورة منفردة بالأساليب المشار إليها لاحقاً، ومن ثم إجراء الإحصائيات التجميعية لها بغرض الخروج بنتائج تُوصيف أخطار الحريق على المستوي الحضري.

من خلال الفرضية البحثية المطروحة، وفي نطاق العمل البحثي الذي تم إجراؤه، تم تطوير منهجية جديدة لتقييم مخاطر الحرائق بالمناطق الحضرية، اعتماداً علي كل من الخصائص العمرانية للمناطق الحضرية غير المخططة، والخصائص الاجتماعية والإقتصادية لقاطنيها بناءً علي الأسلوب البسيط لتقييم الأخطار والمعتمد من مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث UNISDR وتأسيساً علي الظروف والخصائص الدقيقة لهذه المناطق والتي تؤثر علي ظاهرة أخطار الحريق بالمناطق الحضرية وبواسطة قواعد البيانات الجغرافية.

الكلمات المفتاحية: تقييم أخطار الحريق – الحرائق بالمناطق الحضرية – الحضر غير المخطط – قواعد البيانات الجغرافية

١. المقدمة

أظهرت العديد من الدراسات العالمية أن النسبة العظمى لحالات الحريق تحدث في المباني السكنية أو العامة وهي تتراوح بين ٧٠-٧٥٪ من إجمالي حوادث الحريق، ويبلغ عدد الضحايا في هذه المباني من ٨٥-٩٠٪ من إجمالي الضحايا، كما أن أكثر من ٨٠٪ من حالات الحريق ناتجة عن إهمال شخص قد تسبب في الحريق، ولا تزال كوارث الحريق واقعاً مستمر [1]. ومما لا شك فيه أن هذا الأمر يتفاقم وتزداد مخاطره في حالة مباني المناطق غير المخططة بالدول النامية بسبب الكثافات السكانية المكتظة، فمصر مثلاً نجد أن مساحة المناطق غير المخططة بها تبلغ حوالي ٦٧٥,٥٠ كم^٢ أي ما يمثل ٣٨,٦٪ من إجمالي مساحة الحضر، ويقطن ما يزيد عن ٣٣,٨٠ مليون نسمة بهذه المناطق التي تنتشر في ٢٢٦ مدينة من إجمالي ٢٣٤ مدينة، ولا شك من تزايد أخطار الحريق كلما زادت مساحات هذه المناطق [2]، بالإضافة إلى عدم توافر الإحصائيات الخاصة بظاهرة الحرائق بالمناطق الحضرية.

فتدهور المنشآت والكثافة العالية للمباني بالمناطق غير المخططة والمواد القابلة للاحتراق الموجودة في العناصر الإنشائية التقليدية لمباني البناء القديمة، وعشوائية البناء، وإنتشار المباني الشاغرة والمتهالكة التي تستخدم كمخازن، ووجود تركيبات كهربائية قديمة مع نقص الصيانة، تعتبر من أهم الأسباب الرئيسية لخطر الحريق في هذه المباني، وضعف وتهالك البنية التحتية والخدمات والشوارع والطرق بها فضلاً عن ضيق عروضاها وما إلى ذلك مما يساعد في سهولة ودعم اشتعال الحرائق المحتمل حدوثها ومن ثم إنتشارها إلى ما يجاورها من مباني أخرى إنتقالها بين أدوار المبنى الواحد، والشواهد علي ذلك كثيرة ولعل أشهرها ما حدث في حريق منطقة الموسكي بمدينة القاهرة عام ٢٠١٩م [3] شكل رقم (١).

وقديماً كان حريق القاهرة عام ١٩٥٢م الذي أنتشر بمنطقة وسط البلد أو منطقة الأعمال الأهم آن ذاك من الأحداث البارزة في مصر والذي أثر بشكل قوى علي الإقتصاد المصري بسبب أهمية تلك المنطقة في ذلك الوقت [4]، والشكل رقم (١) يوضح بعض أشكال إنتشار الحرائق والآثار التدميرية للمباني ذات القيمة التي خلفتها هذه الواقعة. وعالمياً هناك العديد من الأمثلة علي حرائق مدمرة لها عواقب وخيمة إقتصادية وتراثياً مثل حريق لندن الكبير في عام ١٦٦٦، وحريق شيكاغو عام ١٨٧١، الأشهر في حرائق الحضر للذان أديا إلى انهيار كلتا المدينتين مع إحداث خسائر إقتصادية وبشرية جسيمة [3].

٢-١ الإشكالية البحثية:

إن العديد من منهجيات تقييم مخاطر الحرائق المتاحة حالياً، والتي قد تم تطويرها لتقييم المبنى منفرداً وبخاصة الجديدة منها، ولعل ذلك يرجع إلى أن هذه الطرق ليست متوافقة بشكل كامل مع المباني القديمة ولا يصلح تطبيقها علي مستوى المناطق العمرانية المشيدة، وكما أن الأكواد العالمية الرائدة الخاصة بحماية المنشآت من أخطار الحريق تركز بشدة علي حماية المبنى أو المنشأ ذاته من الحريق ولم تهتم بصورة كافية بتأمين وسلامة المنطقة العمرانية ككل من أخطار الحريق المحتمل الحدوث وما يتبعه من خطر إنتشار الحريق [3]، ومن ثم فلا شك أن تقييم أخطار الحريق بالمناطق غير المخططة تحتاجه الدول النامية بدرجة ملحّة بسبب كثرة إنتشار هذه المناطق، الامر الذي يدعو لعمل منهج تقييم أخطار الحريق علي مستوى المناطق الحضرية والذي يعتبر أحد الدعام الرئيسية لإتمام دراسات مشاريع الإرتقاء لهذه المناطق أو مشاريع إعادة تخطيطها.

٣-١ الهدف:

تهدف هذه الدراسة بشكل أساسي إلى تطوير منهج داعم لتحديد درجات أخطار الحريق بإسكان المناطق الحضرية غير المخططة بواسطة قواعد البيانات الجغرافية وبما يتلائم مع خصائص هذه المناطق، والذي يمكن دورها أن تساهم في دراسات تأمين وسلامة المناطق الحضرية بمشروعات التأهيل أو إعادة التأهيل للمناطق الحضرية غير المخططة. ووصولاً لهذا الهدف يلزم تحديد المتغيرات المؤثرة علي مصادر الحريق وإنتشاره بهذه المناطق، تصميم قاعدة بيانات جغرافية تتوافق مع هذه المتغيرات، وتصميم النموذج الرياضي المناسب لتحديد درجة أخطار الحريق بهذه المناطق.



صور متعددة لحريق منطقة الموسكي بالعتبة - القاهرة عام ٢٠١٩



بعض صور لحرائق القاهرة عام ١٩٥٢

شكل رقم (١) بعض صور للحرائق حديثاً وقديماً لبعض أحياء القاهرة [4]

٤-١ الفرضية البحثية:

تفترض الدراسة وجود عوامل تقييم لأخطار الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة تختلف عن غيرها بالمناطق المخططة وتتوقف علي خصائصها المتنوعة، وعليه فمن اللازم بناء منهج لتقييم أخطار الحريق خاص بالمناطق غير المخططة يتوافق مع خصائصها وطبيعتها.

٥-١ المنهجية البحثية:

بدأت الدراسة بمنهج أستقرائي لأدبيات كلا من مخاطر وأخطار الحريق، والمناطق الحضرية غير المخططة للخروج بالمتغيرات ذات الصلة بحوادث الحرائق بهذه المناطق، ومن خلال مقابلة ومناقشة مسؤولي الحماية المدنية المختصين باللجنة الدائمة لكود الحريق المصري، قد تم ضبط واستكمال هذه المتغيرات بالشكل الوارد بالبحث. ونظرا لعدم توافر بيانات إحصائية لحوادث الحرائق بمصر، فقد لجأ البحث إلى المنهج الوصفي لتحديد قيم رتبة (عددية) للمتغيرات من خلال الأسلوب الاحصائي الخاص بتحليل الرتبة (Ranking Analysis) بحيث تعبر هذه القيم عن درجة خطر الحريق للمتغيرات ذات العلاقة

ثم عمد البحث إلى تصميم وبناء قاعدة بيانات جغرافية متوافقة مع طبيعة تلك المتغيرات بعد تحديد قيم كل منها حسب درجات تأثيرها (the Domains) بواسطة إستخدام النموذج العقلي (Conceptual model) ومن ثم النموذج المنطقي (Logical model). وبواسطة قاعدة البيانات الجغرافية الناتجة وتأسيساً علي الأسلوب البسيط لتقييم الأخطار المعتمد بمكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث UNISDR فقد تم إنشاء نموذج رياضي لتقييم أخطار الحريق بهذه المناطق.

٦-١ تعاريف ذات صلة

خطر الحريق (Fire Hazard): يُعرف خطر الحريق علي أنه الحالة أو العملية أو المادة أو الوضع الذي يمكن أن يتسبب في نشوب حريق أو إنفجار، أو يزيد من حمل الحريق فيعمل على زيادة شدته أو إنتشاره أو يزيد من درجة الإنفجار، أو جميع ذلك بحيث تشكل تهديداً علي حياة الأفراد أو الممتلكات [5]

مخاطر الحريق (Fire Risks): هي إمكانية حدوث نتيجة غير مرغوب فيها في حالة حريق غير متعمد (غير مؤكد)، حيث تكون إمكانية النتيجة غير المرغوب فيها دالة لثلاثة عوامل: (١) خسارة أو ضرر لشيء ذو قيمة، (٢) الحدث أو الخطر الذي قد يتسبب في الخسارة أو الضرر، (٣) إصدار حكم حول احتمال حدوث الخسارة أو الضرر [6].

