Suggesting A Method For Managing Expected Health And Safety Risks From The Design Phase Of Construction Projects

Dr. Fayez Jrad*
Hanan Wassouf**

(Received 14 / 10 / 2024. Accepted 22 / 12 / 2024)

□ ABSTRACT □

The construction sector is characterized by its dynamic nature, long working hours, and heavy reliance on manual labor. Despite the fact that safety procedure costs are significantly lower than the costs of accidents and injuries, the construction industry consistently ranks among the top industries with the highest rates of workplace injuries and fatalities. Safety planning is critical in construction; however, safety management on construction sites is typically limited to measures implemented during the execution phase, separate from project design and planning stages. This necessitates the adoption of a proactive safety management strategy instead of traditional methods. Research has demonstrated that making sound decisions during the design phase significantly enhances safety levels on construction sites.

This study introduces a methodology for proactive safety management aimed at early hazard control and the reduction of injuries and fatalities. It involves calculating the risk levels associated with construction elements based on twelve major hazards present in projects. By determining the overall risk value during the design phase, the methodology enables effective control of project risks and design modifications to achieve the lowest possible risk level for each project day. Furthermore, it identifies optimal mitigation measures for high-risk factors and incorporates proactive design strategies in early stages to minimize risks.

Keywords: Construction health and safety risks, safety measures, construction safety, safety management system, safety performance evaluation.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor- Department Of Management Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria. alikheirbek@tishreen.edu.sy**

****Postgraduate Student (Master)- Department Of Construction Engineering and Management– Tishreen University – Lattakia- Syria. rita.alhakem@tishreen.edu.sy**

اقتراح منهج لإدارة مخاطر الأمن والسلامة المتوقعة من مرحلة التصميم في مشاريع التشييد

د. فايز جراد*

حنان وسوف**

(تاريخ الإيداع 14 / 10 / 2024. قُبِل للنشر في 22/ 12 / 2024)

□ ملخّص □

يتصف قطاع البناء بطبيعة ديناميكية وساعات عمل طويلة بالإضافة الى اعتماده على الايدي العاملة، وعلى الرغم من أن تكاليف إجراءات السلامة أقل بكثير من تكاليف الاصابات والحوادث إلا أن قطاع البناء هو على الدوام من بين الصناعات الرئيسية ذات المعدلات الأعلى من إصابات ووفيات مكان العمل، ويعتبر التخطيط للسلامة مهم للغاية في صناعة البناء، ومع ذلك تبقى إدارة السلامة في مواقع التشييد محصورة فقط بتدابير السلامة أثناء تنفيذ البناء وذلك بشكل منفصل عن تصميم المشروع ومرحلة التخطيط، لذلك كان لابد من الاعتماد على استراتيجية استباقية لإدارة السلامة بدلا من الطرق التقليدية. حيث أثبتت الأبحاث والدراسات أن اتخاذ القرارات السليمة بدءا من مرحلة التصميم تساهم بشكل كبير في رفع مستوى السلامة في مواقع التشييد.

في هذا البحث تم تقديم منهجية من أجل إدارة السلامة الاستباقية للسيطرة على المخاطر بشكل مبكر، وتقليل الإصابات والوفيات من خلال حساب درجة الخطورة المرتبطة بعناصر التشييد وفق اثني عشر خطر رئيسي في المشاريع، وبالتالي تحديد قيمة المخاطر المرتبطة بالمشروع من مرحلة التصميم، مما يمكننا من السيطرة على مخاطر المشروع وتعديل التصميم بما يحقق أقل درجة خطورة في كل يوم من أيام المشروع، وتحديد الإجراءات المثلى للتخفيف من المخاطر ذات القيم الأعلى واتخاذ تدابير استباقية في المراحل المبكرة للحد من المخاطر.

الكلمات المفتاحية: مخاطر الصحة والسلامة في التشييد، اجراءات السلامة، سلامة البناء، نظام إدارة السلامة، تقييم أداء السلامة

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* **أستاذ – قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية. fayezalijrad@gmail.com**

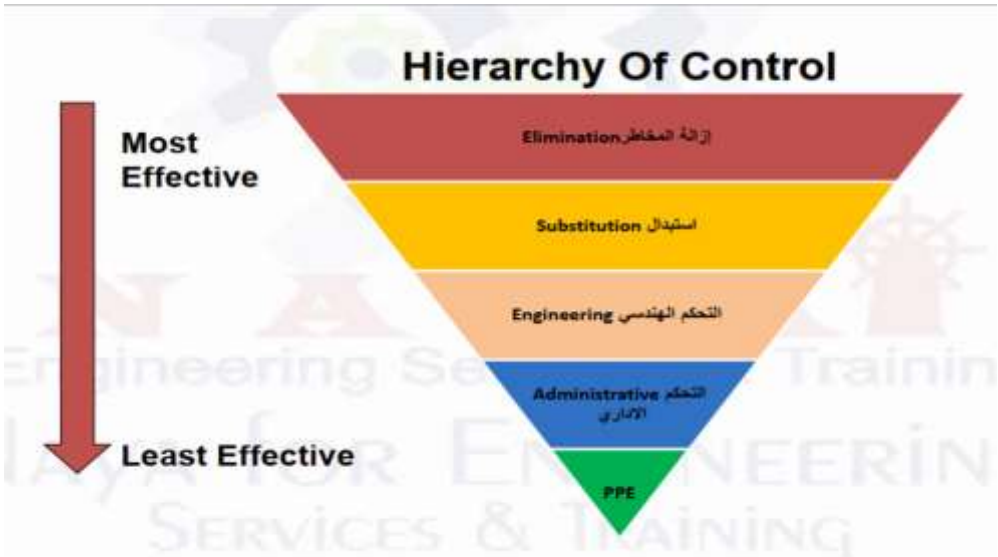
** **طالبة ماجستير – قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

hanan.wassof@tishreen.edu.sy

مقدمة:

تعتبر الصحة والسلامة المهنية التزام في القطاعات التي تعتمد على الأيدي البشرية مثل قطاع البناء[1].حيث تسبب صناعة البناء أكبر عدد من الوفيات مقارنة بأي صناعة أخرى بسبب نقص المعرفة والخبرة المتعلقة بالسلامة [2]، بالإضافة الى طبيعة العمل القاسية التي يتميز بها قطاع البناء.حيث يكون عمال البناء عرضة للوفاة أكثر بثلاث مرات وأكثر عرضة للإصابة مرتين من العمال في المهن الأخر [3] ،كما أشارت إحصائيات إصابات مكان العمل والمرض والوفيات إلى أن الصحة والسلامة المهنية في تشييد المباني لا تزال مشكلة عالمية، أكثر من (36٪) من الاصابات في مواقع العمل في الولايات المتحدة سببها صناعة البناء وبالمثل صناعة البناء الفنلندية هي المسؤولة عن وفاة واحدة من كل أربعة حوادث في العمل [4] ، وفقا ل إدارة الصحة المهنية OSHA إن 31 % من جميع الوفيات التي تحدث في مكان العمل سببها صناعة البناء[5] .وبصرف النظر عن فقدان الأرواح والإصابات والأمراض المهنية فإن حوادث مكان العمل تتكبد تكاليف اقتصادية كبيرة ،وعلى الرغم من الاهتمام المتزايد بالسلامة في مشاريع التشييد إلا أن هناك حدودًا لتقنيات إدارة السلامة الحالية .حيث انه في الوقت الحاضر تركز تدابير إدارة السلامة الرئيسية لمواقع البناء على تقييمات المخاطر بناءً على عمليات تفتيش الموقع وحالات حوادث السلامة الحالية ويتم استكمال التقييم على أساس خبرة وإشراف مفتشي السلامة وبالتالي يتم تحقيق نتائج مختلفة لإدارة السلامة اعتمادًا على الموقع والخبير[6] . حيث بدأ الادراك بأن الاجراءات المتبعة أثناء تنفيذ البناء هي اساليب بسيطة وغير عملية للسيطرة على السلامة لذلك تركز الدراسات البحثية بشكل متزايد على الاستباقية [7]، اي تحديد وتقييم المخاطر في وقت مبكر من عملية التصميم [8]. بالإضافة الى ذلك تعاني خطة السلامة من الفصل بين التصميم ومراحل التنفيذ في عملية البناء، والأساليب التقليدية التي تعتمد على عمليات التفتيش الورقية لتحديد مخاطر السلامة المحتملة، وباتباع هذه الطرق يكون من الصعب تحديد مواقع الخطر في مراحل البناء المختلفة. حيث أثبتت الأبحاث والدراسات أن اتخاذ القرارات السليمة من مرحلة التصميم تساهم بشكل كبير في رفع مستوى السلامة في مواقع التشييد لكن معظم المهندسين المعماريين ومهندسي التصميم لا يمتلكون أي معرفة بسلامة البناء عمليات البناء اللازمة لمنع مخاطر البناء من خلال التصميم [9]. في الواقع حوالي 71% من الحوادث يمكن منعها باتخاذ إجراءات الأمان في مرحلة تصميم البناء [10].

حيث يساهم ذلك في تقليل المخاطر التي يمكن أن تحدث خلال دورة حياة المبنى من خلال استنباط المخاطر مسبقًا وإجراء تقييم للمخاطر مما يساهم في تحسن العمليات وتحسين الكفاءة العملية، وبالتالي فهو وسيلة فعالة لتعزيز جوانب السلامة في المشاريع. ومع ذلك فإن الاستخدام الحالي للتكنولوجيات المتقدمة لتعزيز إدارة السلامة لا يزال محدودًا، وخاصة في الدول النامية [3].لذلك كان من الضروري ايجاد منهجية تدعم المصممين من خلال توفير طريقة لتقييم الأداء المتعلق بالسلامة لتصميمات المباني السكنية ،اي وضع الأسس والمعايير اللازمة للقياس الكمي لأداء السلامة في مشاريع البناء من أجل مساعدة الشركات والمقاولين والمصممين في تحسين أداء السلامة وبالتالي القضاء على مخاطر السلامة من خلال التصميم بدلاً من محاولة الحماية لاحقًا ،وكما ورد في التسلسل الهرمي لإدارة المخاطر الموضح في الشكل (1)، ان تحديد المخاطر الاستباقية والتخلص منها أكثر أمانًا و فعالية من حيث التكلفة من إدارة المخاطر التفاعلية .



الشكل (1) التسلسل الهرمي للسيطرة على المخاطر [11]

ويُعتبر استبدال المخاطر وإزالتها من أكثر الوسائل فعالية للتحكم في السلامة إذا تم تنفيذها في وقت مبكر من عملية التصميم[12] ،بالإضافة الى أن نقص معرفة المصمم بعمليات البناء ومحدودية توافر الأدوات للمساعدة عند تقييم مخاطر السلامة المرتبطة بالتصميم هي من أهم المعوقات أمام التصميم من أجل سلامة البناء [7، 8].حيث يحتاج تحديد المخاطر الى مهندسي سلامة محترفين لاكتشاف المخاطر وتحديد معدات السلامة المناسبة.لذلك كان لابد من التخلي عن الأساليب التقليدية في إدارة السلامة في مشاريع التشييد والتحول الى الإدارة الاستباقية للسلامة من خلال تحديد المخاطر مسبقا من مرحلة التصميم وتحديد الاجراءات المثلى التي تحقق أعلى درجة أمان في الموقع بما يتناسب مع الكلفة المحددة.