الحريق التعرضي (Exposure Fire): حريق يبدأ في مكان معين ثم ينمو وينتشر ليلحق بفراغ أو مكان آخر آمن أو محمي ضد الحريق يبعد عنه. والتعرض للحريق مصطلح يشير عادةً إلى حريق يبدأ خارج المبنى، مثل حريق الغابات أو حريق السيارة، أو حريق مبنى مجاور وبالتالي يعرض ذلك المكان للحريق [5].

الضعف (Vulnerability): هو حالة أو جودة المنشأ أو الظروف المحيطة به التي تعمل علي زيادة تأثير خطر الحريق التعرضي عليه، في حالة نشوبه حريق غير متعمد بالجوار [3].

المعدل المرجعي لخطر للحريق Fire Risk Reference Factor: هو المستوى المقبول من مخاطر الحريق (Acceptable)

(or Tolerable Risk Level) المحتمل حدوثها للأفراد والممتلكات أو الخسائر والأضرار الملحقة بهما جراء حدوث حريق غير متعمد بالمنشآت ذاتها أو بالجوار [3].
الفتحة غير محمية (وذلك فيما يتعلق بالحوائط الخارجية للمبني): هي أي فتحة باب أو نافذة أو أي فتحة أخرى، أو أي جزء من الحائط الخارجي تقل مقاومته للحريق عن مقاومة الحريق المطلوبة للحوائط الخارجية [7].

٢. مصادر الحرائق وأسباب إنتشارها بمباني المناطق الحضرية

ينشأ الحريق وينتشر لأسباب عديدة وقد يستمر بسبب عدم اكتشافه فور حدوثه ويرجع ذلك إلى مكان الحريق أو عدم وجود أنظمة الكشف أو وسائل الإطفاء المناسبة بالمباني، أو ربما كان هناك تأخير في أخطار إدارة الإطفاء، ويمكن أن تكون الظروف الجوية أو المواد التي توفر حمل حريق قد تساهم في الإنتشار. مهما كانت الظروف ومهما كان السبب، فمن المرجح أن تكون الحرائق ذات إنتشار كبير يمتد إلى مباني أو مناطق مجاورة، ويمكن أن تؤدي إلى إصابات إضافية ووفيات وخسارة مادية جسيمة كما هو موضح في العديد من الدراسات أن الأضرار من إنتشار الحريق يسبب معدلات خسارة أعلى بكثير من خسائر المصدر ذاته [8].

وقد أظهرت الدراسات السابقة والمتابعة لمركز بيانات الحرائق بالولايات المتحدة الأمريكية (U.S. Fire Administration National Fire Data Center -) أن الأضرار التي يسببها الخطر التعرضي للحريق يمكن أن تكون خسائره أكبر من خسائر المبنى الذي يمثل مصدر الحريق ذاته، حيث أثبتت هذه الدراسات أنه عندما تكون حرائق المنشآت هي مصدر حرائق التعرض، فإن لها معدلات أعلى في الخسائر من أي مصدر حريق، فتأثير الحرائق بالمباني المجاورة للمبنى الذي يمثل مصدر الحريق تكون خسائرها في الأرواح أكثر من سبعة أضعاف معدل الوفيات بهذا المبنى ذاته، وحوالي خمسة أضعاف معدل خسارة الممتلكات، وأكثر من أربعة أضعاف معدل الإصابات. كما أثبتت أنه يمكن أن يكون التعرض للحريق داخلياً أو خارجياً، فالتعرضات الداخلية تكون بالممتلكات، مثل غرفة أو أرضية المبنى، أما حالات التعرض الخارجي فتشمل المباني والمركبات والأشياء الخارجية مثل القمامة أو حاويات القمامة أو الأشجار أو مخازن البضائع أو المحاصيل [8].

هناك أسباب شائعة لحرائق المباني السكنية ولعل الإهمال وغياب الرقابة الجادة في تطبيق الاشتراطات الوقائية اللازمة في المباني يعتبر السبب الرئيسي لنشوب الحريق، كما أن هناك أسباب طبيعية تتمثل في: الصواعق، البرق، البراكين، إرتفاع درجة حرارة الجو، وأسباب غير طبيعية تنقسم إلى أسباب خارجية عن الإرادة مثل: (تسرب السوائل أو الغازات القابلة للاشتعال - حدوث ماس كهربائي دون احتياط - شرر الماكينات الثابتة أو المتحركة) وأسباب بأفعال بشرية أو إرادية مثل: (الحريق المتعمد - التججير - إلقاء أجسام مشتعلة عن قصد...) . ومن الأسباب الهامة لتعرض المبنى للحريق وسرعة إنتشاره وعدم كفاءة المواجهة لإطفائه وتخفيف أثر الحريق أو التحكم فيه وحصره في مكانه غياب المحددات التصميمية لتأمين الحياة ضد الحريق بالمبنى، أو إستخدام مواد البناء القابلة للإشعال دون اتخاذ الاحتياطات اللازمة لوقايتها من النيران، وفي بعض حوادث الإنتشار قد يرجع السبب إلى ضعف كفاءة المسؤولين عن مكافحة الحريق وقلة تدريبهم ودرابتهم بأساليب التأمين ضد أخطار الحريق [1].

يوجد عديد من الحرائق ناشئة من أفعال إهمال أخرى مثل: رمي أعقاب السجائر وإستخدام مصادر أشتعال غير مطابقة للمواصفات، والتدخين في الأماكن غير المخصصة، إشعال النيران في ساحات المباني السكنية أو قطع أراضي الحدائق، اجهزة التدفئة، تسخين المواد الخطرة من المواد الكيميائية المنزلية على الموقد، تنظيف الملابس الملوثة بالنفط بالسوائل القابلة للاشتعال في الغرف المغلقة، تخزين السوائل القابلة للاشتعال، كما أن الاطفال لهم نصيب اخر في حوادث الحريق مثل التهاون في اللهو بالحريق وانتهاك قواعد التعامل مع الألعاب النارية [1].

كما تلعب أعطال المعدات الكهربائية وتشغيلها بأسلوب غير سليم دوراً آخر في نشوب الحرائق مثل زيادة الأحمال على شبكة الكهرباء بتوصيل عدة أجهزة كهربائية بأخذ واحد، تلف الأجهزة الكهربائية أو التوصيل باهمال أو ضعف عزل الأسلاك، ترك أجهزة التدفئة الكهربائية المتصلة بالشبكة لفترة طويلة، إرتفاع درجة الحرارة، موقع السخانات الكهربائية الإضافية بالقرب من الأشياء القابلة للاشتعال (المظلات القماشية، والسناير، وما إلى ذلك)، انتهاك قواعد تشغيل الأجهزة الكهربائية المحددة في تعليمات الشركات المصنعة، تشغيل الأفران الكهربائية غير المجهزة بوسائل أمان، وأخيراً التشغيل غير الصحيح للتدفئة مثل ترك الموقد المشتعل دون رقابة، إستخدام البنزين والكيروسين ووقود الديزل والسوائل الأخرى القابلة للاشتعال لإشعال الموقد.

٣. الأساليب الشائعة لتقييم مخاطر الحريق

تقسم جمعية مهندسين السلامة الأمريكية SFPE أساليب تقييم مخاطر الحريق إلى أربعة طرق للحصول علي مستوي المخاطر هي: طريقة قوائم المراجعة Checklists، طريقة السرد Narrative Method، طريقة فهارس مخاطر الحريق Risk Indexes، الطرق الإحصائية Probabilities. وللوصول إلى التقييم الامثل فإن كل طريقة من هذه الطرق تشمل على عملية تحليل للمخاطر تنقسم إلى خمسة خطوات أساسية هي: (١) تعيين وتعريف مخاطر الحريق، (٢) قياس الاحتمالات والنتائج المتوقعة لمخاطر الحريق، (٣) تحديد أساليب التحكم في المخاطر، (٤) قياس تأثير أساليب التحكم في المخاطر علي الخطورة العامة، (٥) إختيار أسلوب بالحماية المناسب [6].

أما عن عوامل تقييم المخاطر فتشمل العديد من العوامل التي يجب مراعاتها عند تقييم مخاطر إنتشار الحريق إلى أعلى في واجهة المبنى، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي: كفاءة أنظمة الرش الآلي، قدرات استجابة إدارة الإطفاء، إرتفاع المبنى، اعتبارات

إشغال المبني، عناصر تجزئة المبني، بناء استراتيجيات الإخلاء، خطر الحريق، أحمال الوقود، استمرارية المواد القابلة للاحتراق وأحجام أحوزة الحريق، وأخيراً سيناريوهات تقييم التهديد[6].

في حين قامت الرابطة القومية الأمريكية للحريق (NFPA-551) بتقسيم لأساليب تقييم مخاطر الحريق إلى خمسة أساليب رئيسية هي [9]:

- أسلوب التقييم الكيفي حيث يشمل علي أسلوبماذا لو، وأسلوب مصفوفات مخاطر الحريق، وأسلوب فهارس مخاطر الحريق، وأسلوب مفاهيم السلامة.
- أسلوب التقييم الكمي فيشمل علي عمل نماذج لسيناريوهات الحريق سواء مفردة أو مزدوجة.
- الأسلوب شبه الكمي "الإحتمالي" يشمل علي تحليل خسائر الحريق بهدف التأمين أو تحليل إحدي سلاسل أحداث الحريق.
- الأسلوب شبه الكمي "النتائج" يشمل علي إختيار سيناريوهات الحريق الأكثر سوءاً وإمكانية التنبؤ بأحداث الحريق.
- الأسلوب الكمي وأسلوب التكلفة والمنفعة يشمل علي تكاليف المناهج البديلة للحد من الإحتمالات والعواقب وبيان التكلفة بطريقة تكاملية.

كما قام D.Yung بتقسيم أساليب تقييم مخاطر الحريق إلى قسمين رئيسيين هما [10]:

(١) الأسلوب البسيط للتقييم Simple Approach ويشمل علي كل من التقييم الكيفي والتقييم شبه الكمي والتقييم الكمي لمخاطر الحريق، ويعتمد علي كل من سلسلة الأحداث Event Tree وقوائم المراجعة Checklists من أجل الوصول إلى أدوات التقييم وهي مصفوفات المخاطر Fire Matrices وفهارس المخاطر Risk Indexes، بحيث تستخدم مصفوفات المخاطر في إعطاء قيم وصفية لمستويات الإحتمالية والنتائج بينما تستخدم فهارس المخاطر في تقديم قيم رقمية لدرجة الخطورة دون التفريق بين الإحتمالية والنتائج.

(٢) الأسلوب الرئيسي للتقييم Fundamental Approach ويشمل علي تقييم مسببات الحريق، وتقييم نمو الحريق، وتقييم إنتشار الدخان، وإخلاء الشاغلين وإستجابة إدارة الإطفاء. ويعتمد علي النماذج الرياضية Math Models من أجل تحليل وتقييم سيناريوهات الحريق، وعليه فإن الناتج من عملية التقييم تكون قيم رقمية.

٤. درجات الخطورة للإشغالات المختلفة بالمناطق غير المخططة

تتشابه درجات الخطورة للإشغالات في معظم الحالات علي الحمل الحراري المتوفر بالمكان إضافة الي اعداد الشاغلين بصورة أساسية بجميع الأكواد المختلفة الخاصة بالحريق فنجد علي سبيل المثال أن الكود المصري يتوافق بشكل شبه تام مع الكود الأمريكي (NFPA-13) في تصنيف درجات خطورة الإشغالات حيث يقسمان هذه الإشغالات الي ثلاث درجات طبقاً لخطورتها كما يلي [7] [11]:

- إشغالات خفيفة الخطورة: دور العباده، النوادي، المباني التعليمية، المكتبات (دون التخزين الكبير)، أماكن التمريض أو الإستشفاء والنقاهة، المكاتب، المباني السكنية، أماكن الجلوس بالمطاعم، المسارح وقاعات الإستماع عدا خشبة المسرح.
- إشغالات عادية الخطورة: أماكن إنتظار السيارات أو صالات عرضها، المخازن، تصنيع المشروبات، تصنيع المعلبات، مواقع تصنيع أو وجود الالكترونيات، المعامل، إعداد الطعام بالمطاعم، مطاحن ومخازن الغلال، منشآت أو مصانع الكيماويات العادية، إنتاج الحلويات، التنظيف الجاف، منتجات الجلود، المكتبات شاملة غرف التخزين الكبيرة بها، محلات الأجهزة والآلات، المحلات التجارية، معالجة الورق، مكاتب البريد، الطبع والنشر، جراجات الاصلاح، تصنيع المنسوجات، تصنيع ومخازن منتجات التبغ، تشكيل الأخشاب، تجميع منتجات الأخشاب.
- إشغالات عالية الخطورة: أماكن إستخدام الزيوت الهيدروليكية القابلة للإشتعال، صب القوالب (المسابك)، تصنيع الخشب الرقائقي (الأبلاكاج) والخشب الحبيبي، المطابع المستخدمة فيها أحبار، عمليات معالجة المطاط، التجديد بالاسفنج الصناعي (الفوم)، الطلاء بالسريران أو الإنسياب، عمليات رش السوائل الملتهية، معالجة البلاستيك، الدهانات والطلاء بالغمس.

تشير الدراسات التحليلية إلى صعوبة تطبيق الاكواد الخاصة بالحماية من الحريق علي المباني القائمة بشكل عام (الآخذ بهذا أولى به في حالة مباني مناطق الاسكان غير المخططة بشكل خاص) بالرغم من تواجد عوامل نشوب وإنتشار الحرائق بمستوياتها الثلاثة بها، لعل أهم أسباب ذلك أن زمن إنشاء المبني كان قبل إصدار الكود، أو إنشاء المبني كان متوافق مع إشتراطات الكود ثم طرأ تعديل أو تغيير في عناصره، أو عدم إتباع المصمم المعماري لإشتراطات السلامة بسبب عدم مرونة الحلول المقترحة من قبل الكود أو من أجل تقليل التكلفة الإقتصادية للمبني، بالإضافة إلى تعقيد التشريعات من خلال تعدد تصنيفات المباني وتعدد جداول الصيانة المطلوبة لأنظمة الحماية من مخاطر الحريق المختلفة، نقص الحافز علي تطبيق إشتراطات كودات الحماية من الحريق، نقص الوعي عند المسؤولين عن المنشآت مثل مسؤوليات الصيانة والعائد الإقتصادي منها والأضرار السلبية جراء، نقص وتعارض إحصائيات الحريق [12].

٥. عوامل تقدير مستويات مخاطر الحريق بالمناطق الحضرية

تعرف مخاطر الحريق في بعض الأحيان بإحتمالية متوقعة، فرصة، إمكانية، أو نتيجة غير مرغوبة جراء نشوب حريق غير متعمد، فهي تتعلق أيضاً بعدم اليقين، وترتبط بالأنشطة غير المرغوب فيها وغير المخطط لها. ويعتبر الهدف الأساسي لتقييم المخاطر هو القضاء على وقوع الأحداث غير المرغوب فيها أو فعل حدثاً خطراً غير مخطط له، ومن الضروري فهم هذه الأحداث وعواقبها لتحديد تلك المخاطر، وبشكل عام فإن تقليل العواقب والحاجة المستمرة لتجنب أضرارها يتوقف بشكل جوهري علي معرفة طبيعة هذه العواقب [3].

فتقييم الأخطار يتطلب بيانات وأوت وطرق تختلف عن تلك المستخدمة في تقييم مخاطر الحريق. فتقييم المخاطر يتطلب تقييم النتائج مع مراعاة العوامل المادية والإقتصادية والصحية والبيئية والاجتماعية والثقافية والنفسية. فعند تقييم عواقب السلامة على الحياة - على سبيل المثال - يأخذ العديد من مهندسين الحريق بعين الاعتبار عامل الإصابة وفقدان الأرواح للأفراد فقط، في حين أن هناك عوامل تخلص بانخفاض جودة الحياة (في حالة توقف أنشطة هامة جراء حدوث حريق)، ومثل فقدان وتغيير الصورة الذهنية والجمالية للمكان العمراني، كما أن هناك عوامل أخرى إقتصادية تتلخص في عدم القدرة على مواصلة العمل والخسائر النقدية قصيرة الأجل المرتبطة بالتوقف عن العمل، وأحجام الإنتاج وخلل حصص السوق (في حالة حريق المباني الانتاجية المؤثرة)، وما يتعلق بحماية الممتلكات فيجب مراعاة أضرار دخان الحريق وتأثير مياه الأطفاء، بالإضافة إلى ضرر حرارة الحريق بهذه الممتلكات ولاسيما إذا كانت ذات قيمة [6].

يصنف الكود المصري للحماية من أخطار الحريق خطر الحريق التعرضي إلى نوعين: الأول ناتج من تجاوز المباني أو تقابل واجهاتها وهو ما يعني بالإنتشار الأفقي للحريق ويعتمد اتجاهه في هذه الحالة على اتجاه الرياح وسرعتها في وقت نشوب الحريق (هذا العامل محايد في هذه الدراسة بسبب ضيق مجال البحث وسوف نعتمد بشكل أساسي على أسلوب الاحتمالات)، أما النوع الثاني فيتوقف على إختلاف ارتفاعات المباني المتجاورة أو المتقابلة وهذا يعني بالإنتشار الرأسي (الإنتشار إلى أعلى) وتكون الرياح هنا أضعف تأثيراً عنه في الإنتشار الأفقي [7].

هناك أربعة عوامل أساسية قد خصصها الكود المصري للخطر التعرضي الناتج من تقابل أو تجاوز المباني يعتمد عليها احتمالات حدوث خطر الحريق التعرضي الناتج من وجود مبنيين متقابلان، حيث أنه يزداد كلما صغرت المسافة الفاصلة بين المباني وكلما زادت النسبة المئوية للفتحات غير المحمية في الواجهة وأيضا كلما زادت مساحة الواجهة، وكذلك يزداد كلما زادت النسبة بين طول الواجهة وارتفاعها أو العكس أيهما أكبر. أما إذا وجد جراج بالمبنى السكني فيلزم أن يكون مفصولا عن باقي المبنى فواصل حريق رأسية أو أفقية (أو كليهما) لا تقل مقاومتها للحريق عن ساعة ونصف، وإلا فيجب ترك مسافة لا تقل عن 3 متر عنهما. أما بالنسبة إلى عوامل الخطر التعرضي الناتج من إختلاف ارتفاعات المباني فقد حدد الكود المصري عامل واحد فقط هو إختلاف الارتفاع بين مبنيين متجاورين من خلال العلاقة بين ارتفاع المبنى الأقل ارتفاعا والذي يحتمل أن يساهم في بعث الحريق إلى المباني المجاورة أو الملاصقة الأكثر منه ارتفاعا [6].