أهمية البحث وأهدافه:

مشكلة البحث:

تشهد أعمال البناء نسبة عالية من الحوادث والوفيات مقارنة مع الصناعات الاخرى على الرغم من الاهتمام المستمر بالسلامة والوقاية من الحوادث، لذلك كان لابد من اتباع طرق جديدة ومختلفة عن الطرق التقليدية بما يخص الأمن والسلامة في مجال البناء والنظر إلى موقع العمل انه أحد أهم الموارد التي يجب إدارتها في موقع البناء.

حيث تعاني خطة السلامة من الفصل بين التصميم ومراحل التنفيذ في عملية البناء، واعتماد الأساليب التقليدية التي تعتمد على عمليات التفتيش ومعالجة الخطر عند حدوثه بدلا من العمل على إزالة الخطر أو التخفيف من آثاره ونلخص مشكلة البحث في عدد من الأسئلة:

- ما هو دور قياس مؤشرات الأداء للأمن والسلامة في تحديد عوامل نجاح خطة إدارة الأمن والسلامة؟
- هل ربط مهام المشروع بالمخاطر من مرحلة التصميم يمكن أن يساعد المصممين على تحقيق خطة إدارة للسلامة ناجحة؟
- هل تساهم إدارة السلامة الاستباقية في رفع مستوى الأمن والسلامة في مشاريع التشييد في سوريا؟

هدف البحث:

كان الهدف الأساسي من هذا البحث هو قياس درجة الخطر المرتبطة بمشاريع التشييد في سوريا وتحديد أهم المخاطر المرتبطة بكل مهمة من مهام المشروع، بالإضافة الى اقتراح منهجية تساعد المصممين على تقييم مخاطر السلامة المرتبطة بالمشروع في مرحلة التصميم. حيث تساعد المنهجية المصممين في حساب درجة خطورة كل مهمة من مهام المشروع لجميع مخاطر البناء في مرحلة التصميم، مما يمكننا من السيطرة على مخاطر المشروع واتخاذ تدابير استباقية في التصميم والتخطيط في المراحل المبكرة للحد من المخاطر وتعديل التصميم بما يحقق أقل درجة خطورة في كل يوم من أيام المشروع.

أهمية البحث:

لاتزال قضية الامن والسلامة في المشاريع الهندسية هي القضية الرئيسة في صناعة البناء، لذلك من الضروري اتخاذ كافة الإجراءات اللازمة لرفع مستوى الامن والسلامة في بلدنا من خلال مواكبة التقنيات الجديدة في مجال البناء.

تكمن أهمية هذا البحث بتقديم أداة للسيطرة على الاثار السلبية الناتجة عن الحوادث واصابات العمل والسيطرة على مخاطر الأمن والسلامة بشكل مبكر من مرحلة التصميم، والتركيز على تطبيق كافة إجراءات الأمن والسلامة بشكل صحيح ووضع إجراءات اللازمة بما يتناسب مع متطلبات المشاريع الهندسية في سوريا. في ضوء ما تعانيه مشاريع التشييد في سوريا من غياب عنصر الامن والسلامة في المشاريع وازدياد عدد الاصابات بسبب اهمال هذا الجانب، بالإضافة الى الاهمية البشرية فان غياب الامن والسلامة في المشاريع سيؤثر على تكاليف المشروع وزمنه وبالتالي السيطرة على مخاطر الأمن والسلامة بشكل مبكر من مرحلة التصميم سيخفف من تأثيرها على كلفة وزمن المشروع.

طرائق البحث ومواده:

ان المنهج الذي سوف تستخدمه في البحث هو منهج وصفي تحليلي من خلال اجراء المقابلات الشخصية مع المهندسين ذوي الخبرة العالية (وتم اعتماد هذه المنهجية نظرا لغياب البيانات الأرشيفية) لنصل في نهاية البحث الى تحديد درجة الخطورة لكل عنصر من عناصر المشروع أو للمهام وبالتالي السيطرة على مخاطر البناء من مرحلة التصميم واتخاذ تدابير استباقية في التصميم والتخطيط في المراحل المبكرة.