وضعت جميع الأكواد العالمية الخاصة بالحماية من أخطار الحريق إشتراطات ومتطلبات متعددة للحماية من هذه الأخطار من خلال الفصل بين الإشغالات المختلفة في حالة تجاوزها أو تلاصقها، وتمثل هذه الأشتراطات والمتطلبات مستوى الخطر التعرضي المقبول للحريق بالدراسة، فالنسبة للإشغال السكني المستهدف بالبحث فنجد أن الكود المصري - على سبيل المثال - قد حدد إشتراطات ومتطلبات للفصل والحد من إنتقال الحريق للمباني السكنية من غيرها تتلخص في الآتي [7]:

- أولا: في حالة كون المباني متقابلة يلزم أن تكون الحوائط الخارجية مقاومة للحريق لمدة ساعة واحدة فقط، إذا كانت نسبة الفتحات غير المحمية لا تقل من 25% من مساحة الواجهة، أما إذا كانت نسبة الفتحات غير المحمية تزيد عن 25% فيجب ألا تقل مقاومة الحوائط للحريق عن 4/3 ساعة.

- ثانيا: في حالة المباني المتلاصقة يجب تحقيق مقاومة الحريق المطلوبة طبقا لإشغال هذه المباني كما يلي: توفير مقاومة للحوائط الفاصلة لا تقل عن ساعتان إذا كانت هذه الإشغالات تضم أي من الإشغالات التجارية أو الصناعية متوسط الخطورة أو تجمعات مثل السينما والمسارح أو الاصلاحيات والملاجئ، ومطلوب مقاومة للحوائط الفاصلة لا تقل عن ساعة عند تجاوز السكني مع باقي الإشغالات، بالإضافة إلى أنه غير مقبول أن يجاور الإسكان أي إشغال عالي الخطورة السالف ذكره في درجات الخطورة السابقة، كما أنه لا تقل المقاومة عن ساعة ونصف في حالة تجاوز مواقف السيارات أو الجراجات مع الإشغال السكني.

٦. متغيرات تقييم مخاطر الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة

تعتبر عملية تحديد الخصائص (المتغيرات) العامة لمناطق الإسكان غير المخططة ذات العلاقة بأخطار الحريق بمثابة عملية الكشف الأولى عن الأسباب الواقعية التي تؤدي إلى نشوب ونشر ومكافحة الحريق، والذي يساهم بشكل كبير في تحديد قاعدة البيانات الجغرافية المستهدفة للظاهرة محل الدراسة كما سيأتي توضيحه، فمن خلال الأدبيات التي عانيت بدراسة مناطق الإسكان غير المخططة والتي من خلالها تم رصد سماتها و ملامحها العامة التي تميزها عن غيرها من مناطق الإسكان الرسمية بمصر، فقد تم تجميع ما هو موضح من خصائص ومتغيرات مؤثرة على ظاهرة أخطار الحريق بالجدولين رقم (١) & (٢)، مع الأخذ في الاعتبار أن التصنيف المعتمد للإشغال السكني هو (إشغال منخفض الخطورة) مع تحييد العوامل والاعتبارات المناخية وذلك بسبب ثبوت درجة تأثيرها على مباني المنطقة المراد تقييمها.

تتنوع درجة تأثير هذه المتغيرات على أخطار الحريق كما هو موضح بالجدولين رقم (١) & رقم (٢) حيث تم توضيح قيم الأوزان النسبية لكل خاصية عن طريق استخدام قيم متساوية لكل تأثير حيث منهج الترتيب (Ranking Analysis) التي تتبعه هذه الورقة كما تقدم، فالجدول رقم (١) يوضح المتغيرات ذات التأثير على كل مبنى منفرداً والجدول رقم (٢) يوضح المتغيرات على مستوى المنطقة الحضرية جميعها. والصور الموضحة بالشكل رقم (٢) توضح تأثير بعض من هذه المتغيرات.



نهايات مينة وتوصيلات كهربائية وأحاطة المباني من جميع الجهات



اختلاط الاستعمالات وستائر البلكونات ولافتات المحلات والتوصيلات



خطر تعرضي ناتج من السيارات المنتظرة بجانب المنازل



تلاصق المباني مما يساعد في سرعة الانتشار الأفقي وصعوبة المكافحة



الخطر التعرضي الرأسي وعدم تنفيذ اشتراطات البناء



الخطر التعرضي من تجميعات القمامة وحاوياتها الناتج من سوء الخدمات



ضيق الشوارع اللافت للانتباه



الانشاء القابل للاشتعال



المتلاصق وضيق وتعرج الشوارع (منطقة ميت عقبة)

شكل رقم (٢) بعض سمات مناطق الاسكان غير المخطط وتأثيرها في خطر الحريق

المصدر: عمل الباحث بتصريف من جوجل آرث وجريدة أخبار اليوم باصدارات متنوعة

ويرى مسؤولي الحماية المدني باللجنة الدائمة لكود الحريق المصري وذوي الخبرة في مكافحة الحرائق يمثل هذه المناطق أن أهم العوامل التي تعوق عملية المكافحة في المناطق الحضرية غير المخططة يتلخص في عشوائية البناء وتدهور حالته، أكتظاظ المناطق بالسكان وكثرة المترددين علي بعض المناطق بسبب توافر خدمة معينة، ضيق الطرق وسوء حالتها وتعدي الباعة الجائلين وأصحاب المحال على حرم الطريق، ضعف الوعي عند الأهالي، وأخيرا سوء حالة مواسير المياه وضعف ضغوط المياه بالشبكة بسبب حالة المواسير هذه والخوف من انفجارها في حالة توفير الضغط اللازم للاطفاء.

جدول رقم (١) رتب المتغيرات ذات التأثير على أخطار الحريق (علي مستوى المبني) بالمناطق غير المخططة

م	خصائص مباني مناطق الاسكان غير المخططة (المتغيرات)	مصدر حرائق	إنتشار الحريق		يمثل عائق إخلاء	يمثل عائق للمكافحة	الرتبة	نوع البيان
			أفقي	رأسي				
١	تداخل الإشغال السكني مع إشغالات اخرى	*	*	*	*	*	5	مكاني
٢	نوع الانشاء القابل للاشتعال	*	*	*	*	*	5	مكاني
٣	مزاولة المهنة الخطرة بالمناطق السكنية	*	*	*	*	*	5	مكاني
٤	ضيق العديد من الشوارع	*	*	*	*	*	3	مكاني

منهج تقييم مخاطر الحرائق بالمناطق الحضرية غير المخططة بواسطة قواعد البيانات الجغرافية

٥	تعرج بعض الشوارع	*									
٦	الشوارع ذات النهايات الميئة	*	*			*					
٧	التباين الشديد في ارتفاعات المباني			*							
٨	صغر مساحات الأراضي المبنية بهذه المناطق	*	*			*					
٩	التلاصق والتلاحم السائد بين مباني بشكل عام	*				*					
١٠	حالة المباني الرديئة والمتهدمة	*	*	*	*	*					
١١	مخالفة الإنشاءات لقوانين المباني وقواعد التنظيم	*	*	*	*	*					
١٢	النفائيات بالأراضي الفضاء بالكتلة العمرانية	*		*	*	*	*				
١٣	البروزات بالواجهات وستائر ومظلات البلكونات	*		*	*	*					
١٤	تعليق اللافتات الخاصة بالدعاية على الواجهات			*	*	*					
١٥	زيادة نسبة ارتفاع المباني إلى عروض واجهاتها				*	*					
١٦	سوء التهوية بغالب المساكن		*								
١٧	انتظار السيارات ملاصقة للمباني	*	*	*	*	*	*				
١٨	بعد المبني عن أقرب شارع عرضه < ٦ م	*	*								
١٩	عدد طوابق المبني	*	*	*							
	المجموع	١٥	١٣	١١	١٥	٥					
	المجموع	١٥	٣٩			٥					

- المصدر من عمل الباحث بتصريف من [1] & [13] & [14]
- تم تحديد رتبة المتغيرات بالجدول بناءً على مجموع عدد مواضع تأثير كلا منها على العناصر المرحلية المكونة لحوادث الحريق الموضحة بأعمدة الجدول، فالرتبة ١ تمثل تأثير ضعيف للمتغير على ظاهرة الحريق والرتبة ٥ تمثل التأثير الاعلى عليها، وقد تم استخدام الرتبة بهذا الأسلوب العكسي كي تتوافق مع النموذج المقترح للتقييم بالبحث.
- تم الدمج بنهاية الجدول بين قيم متغيرات الانتشار وعواقب الإخلاء لإرتباطهما حيث إنقضاء قيم الإخلاء بعدم وجود إنتشار الحريق في حالة الأخطار التعرضية موضوع البحث.

جدول رقم (٢) رتب المتغيرات ذات التأثير على أخطار الحريق (علي مستوى المنطقة)

م	مصدر حرائق	إنتشار الحريق		يُمثل عائق للإخلاء	يُمثل عائق للمكافحة	الرتبة	نوع البيان
		أفقي	رأسي				
١	*			*		٢	وصفي
٢	*					١	وصفي
٣				*		1	وصفي
٤		*	*	*	*	٣	وصفي
٥	*	*	*	*	*	٥	وصفي
٦	*	*	*	*	*	1	وصفي
٧	*	*	*	*	*	٤	وصفي
٨	*					1	وصفي
٩	*			*		٢	وصفي
١٠	*			*		٢	وصفي
١١	*	*	*			3	وصفي
١٢	*	*	*	*	*	4	وصفي
١٣	*	*	*	*	*	3	وصفي
١٤		*	*	*	*	2	وصفي
١٥				*	*	٢	وصفي
	المجموع	١٠	٦	٧	٦		
	المجموع	١٠	٢٠		٦		

- المصدر من عمل الباحث بتصريف من [1] & [13] & [14]
- راجع الملاحظات المذكورة أسفل الجدول رقم (١)

من خلال قراءة الجدولين (١) & (٢) تم رصد عدد ٣٤ متغير (عامل) ذو تأثير علي درجات أخطار الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة عن غيرها بالمناطق المخططة، ونستطيع أستنتاج أن عدد ١٥ عامل بهذه المناطق يمثل مصدر حريق إضافي من هذا الإجمالي، وأن عدد ٢١ عامل يساعد علي زيادة الإنتشار الأفقي للحريق وعدد ١٨ مسبب للإنتشار الرأسي له، أما عواقب إخلاء الفاطنين فتمثل ٢٠ عامل وأخيرا هناك ٢١ عامل يمثل عائق للمكافحة، وبهذا يكون البحث أقد أثبت صحة افرضيته الرئيسية وهي "وجود عوامل تقييم لأخطار الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة تختلف عن غيرها بالمناطق المخططة وتتوقف علي خصائصها المتنوعة".

٧. المنهج المقترح لتقييم مخاطر الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة

٧-١ إنشاء قاعدة البيانات الجغرافية الخاصة بتحديد مستوى مخاطر الحريق

لبناء قاعدة البيانات الجغرافية المقترحة تم استخدام أسلوب النموذج الفكري (Conceptual model) والنموذج المنطقي (Logical model) لظاهرة خطر الحريق التعرضي بالمناطق غير المخططة، وكما هو معلوم أن هذا المدخل من أهم الأساليب العلمية والمنهجية المتبعة لبناء قاعدة بيانات جغرافية جيدة للظواهر الواقعية [15] ويتألف هذا الأسلوب من ثلاث مراحل كما يلي:

- المرحلة الأولى: مرحلة تصميم النموذج الفكري (Conceptual model) وهي تهدف إلى تحديد المتغيرات والعوامل الواقعية المستخلصة من الدراسات النظرية والمرجعية أو من واقع الخبرة العملية، وبما يتوافق مع الحقائق والثوابت المحيطة بموضوع البحث، وقد تم تقسيم العوامل المؤثرة على ظاهرة خطر الحريق بالمناطق غير المخططة إلى قسمين، الأول: متغيرات مكانية تختص بكل مبنى على حدة وهي تمثل نقاط الضعف له ويمكن التعامل معها وتطوير البعض منها بصورة فردية، والثاني: متغيرات وصفية تشترك بها جميع مباني المنطقة وهي نقاط الضعف ما بين إقتصادية واجتماعية وبيئية ويصعب التعامل معها لأنها تتعلق بهوية هذه المناطق، كما هو موضح بالجدولين (١) & (٢) في العمود الخاص بنوع البيانات.

بالجدول رقم (١) أستخلصت الدراسة عدد ١٩ متغير مثلت المتغيرات المكانية على مستوى المبنى تؤثر بمجموع ٥٦ نقطة تأثير بمواضع مختلفة بنسبة ٦٢,٥٪ من إجمالي نقاط التأثير، حيث كان عدد المتغيرات على مستوى المنطقة (البيانات الوصفية) يقدر بعدد ١٥ متغير كان عدد نقاط تأثيرها يمثل ٣٦ نقطة بنسبة وهي تمثل نسبة ٣٧,٥٪ من إجمالي نقاط التأثير وكما هو موضح بالجدول رقم (٢).

- المرحلة الثانية: مرحلة بناء النموذج المنطقي (Logical model) للظاهرة المستهدفة والذي يتوقف على النموذج الفكري المصمم وما يتوافق مع أساسيات وثوابت وضوابط قواعد البيانات الجغرافية وقدراتها وأساليب التعامل معها وكذا أجهزة الحاسب الآلي. ومن ثم سوف تركز قاعدة البيانات الجغرافية على المتغيرات المكانية خاصة بكل مبنى على حدة الموضحة بالجدول رقم (٢) بما تشمله من أوزان نسبية لكل متغير، وتمهيداً لسهولة تقدير خطر الحريق سيتم تجميع البيانات والمتغيرات المؤثرة في طبقة واحدة فقط هي طبقة قطع الأراضي (The Parcel Layer) لتبسيط العمليات الحسابية بها والجدول رقم (٣) يوضح النموذج المنطقي للظاهرة محل الدراسة من خلال ذكر موقع ووصف المتغيرات وأسلوب تقديرها.

جدول رقم (٣) الأسلوب المقترح لتقدير قيم المتغيرات المؤثرة بقواعد البيانات الجغرافية

م	المتغير	أسلوب تقديره	م	المتغير	أسلوب تقديره
١	تداخل الإشغال السكني مع إشغالات أخرى	يوجد (١) / لا يوجد (صفر)	١١	مخالفة الانشاءات لقوانين المباني وقواعد التنظيم	نعم (١) / لا (صفر)
٢	نوع الانشاء القابل للاشتعال	نعم (١) / لا (صفر)	١٢	النفائيات بالأراضي الفضاء بالكتلة العمرانية	نعم (١) / لا (صفر)
٣	مزاولة المهن الخطرة بالمناطق السكنية	يوجد (١) / لا يوجد (صفر)	١٣	البروزات بالوحدات وسنائر ومظلات البلكونات	نعم (١) / لا (صفر)
٤	ضيق العديد من الشوارع	عرض أقل من ٦م (١) / أكبر (صفر)	١٤	تعليق اللافتات الخاصة بالدعاية علي الواجهات	نعم (١) / لا (صفر)
٥	تعرج بعض الشوارع	نعم (١) / لا (صفر)	١٥	زيادة نسبة ارتفاع المباني إلى عروض واجهاتها	عدد
٦	الشوارع ذات النهايات الميتة	نعم (١) / لا (صفر)	١٦	سوء التهوية بغالب المساكن	نعم (١) / لا (صفر)
٧	التباين الشديد في ارتفاعات المباني	عدد	١٧	انتظار السيارات ملاصقة للمباني	نعم (١) / لا (صفر)
٨	صغر مساحات الأراضي المبنية بهذه المناطق	نعم (١) / لا (صفر)	١٨	بعد المبنى عن اقرب شارع عرضه >= ٦م	نعم (١) / لا (صفر)
٩	التلاصق والتلاحم السائد بين مباني بشكل عام	عدد	١٩	عدد طوابق المبنى	عدد
١٠	حالة المباني الرديئة والمتهدمة	عدد			

- المصدر من عمل الباحث بتصريف من [1] [12]

- المرحلة الثالثة: مرحلة بناء قاعدة البيانات الجغرافية (Designing the Database building) & (Physical Model) للظاهرة المستهدفة والذي يتوقف على النموذج المنطقي ولكنه يراعي الأشرطيات والمحددات التي تتأسس عليها قواعد البيانات الخاصة بتقنية قواعد البيانات الجغرافية بصورتها العملية (Computerized). فالبيانات التي سيتم ادخالها بقاعدة البيانات الجغرافية جميعها عددية وهي عبارة عن طبقة مساحية (Polygone Layer) لقطع الأراضي وقيم المتغيرات

بها ناتجة من حاصل ضرب رتبة المتغير المذكورة بالجدولين (1)، (2) في قيمته المذكورة بالنموذج المنطقي والموضحة بالجدول رقم (3).

أنتهجت الدراسة تقييم خطر الحريق عن طريق تطوير المعادلة البسيطة لتقدير المخاطر العامة المعتمدة من مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث UNISDR كما سيأتي توضيحه في المنهج المقترح، ونظراً لعمليات الضرب بها فلزم أن تكون القيم الصغرى للمتغيرات لا تقل عن الواحد الصحيح لذا فإن مجال البيانات لكل متغير بطريقة قطع الأراضي (the Domains) يكون بيانها كما بالجدول رقم (4) بواسطة إضافة الواحد الصحيح لكل القيم كاملاً حفاظاً على ترتيب المتغيرات طبقاً لأهميتها.

القيم الموضحة لقيم (the Domains) بالجدول رقم (4) تم تحديدها من خلال ضرب قيم المتغيرات المذكورة بالجدول رقم (3) X الرتبة المذكورة قرين كل متغير بالجدول رقم (1) ومن ثم إضافة واحد صحيح للنتائج وذلك لتجنب التعامل الحسابي والاحصائي مع القيمة صفر، أما تدرج القيم للمتغير الواحد فقد تم علي تصنيف الرتبة المنطقي حسب درجة تأثير كل متغير علي أخطار الحريق.