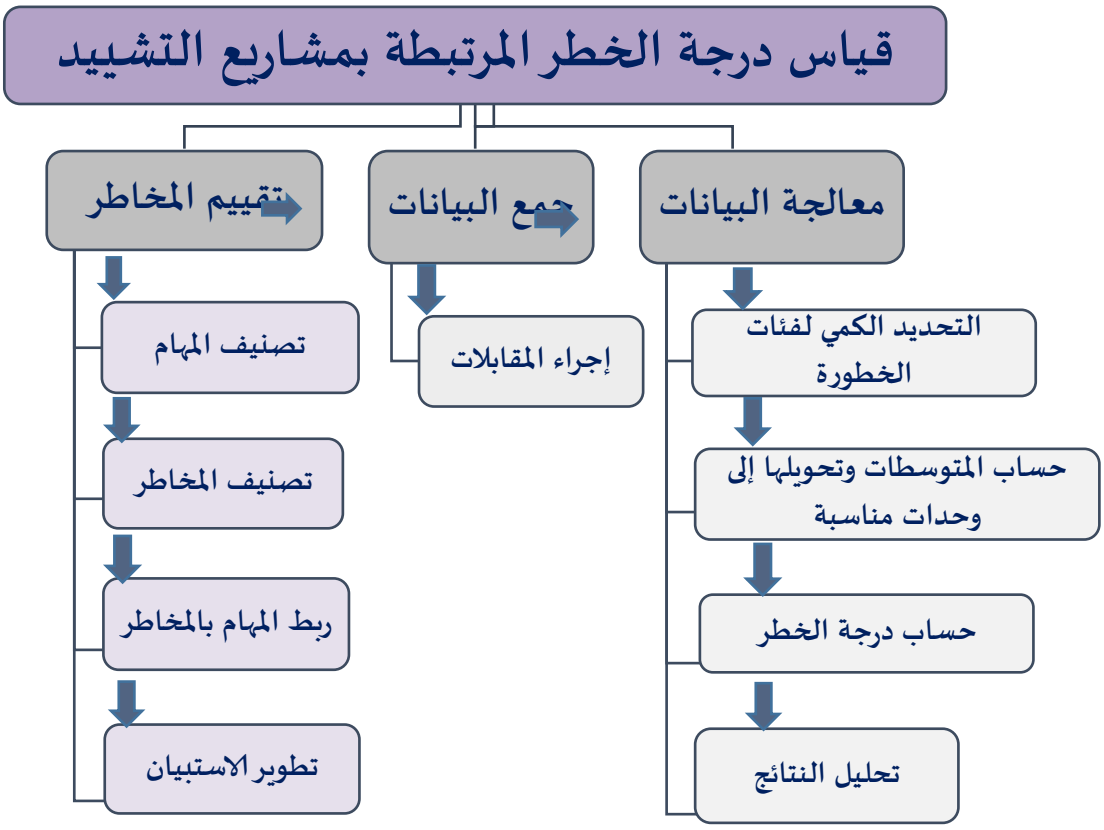
ولتحقيق هدف البحث يجب أن نمر بالمراحل التالية:

مراحل البحث:

قياس درجة الخطر المرتبطة بمشاريع التشييد في سورية:

تعتبر صناعة البناء من أكثر الصناعات خطورة في جميع أنحاء العالم ويعود ذلك الى أن أعمال البناء تتميز بمواقع عمل قاسية، كالارتفاع العالي والحفر والضوضاء والغبار ومصادر الطاقة المختلفة والمعدات الثقيلة المتنوعة ،والتي تؤدي الى سقوط العمال أو تعرضهم لضربة من آلة أو أداة حادة أو الصعق بالكهرباء، والتعلق بين شيئين وحوادث الانهيار وغيرها من الحوادث. ومع تزايد العمل في مجال البناء في البلدان النامية خلال السنوات القليلة الماضية ارتبط ذلك بزيادة في عدد وفيات العمل، ولتقييم مستوى الأمان في مشاريع التشييد يجب تحديد نسب الإصابات والوفيات التي تحدث. ونظرا لغياب تقارير الحوادث والوفيات الدقيقة في سوريا حيث يتم إهمال تحديد المخاطر بشكل مفصل ودرجات الخطورة بالإضافة إلى إهمال الحوادث وشيكة الحدوث وعدم الإبلاغ عنها كان من الصعب الاعتماد على القيم

الموجودة في التقارير لذلك تم اعتماد المنهجية الموضحة في الشكل (2) لتحديد درجة المخاطر المرتبطة بكل مهمة من مهام المشروع وفق 12 خطر رئيسي.



الشكل (2) منهجية قياس درجة الخطر المرتبطة بمشاريع التشييد (إعداد الباحثة)

1.مراحل تقييم المخاطر:

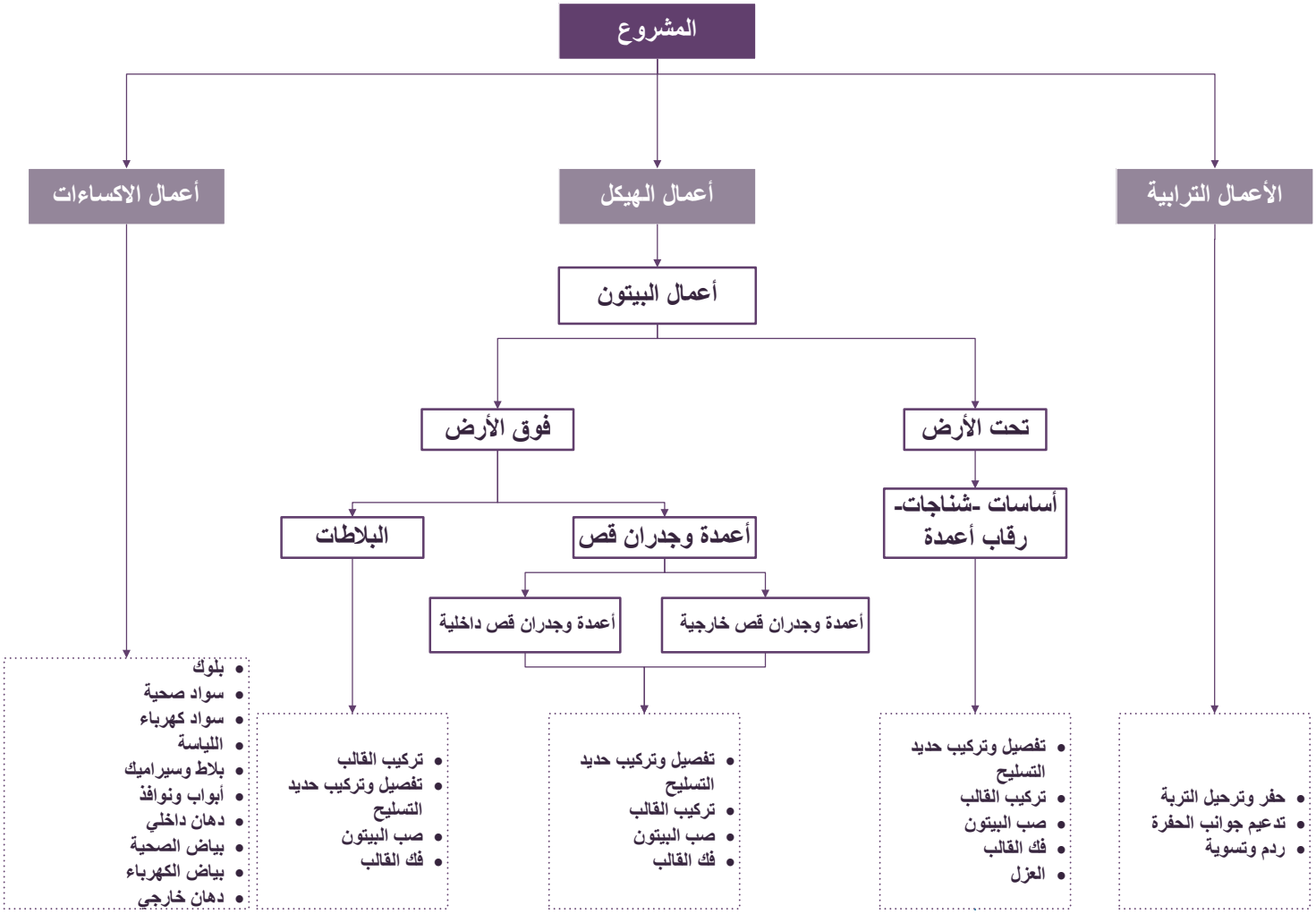
1.1 تصنيف المهام:

بالاستفادة من أنظمة التصنيف التي تم استخدامها في الدراسات المرجعية وأنظمة التصنيف العالمية Master Format و Uniformat تم تطوير تصنيف خاص للمهام من أجل ربطها بالمخاطر. يوضح الشكل (3) تقسيم أعمال المشروع حيث تم التقسيم وفق التالي:

1. أعمال ترابية: متضمنة المهام المرتبطة بها من (حفر وترحيل التربة، التدعيم، الردم)
2. أعمال الهيكل؛ تنقسم الى

- الأعمال تحت الأرض أي أعمال الاساسات ورقاب الأعمدة والشيناجات المتضمنة المهام التالية (تفصيل وتركيب حديد التسليح، تركيب القالب، صب البيتون، فك القالب، العزل)
- الاعمال فوق الأرض وتتفرع الاعمال فوق الأرض الى أعمدة وجدران قص وبلاطات متضمنة (تركيب حديد التسليح، تركيب القالب، صب البيتون ،فك القالب)، وتم التمييز والفصل بين الاعمدة وجدران القص الخارجية والداخلية كون المخاطر المرتبطة بكل منها مختلف عن الاخر.

3. أعمال الإكساءات: بلوك ولياسة ودهان خارجي وداخلي وتركيب بلاط وسيراميك بالإضافة الى سواد وبياضات الصحية والكهرباء.



الشكل (3) تصنيف مهام المشروع (إعداد الباحثة)

1. 2 تصنيف المخاطر:

بالنسبة للخطوة الثانية من المنهجية المتبعة هي تحديد المخاطر الخاصة بتشييد المباني، ونظرا للكمية الكبيرة لمهام المشروع وارتباط كل مهمة من هذه المهام مع عدد كبير من المخاطر وكل خطر من هذه المخاطر تم ربطه بپارامترات الشدة والاحتمال والتعرض وبالتالي كان موضوع التصنيف هي احدى المشاكل التي واجهتنا في هذا البحث وحاولنا حلها. حيث تعددت طرق التصنيف التي استخدمها الباحثون في الأبحاث السابقة التي تناولت موضوع الامن والسلامة في مشاريع التشييد.

وتم إعداد قائمة مفصلة بمخاطر الصحة والسلامة المهنية الموضحة في الجدول (1)، وتم الاعتماد على الدراسات المرجعية التالية [1، 13] وإضافة مخاطر أخرى بحسب رأي مجموعة من الخبراء المتخصصين في هذا المجال.

تتكون القائمة من احدى وثلاثين خطرًا على الصحة والسلامة المهنية ضمن اثنتي عشر مجموعة رئيسية من مخاطر الصحة والسلامة المهنية في مشاريع التشييد.

الجدول (1) تصنيف المخاطر [1، 13]

1. سقوط العمال
○ السقوط من حافة المنصات والأرضيات. ○ السقوط من السقالات. ○ الوقوع في فتحات أرضية في البناء (عمود المصعد، بئر السلم). ○ السقوط من السطوح. ○ الوقوع على نفس المستوى. ○ السقوط من السلم. ○ السقوط من الدرج. ○ السقوط من الرافعة. ○ الوقوع في الفجوات في الطابق الأرضي.
2. سقوط المواد
○ سقوط المواد من الطوابق العليا. ○ سقوط المواد من المركبة (رافعة، شاحنة، مضخة البيتون والجبالة .... الخ) أثناء التحميل والتفريغ. ○ سقوط المواد أثناء المناولة اليدوية. ○ إمالة من مخزون المواد. ○ سقوط المواد من المنحدر.
3. التشظي
○ بقع من قطع الحجر أو مواد البناء. ○ تناثر المواد من الأجهزة. ○ تناثر اجزاء المعدات .
4. انهيار حواف الحفر
○ انهيار حواف الأساس. ○ انهيار المنحدر أثناء الحفريات.
5. انهيار جزء من الهيكل
○ انهيار الهيكل أثناء البناء.
6. حادث كهربائي
○ تلامس المواد الموصلة مع خطوط الجهد بالقرب من الهيكل. ○ تسرب كهربائي من أداة كهربائية. ○ التسرب الكهربائي من اللوحات الكهربائية وكابلات التمديد والطاقة.
7. حوادث استخدام المتفجرات
8. حوادث آلات البناء