جدول رقم (4) المدى المقترح (the Domains) لقيم المتغيرات المستخدمة بقواعد البيانات الجغرافية

م	المتغير	القيمة	حالة وضع القيمة	م	المتغير	القيمة	حالة وضع القيمة
1	إستخدام مختلط	1	سكني فقط	2	نوع	1	غير قابل للاشتعال
		6	سكني مع إستخدام اخر		الإنشاء	6	قابل للاشتعال
3	نوع الإستخدام	1	ليس خطر	4	عرض الشارع	1	العرض <= 6م
		6	خطر			4	العرض > 6م
5	تعرج الشارع	1	زاوية منفرجة (العرض <= 6م)	6	نهاية ميثة	1	لا توجد
		3	زاوية حادة (العرض > 6م)			4	توجد
7	المباني المرتفعة محيطة	1	لا توجد	8	مساحة المبنى	1	أقل من المتوسط العام
		2	من جانب واحد			4	أعلى من المتوسط العام
		3	من جانبيين				
		4	من ثلاث جوانب				
		5	من اربع جوانب				
9	تلاحم المباني	1	مبنى حر	10	حالة المبنى	1	جيد ومتوسط
		2	تلاحم من جهة واحدة			5	رديئ
		3	تلاحم من جهتين			9	متدهور
		4	تلاحم من ثلاث جهات				
		5	تلاحم من أربع جهات				
11	النظم البنائية	1	يتبع النظم	12	وجود نفايات	1	المبنى مجاور لأرض فضاء
		5	لا يتبع النظم			5	المبنى غير مجاور لأرض فضاء
13	تراكيب واجهات	1	يوجد مظلات وستائر	14	لافتات الواجهات	1	يوجد لافتات دعائية
		4	لا يوجد مظلات وستائر			3	لا يوجد لافتات دعائية
15	نسبة الارتفاع إلى العرض	1	النسبة = 1	16	سوء التهوية	1	المبنى جيد التهوية
		2	< النسبة <= 3/1			2	المبنى غير جيد التهوية
		3	< النسبة <= 10/1	17	انتظار السيارات	1	لا يمكن انتظار السيارات امام المبنى
		4	> النسبة > 10/1			6	يمكن انتظار السيارات امام المبنى
18	البيد عن الشارع الرئيسي	1	أقل من أو يساوي 50م	19	عدد الطوابق	1	1 (الادوار >= 4)
		3	أكثر من 50 متر			3	2 (4 > الادوار >= 11)
						6	3 (11 > الادوار)

- المصدر: عمل الباحث

- المقصود بالقيمة بالجدول هي قيم the Domains المقترحة بقاعدة البيانات الجغرافية

أما بالنسبة إلى بناء بيانات الطبقة (Layer) الخاصة بالمنطقة الحضرية بقاعدة البيانات الجغرافية فكل متغير بها كما هو موضح بالجدول رقم (2) يعتمد علي دراسة اجتماعية إقتصادية للمناطق لتحديد القيم الدقيقة لها، ومن ثم فإن الدراسة تقترح إستخدام قيمة (1) في حالة عدم تواجد المؤثر، أما إذا تواجد فيتم إستخدام الرتبة بالجدول رقم (2) مضروباً في اثنين لتعظيم هذه الأوزان وبناءاً علي الكفاءة والحالة.

٢-٧ النموذج الرياضي المقترح لتقييم مخاطر الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة

١- أقر مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث UNISDR المعادلة البسيطة رقم (1) لتقييم أخطار الكوارث مثل الحرائق بالمناطق الحضرية [16]، وقد لجأ البحث لإستخدام هذه المعادلة بعد إدخال بعض التعديلات التي تتوافق مع المتغيرات المؤثرة علي حرائق المناطق الحضرية غير المخططة، وبالنظر إلي إنشاء هذه المعادلة نجد أنها أعتمة علي عمليات الضرب البسيطة لمجموع قيم المتغيرات التي تتناسب طردياً مع الظاهرة المراد قياسها و عملية القسمة لمجموع قيم المتغيرات التي تتناسب عكسياً مع هذه الظاهرة وهذا الأسلوب هو أحد أهم أساليب الأحصاء وأبسطها لقياس الظواهر المختلفة.

(١)

$$\text{قيمة المخاطر} = \frac{\text{الخطر} \times \text{عدم القدرة على مواجهة المخاطر}}{\text{القدرة على الاستجابة}}$$

* المصدر: مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث (UNISDR) [16]

٢- وقد لجأ البحث إلى منهج بناء هذه المعادلة لأنشاء النموذج الرياضي المقترح ولأن جميع المتغيرات المدخلة بالدراسة تتناسب طردياً مع درجة مخاطر الحريق (الظاهرة المراد قياسها) فقد تم إجراء عمليات الضرب البسيطة عليها جميعها بالإضافة إلى اللجوء لإستخدام ثوابت عددية لتبسيط المخرجات والنتائج كما سيأتي توضيحه، وقد قسم البحث هذه المتغيرات إلى ثلاثة مجموعات عاملية تزامنية (أي تتشابه في عملها وتأثيرها على الظاهرة وتزامن في فترة حدوثها) فكانت: مجموعة مصادر الحريق (Fire sources) ويرمز لها بالمعادلة بالرمز (S)، ومجموعة الإنتشار وإعاقة هروب الشاغلين (Fire Propagation) ويرمز لها بالمعادلة بالرمز (P)، ومجموعة إعاقة مكافحة الحريق (Fire Fighting Resistance) ويرمز لها بالمعادلة بالرمز (R).

٣- قد تم تشغيل المعادلة المشار إليها في تقدير مخاطر الحريق سواء علي مستوى المباني أو علي مستوى المنطقة كلا طبقاً للمتغيرات الخاصة به المذكورة بالجدولين (١) & (٢). وفيما يلي خطوات بناء نموذج التقييم الرياضي لتحديد مستوى أخطار الحريق بهذه المناطق:

١,٢,٧ أولاً: التقييم تبعاً للمتغيرات على المستوى التفصيلي للمباني

١- تم تقسيم المتغيرات المؤثرة إلى ثلاثة مجموعات عاملية رئيسية: الأول عامل خاص بمصادر الحريق والثاني خاص بالإنتشار وإعاقة هروب الشاغلين والثالث خاص بإعاقة مكافحة الحريق من قبل رجال الحماية المدنية، والجدول رقم (٥) يوضح مجموعة المتغيرات الخاصة بكل عامل وكما نلاحظ بالجدول أن بعض المتغيرات تؤثر بأكثر من عامل، ولتحديد درجة تقييم أخطار الحريق للمبنى يتم استخدام المعادلة رقم (٢).

$$\text{Risk Value} = (\Sigma S) \times (\Sigma P) \times (\Sigma R) \quad (2)$$

* (Risk Value): قيمة المخاطر، (S): رتبة متغير مصادر الحريق، (P): رتبة متغير إنتشار الحريق وإعاقة الهروب، (R) رتبة إعاقة مكافحة الحريق *المصدر: عمل الباحث

٢- من خلال تجميع قيم متغيرات كل عامل وجد أن قيم عامل مصادر الحريق تنحصر بين {5-26}، وقيم عامل الإنتشار وإعاقة الهروب تنحصر بين {19-90}، وقيم عامل إعاقة مكافحة الحريق تنحصر بين {16-77}. ولمعايرة القيم الناتجة من الخطوة السابقة يتم قسمة قيمة كل عامل علي أصغر قيمة به فتصبح القيم كما يلي: قيم عامل مصادر الحريق تنحصر بين {1-5.2}، وقيم عامل الإنتشار وإعاقة الهروب تنحصر بين {1-4.74}، وقيم عامل إعاقة مكافحة الحريق تنحصر بين {1-4.81}، وعليه فتتحدد قيم المخاطر بين {1-119} بمتوسط يقدر بـ (٦٠) وأحرف معياري يقدر بحوالي (٣٤,٥٠).

٣- لتبسيط المعادلة وتحويل نتائجها إلى نسبة مئوية معبرة عن قيمة أخطار الحريق تُضرب في ثابت (٣,٥٥ × ١٠-٥) للتحويل فتصبح كما في الصورة النهائية الموضحة في المعادلة رقم (٣):

$$\text{Risk Value1} = (\Sigma S) \times (\Sigma P) \times (\Sigma R) \times ٥٥,٣ \times ١٠^{-٥} \quad (3)$$

* (Risk Value1): قيمة المخاطر على مستوى المباني، (S): رتبة متغير مصادر الحريق، (P): رتبة متغير إنتشار الحريق وإعاقة الهروب، (R) رتبة إعاقة مكافحة الحريق. *المصدر: عمل الباحث

جدول رقم (٥) تصنيف مجموعات المتغيرات حسب نوع التأثير علي أخطار الحريق

مستوي الدراسة	مصادر الحريق	الإنتشار وإعاقة الهروب	إعاقة المكافحة
عالي	جميع المتغيرات ماعدا (الإمداد بالمياه	جميع المتغيرات ماعدا (الإمداد بالمياه	إنتشار الباعة الجائلون والأسواق غير المخططة - قلة الخدمات الاجتماعية (المطافئ) - افتقار المنطقة الحضرية
عالي	إستخدام مختلط - نوع الإنشاء - نوع الإستخدام - وجود نفايات - أنتظار السيارات.	جميع المتغيرات ولكن بنسب متفاوتة.	جميع المتغيرا ماعدا (الارتفاعات المجاورة - اللافتات - نسبة الارتفاع إلى العرض - سوء التهوية)

- المصدر: عمل الباحث

٤- لتصنيف المباني إلى فئات متجانسة حسب درجات أخطار الحريق وألوية التدخل الاستباقي لتطوير المباني ورفع كفاءتها لمواجهة أخطار الحريق بالمناطق الحضرية، ومع الأخذ في الاعتبار أن الإشغالات السكنية تُصنف علي أنها منخفضة الخطورة، وبفرض أن عناصر العينات المدروسة من المباني ذات توزيع طبيعي فقد تم تصنيف المباني إلى ثلاث فئات كما يلي:

- الفئة الاولى تكون قيمة الخطر بها اقل من ٤٣, ٢١٪ وهي تمثل المباني متوسطة الخطورة (Moderate Risk) وبشرط ألا تشتمل علي كل من المتغيرات الآتية: عدم وجود إشغال اخر مع السكني بنفس المبنى وعدم وجود نفايات بالجوار وأن يكون الانشاء غير قابل للاشتعال وعرض الشارع لا يقل عن ٦ متر (إذا لم تتوافر هذه الشروط مجتمعة ينتقل المبنى إلى الفئة الثانية).
- الفئة الثانية تتراوح قيمة الخطر بها من ٤٣, ٢١٪ إلى أقل من ٤٢, ٧٩٪ وهي تمثل المباني عالية الخطورة (High Risk) وبشرط ألا تشتمل علي كل من المتغيرات الآتية: عدم وجود إشغال عالي الخطورة مع السكني بنفس المبنى وعدم وجود نفايات بالجوار، وفي حالة عرض الشارع يقل عن ٦ متر فيجب إلا يبعد المبنى عن ٣٠ متر عن اي شارع عرضه ٦ متر. (لا بد من توافر هذه الشروط أو ينقل المبنى إلى الفئة الثالثة).
- الفئة الثالثة تتراوح قيمة الخطر ما بين ٤٢, ٧٩٪ إلى ١٠٠٪ وهي تمثل المباني فائق الخطورة (Extreme Risk) ذات الأولوية القصوى والعاجلة للتدخل.
- تم تحييد درجة الخطورة الخفيفة (Low Risk) عند تصنيف النتائج باعتبار أن جميع الإشغالات السكنية المخططة والتي تم مراعات تطبيق الاشتراطات الكاملة للحماية من أخطار الحريق (الاشتراطات الداخلية والاشتراطات الخارجية "التعرضية") تصنف علي أنها ذات خطورة ضعيفة (Low hazard)، قياساً تم حذف هذه الدرجة بالتقدير المقترح.

٢, ٢, ٧ ثانياً: التقييم تبعاً للمتغيرات علي المستوى الحضري

بنفس المنهجية السابقة يتم تقييم أخطار الحريق علي المستوى الحضري، ومن خلال استخدام القيم الخاصة بمدى البيانات المقدمة (the Domains) عند بناء قاعدة البيانات الجغرافية للمنطقة، والجدول رقم (٥) الخاص بتحديد مجموعات التأثير، وبواسطة تجميع قيم متغيرات كل عامل تمت الخطوات التالية:

- ١- استنتاج مجموع قيم متغيرات عامل مصادر الحريق تنحصر بين {10-52}، ومجموع قيم متغيرات عامل الانتشار وإعاقة الهروب تنحصر بين {20-66}، ومجموع قيم عامل إعاقة المكافحة تنحصر بين {6-32}.
- ٢- لمعايرة القيم الناتجة من الخطوة السابقة يتم قسمة قيمة كل عامل علي أصغر قيمة به فتصبح القيم كما يلي: قيم عامل مصادر الحريق تنحصر بين {1-5.2}، وقيم عامل الانتشار وإعاقة الهروب تنحصر بين {1-3.3}، وقيم عامل إعاقة المكافحة تنحصر بين {1-5.33}.
- ٣- لتحديد درجة تقييم أخطار الحريق للمبنى يتم استخدام المعادلة: (المخاطر = قيم عامل مصادر الحريق × قيم عامل الانتشار وإعاقة الهروب × قيم عامل إعاقة المكافحة)، وعليه فتتحدد قيم المخاطر تقريبا بين {1-91.46} بمتوسط يقدر بـ (26.70) وأنحراف معياري يقدر بحوالي (26.70).
- ٤- لتبسيط المعادلة وتحويل نتائجها إلى نسبة مئوية معبرة عن قيمة أخطار الحريق تُضرب في ثابت (٩, ٥٧ × ١٠°) للتحويل فتصبح كما هو موضح بالمعادلة رقم (٤): ((المخاطر = قيم عامل مصادر الحريق × قيم عامل الانتشار وإعاقة الهروب × قيم عامل إعاقة المكافحة × (٩, ٥٧ × ١٠°))

$$\text{Risk Value}^2 = (\sum S) \times (\sum P) \times (\sum R) \times ٥٧,٩ \times ١٠^\circ \quad (4)$$

* (Risk Value²): قيمة المخاطر علي مستوى المنطقة، (S): رتبة متغير مصادر الحريق، (P): رتبة متغير إنتشار الحريق وإعاقة الهروب، (R) رتبة إعاقة مكافحة الحريق. *المصدر: عمل الباحث

- ٥- لتصنيف المناطق أو أجزاء منها إلى فئات متجانسة حسب درجات أخطار الحريق وألوية التدخل الاستباقي لتطوير المناطق ورفع كفاءتها لمواجهة أخطار الحريق بالمناطق الحضرية، ومع الأخذ في الاعتبار أن الإشغالات السكنية تُصنف علي أنها منخفضة الخطورة، وبفرض أن عناصر العينات المدروسة من المباني ذات توزيع طبيعي فقد تم تصنيف المباني إلى ثلاث فئات بيانها كما يلي:
- الفئة الاولى تكون قيمة الخطر بها اقل من ٤٣, ٢١٪ وهي تمثل المباني متوسطة الخطورة (Ordinary Risk) بشرط عدم إنتشار الباعة المتركين بالشوارع أو الأسواق غير المخططة وبشرط الإمداد السليم بالكهرباء. (إذا لم تتوافر هذه الشروط مجتمعة ينتقل المبنى إلى الفئة الثانية).
- الفئة الثانية تتراوح قيمة الخطر بها بين ٤٣, ٢١٪ إلى أقل من ٤٢, ٧٩٪ وهي تمثل المناطق عالية الخطورة (High Risk).
- الفئة الثالثة تتراوح قيمة الخطر ما بين ٤٢, ٧٩٪ إلى ١٠٠٪ وهي تمثل المناطق فائق الخطورة (Extrem Risk) ذات الأولوية القصوى والعاجلة للتدخل.
- تم تحييد درجة الخطورة الخفيفة (Low Risk) عند تصنيف النتائج للأسباب التي تم ذكرها عند تقييم المباني.

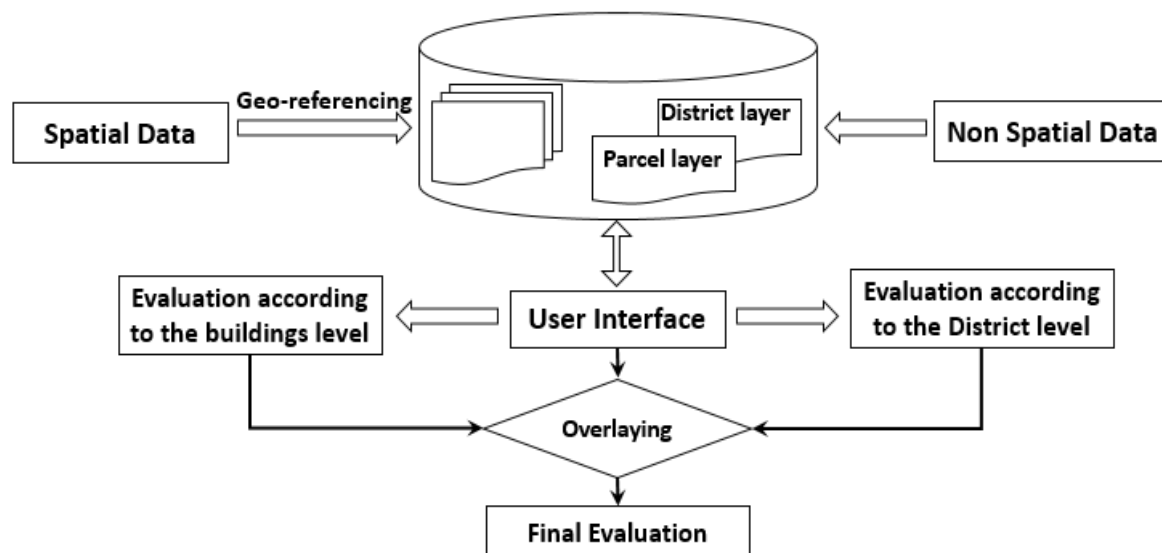
٣, ٢, ٧ ثالثاً: التقييم النهائي للمنطقة الحضرية

يتم تحديد درجة خطورة الحريق علي مستوى البلوك السكني من خلال ثلاث خطوات الاولى أسقاط درجة خطورة المباني علي

البلوك والثانية أسقاط درجة خطورة المنطقة علي البلوك والثالثة تجميع هذه الدرجات بالأوزان النسبية لها بالجدول أرقام (١) & (٢) كما يلي.