○ قلب مركبات البناء. ○ صدم المركبات لعمال البناء. ○ صدم الات البناء مع بعضها. ○ سقوط المواد على الجزء العلوي من مركبة البناء. ○ الوقوع تحت مركبات البناء.
9. الحرائق
10. الضوضاء
11. الاهتزاز
12. اصابات اليد اثناء استخدام الأدوات اليدوية والآلات او الاصابة بجسم حاد

1. 3 ربط المهام بالمخاطر:

بعد الوصول الى التصنيف السابق تم ربط كل مهمة من المهام مع كافة المخاطر التي يمكن ان تحدث ضمن المشروع وكل خطر من هذه المخاطر يتم التعبير عن درجته وفق بارامترات الشدة والاحتمالية(التكرار) والتعرض.

1.3.1شدة الخطر:

تم تصنيف مستويات شدة الخطورة بناء على قدرة العامل الى العودة الى العمل . حيث توضح الدراسات السابقة وجود 10 مستويات للخطورة ولكن في دراستنا الحالية من الصعب اعتماد 10 مستويات من الخطورة، لذلك كان هناك ضرورة الى دمج مستويات الشدة التي تم استخدمها في الدراسات السابقة في فئات عامة محددة {حوادث وشيكة الحدوث،المنخفضة،المتوسطة والعالية} يتم توضيح فئات الخطورة ومستويات الخطورة المجمعة في الجدول (2):

الجدول (2) مستويات شدة الخطر

مدخلات الاستبيان من قبل المشاركين في الاستطلاع	مستويات الشدة مجتمعة [15]	فئات الشدة [14]
1	وشيك الحدوث	وشيك الحدوث (بدون إصابة أو تأثير على وقت العمل)
	ضئيلة	
2	انزعاج مؤقت	خطورة منخفضة (لا يوجد تأثير على وقت العمل؛ يعود العامل إلى العمل المنتظم خلال يوم واحد)
	انزعاج مستمر	
	الم مؤقت	
	الم مستمر	
	اسعافات أولية طفيفة	
3	الإسعافات الأولية الرئيسية	درجة خطر متوسطة (لا يمكن للعامل العودة إلى العمل العادي خلال يوم واحد)
	حالة طبية	
	ضياع وقت العمل	
4	العجز الدائم	درجة خطر عالية (لا يستطيع العامل العودة إلى العمل العادي على الإطلاق)
	الوفاة	

على الرغم من أن الحوادث وشيكة الحدوث توفر تحذيرات مبكرة للمخاطر إلا أنها غالبًا ما تُترك دون الإبلاغ عنها. [13] .

1.3.2احتمال (تكرار) الخطر:

تم تبسيط مقياس الاحتمال من خلال تحديد متوسط الوقت بين الحوادث من حيث الساعة واليوم والأسبوع، وهي موضحة في الجدول (3).

الجدول (3) مقياس تكرار المخاطر [14]

مدخلات الاستبيان من قبل المشاركين في الاستطلاع	متوسط الوقت بين الحوادث
0	مستحيل
1	نادر
2	50 سنة
3	10سنوات
4	5سنوات
5	سنة
6	6 أشهر
7	شهر
8	أسبوع
9	يوم
10	ساعة

1.3.3التعرض:

طلب من المجيبين تحديد قيم التعرض للنشاط والاشارة اليه كنسبة مئوية للوقت المستغرق في كل نشاط أثناء تنفيذ العملية ، بعدها تم حساب متوسط قيمة التعرض لجميع المجيبين التي ستساهم في حساب المخاطر التراكمية للمهام ،يتم اعتماد ساعات العمل لكل مهمة حسب حالة الدراسة المعتمدة وهي تختلف من مشروع لآخر .على سبيل المثال، x% وy% وz% هي قيم التعرض للنشاط من ثلاثة مستجيبين للنشاط A1، وE هي ساعات العمل/ الوحدة المطلوبة لتنفيذ المهمة ، التعرض للنشاط في ساعات العمل/الوحدة لميزة التصميم يتم الحصول عليها وفق المعادلة (1)[7] .

$$\varepsilon = \mu\% * E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث إن μ% هي متوسط قيم x% وy% وz%.

1.4 تطوير نموذج عن المقابلة:

تم ربط المهام مع جميع أنواع المخاطر الرئيسية التي تحدث في مشاريع التشييد للوصول الى الشكل التالي من نموذج المقابلة، وفيما يلي مثال عن حساب درجة الخطورة لأعمال البيتون تحت الأرض (الاساسات) الشكل (4).

حيث طلب من المجيبين ملئ ما يلي:

1-إضافة شدة الخطر للمخاطر السلامة المذكورة بالنسبة لكل مهمة من مهام المشروع، وتتراوح قيمة شدة الخطر من (1الى 4)

2-تحديد معدل تكرار الحوادث وفق كل مهمة من المهام، ويتراوح معدل التكرار من مستحيل الحدوث الى معدل تكرار الحادث كل ساعة.