- ١- يتم أسقاط تقييم المباني علي البلوك بواسطة أخذ المتوسط الحسابي لقيم الخطورة المحسوبة للمباني منسبةً إلى المساحة الاجمالية المبنية (The Built Up Area) كما يلي: (قيمة أخطار الحريق للبلوك = مجموع (قيمة أخطار المباني X في مساحته الاجمالية المبنية)) / أجمالي المساحات الكلية المبنية لجميع مباني البلوك). ومن ثم ضرب القيمة الناتجة في الوزن النسبي للعوامل المؤثرة علي المباني وهي (٢, ٦٢٪) "ارجع إلى قيم جدول (١)", هذه الخطوات تتم بواسطة أوامر (Aggregation) أو ما يقارنها في برمجيات GIS.
- ٢- بأسقاط قيمة الخطر للمنطقة علي البلوك وضرب هذه القيمة في الوزن النسبي لهذه العوامل وهي (٩, ٣٧٪) "ارجع إلى قيم جدول (١)", هذه الخطوات تتم بواسطة أوامر (Intersect) أو ما يقارنها في برمجيات GIS.
- ٣- من خلال عملية جمع القيمتين السابقتين يتم تحديد درجة تقييم أخطار الحريق لكل بلوك سكني وتكون هذه القيم علي هيئة نسبة مئوية يمكن تصنيفها لعدة تصنيفات متساوية المدى أو التوزيع الطبيعي كما هو موضح بعاليه، ومن ثم أخراج الخرائط التحليلية المختلفة علي مستوى البلوكات.

وبالمثل يمكن عمل التحليل السابق يمكن إستخدامها علي مستوى المناطق الحضرية أو أجزاء منها أو علي مستوى الشارع ولتقييم درجة أخطار الحريق لها كما لها أن تخرج نتائجها علي هيئة خرائط تحليلية بواسطة إستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وقاعدة البيانات الجغرافية المقترحة من خلال عمليات التجميع والاحصاء والتصنيف المكاني والشكل رقم (٣) يوضح الرسم التوضيحي (flow chart) للمنهج المقترح لتقييم أخطار الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة تأسيسا علي نظم البيانات الجغرافية.



شكل رقم (٣) رسم التوضيحي للمنهج المقترح لتقييم أخطار الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة تأسيسا GIS

- المصدر: عمل الباحث

٨. النتائج والتوصيات

- أثبتت الورقة فرضيتها بأن قيم أخطار الحريق بالمناطق الحضرية غير المخططة تتجاوز درجة الخطورة الخفيفة المتعارف عليها علميا والمتمثلة بالمناطق المخططة، وأن صفاتها وخصائصها العمرانية والاجتماعية والاقتصادية تمثل أسباب جوهرية في التغيير والتأثير الشديد على الزيادة الكبيرة في درجة أخطار الحريق المحتمل بمباني هذه المناطق، والذي عليه قد قدمت الورقة اقتراح أداة تقيس درجة أخطار الحريق مناسبة لطبيعة هذه المناطق وهو ما خلصت إليه هذه الورقة ولاسيما عدم وجود أحصائيات حوادث الحريق التي تمثل أساس تقييم أخطار ه، ومن خلال التوزيع الطبيعي المفترض بالمناطق الحضرية غير المخططة فقد تيم تصنيفها إلى ثلاثة فئات طبقا لأولويات التدخل لرفع كفاءتها وتقوية ضعفها لمواجهة أخطار الحريق المحتمل.
- أظهرت الدراسة أن عامل توعية قاطني هذه المناطق من أهم الحلول اللازمة لمواجهة ظاهرة أخطار الحريق بها حيث أن لها وزنا نسبيا يقدر بحوالي ١٥٪ فضلا عن تكلفته الإقتصادية القليلة نسبيا.
- تقترح الدراسة أستغلال الأراضي الفضاء والمتخللات بالمناطق غير المخططة في تنظيم عمليات جمع القمامة وعمل أماكن أنتظار سيارات علوية أو مميكنة وعمل خزانات مياه أرضية بها تُستخدم في أعمال الاطفاء والمكافحة وبهذا يتم معالجة ما يقرب من ١٤٪ الأوزان النسبية للمتغيرات المؤثرة علي ظاهرة الدراسة.

- توصي الدراسة بتطبيق النموذج المقترح علي عدة مناطق حضرية غير مخططة للوقوف علي جوانب من شأنها قياس مدى فاعليته التطبيقية ومن ثم تطويره إن أمكن ومن ثم تعميمه علي دراسات الارتقاء و إعادة التخطيط الحضري.
- هناك توصيات عامة موجهة إلى الإدارات العمرانية بالمناطق غير المخططة أهمها: تطوير ورفع كفاءة الطرق والقضاء علي النهايات المينة وإنهاء التعديلات علي حرم الشوارع من قبل الباعة والتجار الجائلين او المستأجرين، إزالة مخالفات الواجهات والاسطح، نقل الأنشطة الخطرة من المنطقة بشكل عاجل، تجديد شبكة المياه وزيادة الضغوط بها، إزالة مخالفات التوصيلات الكهربائية، وأخير المساهمة المادية مع سكان المنطقة لرفع قدرة المباني السكنية ضد أخطار الحريق بأساليب تمويلية ميسرة.
- أما التوصيات الموجهة إلى إدارة الحماية المدني هي: توفير سيارات مطافي وسيارات مياه صغيرة الحجم ثلاث عروض الشوارع الصغيرة، توفير مضخات ذات قدرات ملائمة لضخ المياه بخراطيم الحريق عبر الشوارع الضيقة لتحقيق مسافات كبيرة، وأخيرا توفير نقاط أطفاء بالقرب من هذه المناطق تفي بالمتطلبات الزمنية والمعايير التخطيطية تتوافق مع هندسة مكافحة الحريق، وأخيرا الاهتمام بالتوثيق الاحصائي لحوادث الحريق لما لذلك من أهمية في تطوير نماذج تقييم أخطار الحريق بشكل أكثر فاعلية.

المراجع

1. https://muegn.ru/ar/training/11_pozhary_v_zhilykh_i_obshhestvennykh_zdanijakh_ikh_prichiny_i_posledstvija.html. (٢٠١٨). حرائق المباني السكنية والعامة وأسبابها ونتائجها -
٢. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء - مايو ٢٠١٦ - جمهورية مصر العربية - دراسة تطوير وتنمية المناطق غير المخططة في مصر - http://www.capmas.gov.eg - إصدار مرجعي رقم - ٨١ - ٢٣٤٢٣ - ٢٠١٦.
3. Tiago M. Ferreira, Romeu Vicente - (6&7 October - 2014) - Urban fire risk: evaluation and emergency planning - Cultural Heritage and Loss Prevention - Porto, Portugal,.
٤. بوابة أخبار اليوم الإلكترونية (08 نوفمبر ٢٠١٩) - <https://m.akhbarelyom.com/news/newdetails>
5. National Fire Protection Association (2018) - NFPA 101- Life Safety Code.
6. J. Hurley - Editor-in-Chief (2016) - SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Fifth Edition - M.J. Hurley (ed.), SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3493 - DOI 10.1007/978-1-4939-2565-0, # Society of Fire Protection Engineers.
٧. المركز القومي لبحوث الاسكان والبناء - طبعة ٢٠١٦ - الكود المصري لاسس التصميم واشتراطات التنفيذ - لحماية المنشآت من الحريق - الجزء الاول.
8. U.S. Department of Homeland Security - August 2007- U.S. Fire Administration - National Fire Data Center - Emmitsburg, Maryland 21727 Topical Fire research series Volume 7, Issue 2 - www.usfa.dhs.gov/statistics/reports/pubs/tfrs.shtm.
9. National Fire Protection Association (2007) - NFPA 551, "Guide For The Evaluation Of Fire Risk Assessments", Quincy, Batterymarch Park, P. 9.
10. Yung, D. (2008), "Principles of Fire Risk Assessment in Buildings", WILEY, Yung & Associates Inc., Toronto, Canada, P. 73.
11. National Fire Protection Association (2019)- NFPA 13 – Standard for the Installation of Sprinkler Systems National.
12. JASON H. and MATTHEW M. and MORGAN O., (2008), "Assessing Low-level Compliance With The Essential Fire Safety Measures In Victoria, Australia", WPI, P. 31.
١٣. طارق سعيد إسماعيل (٢٠١٠) - رؤية إستراتيجية للتحكم في نمو غير مخططات الحضر بواسطة تقنية الجيومعلوماتية "دراسة حالة القاهرة الكبرى" (دكتوراه) - كلية الهندسة - قسم هندسة العمارة - جامعة الازهر.
١٤. أحمد كمال عفيفي & يحيي علي دامس الغامدي (٢٠١٠) - التخطيط العمراني وأثره في برامج الحماية المدني - جامعة نايف العربية للعلوم الامنية - ISBN 0-32-8006-603-978 - الرياض.
15. John Wiley and Sons Ltd (2001) - Geographical Information Systems and Science - Longley P A, Goodchild M F, Maguire D J, Rhind D W - Chapter 9
١٦. مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث UNISDR (٢٠٠٨) - التأهب للكوارث لتحقيق استجابة فعالة - مجموعة الإرشادات والمؤشرات لتنفيذ الأولوية الخامسة من إطار عمل هيوغو: 2005 - 2015 بناء قدرات الأمم والمجتمعات على مواجهة الكوارث - الأمم المتحدة - نيويورك وجنيف.