3- النسبة المئوية للوقت المطلوب لكل نشاط ضمن العملية

2. جمع البيانات:

تم اجراء مقابلات مع 50مهندس ذوي خبرة عالية من مؤسسات متنوعة عامة وخاصة (مؤسسة تنفيذ الانشاءات العسكرية فرع مصياف، بلدية طرطوس، نقابة المهندسين في اللاذقية، مكاتب خاصة).

3. معالجة البيانات:

أولا يتم تحديد الأوزان النسبية لفئات الخطورة الأربعة، بعد ذلك يتم حساب قيم الاحتمال (التكرار) وتحويلها الى وحدات قابلة للاستخدام لتقدير مخاطر سلامة البناء، وأخيرا يتم حساب مخاطر الوحدة والمخاطر التراكمية لجميع العمليات في المشروع بالنسبة لجميع مخاطر البناء ثم مقارنة النتائج.

1.3التحديد الكمي لفئات الخطورة المقترحة:

هناك العديد من الدراسات التي اهتمت بتحديد المستويات لقياس شدة مخاطر الامن والسلامة. حيث توضح الدراسات السابقة وجود 10 مستويات للخطورة بناء على قدرة العامل للعودة الى العمل، لكن في بحثنا كان من الصعب اعتماد 10 مستويات للخطر لذلك تم اعتماد 4 مستويات للخطر وهي (وشيك الحدوث –منخفض –متوسط–عالي الخطورة). حيث يعرف الحادث وشيك الحدوث على أنه حادث دون إصابة أو ضرر ومع ذلك من الضروري أخذ الحوادث الوشيكة بعين الاعتبار للحد من تكرارها ومنع حدوثها[7] ، وهذه المستويات الاربعة هي ناتجة عن دمج المستويات ال10 التي تناولتها الدراسات السابقة حيث قام الباحث[7] بدمج هذه المستويات وحساب الاوزان المقابلة للمستويات الاربعة وهي موضحة في الجدول (4).

أعمال البيتون تحت الأرض (الاساسات)														
Design feature element: cast in place concert														
Risk / Act	Activity exposure (%)		خطر سقوط العمال	خطر سقوط المواد	التشظي	انهيار حوائف الحفرة	انهيار أجزاء من الهيكل	حادث كهربائي	استخدام المواد المتفجرة	حوادث آلات البناء	حرائق	ضوضاء	اهتزاز	إصابات ناتجة عن استخدام المعدات اليدوية والآلات أو الإصابة بجسم حاد
تفصيل وتركيب حديد التسليح		الشدة												
		الاحتمالية												
تركيب القالب		الشدة												
		الاحتمالية												
صب البيتون		الشدة												
		الاحتمالية												
فك القالب		الشدة												
		الاحتمالية												
العزل		الشدة												
		الاحتمالية												

الشكل (4) نموذج عن المقابلة لقياس المخاطر المرتبطة بأعمال البلاطات

الجدول (4) قيم أوزان شدة المخاطر [7]

قيم التأثير الهندسي	فئات شدة الخطر
(0-1)	وشيك الحدوث
17	منخفض الخطورة
158	متوسط الخطورة
14282	عالي الخطورة

2.3تحويل قيم الاحتمال (التكرار) الى وحدات مناسبة:

يتم تحويل قيم التكرار التي تم الحصول عليها من المجيبين إلى وحدات قابلة للاستخدام من الحادث لكل ساعة عمل. وكما هو موضح في الجدول (3) تتوافق كل قيمة مع فترات زمنية إما بالساعات، أو الأيام، أو الأشهر، أو السنوات. تم تحويل استجابات الاحتمال (التكرار) إلى ساعات عمل بافتراض 8ساعات عمل في اليوم و6 ايام عمل بالأسبوع و26 يوم بالشهر، و300يوم عمل بالسنة بعد الغاء ايام الاعطال الرسمة في السنة.

يشير الجدول (5) إلى التحويل من فترات العمل المعروفة إلى ساعات العمل والقيم الاحتمالية من حيث الحوادث لكل ساعة عمل.

جدول (5) تحويلات مقياس احتمال الحوادث (إعداد الباحثة)

حادث كل ساعة عمل	ساعات العمل بين الحوادث	النطاق الأصلي	قيمة مقياس التردد
1	1	ساعة	10
0.125	8	يوم	9
0.0208	48	أسبوع	8
4.807*10^-3	208	شهر	7
8.012*10^-4	1248	6 أشهر	6
4.166*10^-4	2400	سنة	5
8.333*10^-5	12000	5 سنوات	4
4.166*10^-5	24000	10 سنوات	3
8.333*10^-6	120000	50 سنة	2
0	negligible	ضئيل	1

3.3حساب درجة الخطر:

بالاعتماد على القيم السابقة يتم حساب متوسط الشدة والاحتمالية لكل مهمة بالنسبة لجميع المخاطر، ثم يتم حساب مخاطر الوحدة والمخاطر التراكمية وفق المعادلتين (2) (3)[7] .

$$\text{Unit risk}(S/w\text{-}h) = \text{Frequency (incident/ w-h)} \times \text{Severity (S/incident)} \quad \ldots\ldots (2)$$

$$\text{Cumulative risk}(S/\text{unit}) = \text{Frequency (incident/ w-h)} \times \text{Severity (S/incident)} \times \text{Exposure } (w\text{-}h/\text{unit}) \quad \ldots\ldots (3)$$

باستخدام إجراءات الحساب في المعادلتين (2)و(3) يتم تحديد مخاطر الوحدة والمخاطر التراكمية لجميع الانشطة والمهام المعتمدة في أعمال البناء.

دراسة الحالة:

تم تطبيق حالة الدراسة على ابراج عمريت في طرطوس التابعة لمؤسسة تنفيذ الانشاءات العسكرية (فرع مصياف)، يتكون البرج من ١٤ طابق وبمساحة كلية 5025 م^2. طبقت المنهجية على أعمدة خارجية وداخلية لمقارنة النتائج.

أولا. العمود الخارجي: بأبعاد30*80 سم وارتفاع الطابق 330 سم حيث يتكون من ٤ انشطة اساسية وهي تركيب القالب الخشبي وتفصيل وتركيب حديد التسليح وصب البيتون وفك القالب كما هو موضح في للجدول (6). تم الحصول على الكميات من الرسومات التصميمية للمبنى، ويتم حساب مخاطر السقوط المرتبطة بكل مهمة من المهام وفق المعادلة رقم (3). ولحساب قيمة خطر السقوط الكلية المرتبطة بكل مهمة يتم تطبيق المعادلة (4):

Total Design Risk = Cumulative risk(S/unit) * Quantity..... (4)

ثانيا. العمود الداخلي: على نهج مماثل تم حساب قيمة خطر السقوط لعمود داخلي بأبعاد 30*80 سم وارتفاع الطابق 330سم كما هي موضحة في الجدول (7).

الجدول (6) قيم خطر السقوط المرتبطة بأعمال الأعمدة الخارجية (إعداد الباحثة)

ACT	النشاط	Unit risk(S/w-h)	Cumulative risk(S/unit)	unit	Quantity	Total Design Risk
1	تفصيل وتركيب حديد التسليح	0.0661	1.4933*10^-3	Kg	110.8	0.1654
2	تركيب القالب	0.0466	6.26*10^-3	m^2	7.26	0.04544
3	صب البيتون	0.0446	1*10^-4	m^3	0.792	7.92^-5
4	فك القالب	0.0513	1.1733*10^-3	m^2	7.26	8.518*10^-3

الجدول (7) قيم خطر السقوط المرتبطة بأعمال الأعمدة الداخلية (إعداد الباحثة)

ACT	النشاط	Unit risk(S/w-h)	Cumulative risk(S/unit)	unit	Quantity	Total Design Risk
1	تفصيل وتركيب حديد التسليح	0.03069	7.033*10^-4	Kg	110.8	0.077929
2	تركيب القالب	0.009026	1.2*10^-3	m^2	7.26	8.712*10^-3
3	صب البيتون	0.01378	3.333*10^-5	m^3	0.792	2.64*10^-5
4	فك القالب	0.008521	2*10^-4	m^2	7.26	1.452*10^-3

ونلاحظ من القيم السابقة أن أعمال الأعمدة وجدران القص الخارجية لها نسب أعلى من مخاطر السقوط مقارنة مع أعمال الأعمدة وجدران القص الداخلية، لذلك يجب التركيز على إضافة الإجراءات المناسبة للتخفيف من المخاطر مثل تركيب حاجز حماية على امتداد حواف البلاطة وتركيب شبكة السلامة. وعلى نهج مماثل يتم حساب درجة الخطر لجميع عناصر التشييد وحسابها لكامل المشروع.

من خلال هذه المنهجية يتم حساب المخاطر المرتبطة بكل مهمة من مهام المشروع وبالتالي تحديد قيمة المخاطر المرتبطة بالمشروع من مرحلة التصميم مما يساعد على تحديد الاجراءات المثلى للتخفيف من المخاطر ذات القيم الأعلى واتخاذ تدابير استباقية في التصميم في المراحل المبكرة للحد من المخاطر. بالإضافة الى ذلك يمكن ربط هذه المخاطر مع الخطة الزمنية وبالتالي يمكننا من تحديد توزع المخاطر بشكل يومي على مدار ايام المشروع.

النتائج والمناقشة:

تم في هذا البحث حساب درجة الخطر المرتبطة بمشاريع التشييد في سوريا من خلال:

- تصنيف مهام المشروع بالاعتماد على أنظمة التصنيف العالمية Uniformat و Master Format، حيث تم تقسيم اعمال المشروع الى أعمال ترابية وهيكل وأعمال الإكساءات متضمنة كل منها المهام، كما هو موضح في الشكل (3).
- تصنيف مخاطر السلامة التي تحدث في مشاريع التشييد بالاعتماد على الدراسات المرجعية وعلى رأي الخبراء، وتتكون القائمة من احدى وثلاثين خطرًا ضمن اثنتي عشر مجموعة رئيسية من مخاطر الصحة والسلامة المهنية في مشاريع التشييد، كما هي موضحة في الجدول (1).
- حساب مخاطر الوحدة لجميع مهام المشروع وهي حاصل ضرب قيمة الشدة مع احتمال(تكرار) حدوث الخطر، من خلاله توصلنا الى ما يلي:

1. تسبب أعمال فك القالب للبلاطات حوالي 9.78% من إجمالي مخاطر سقوط العمال ولها أعلى نسبة من بين المهام، أي ما يعادل179 إصابة في السنة متوسطة الشدة (أي تحتاج اسعافات أولية رئيسية) ويعود السبب الرئيسي هو غياب وسائل الحماية أثناء فك القالب من شبكات السلامة والمنصات، يليها تفصيل وتركيب حديد التسليح للأعمدة الخارجية 8.66% من إجمالي مخاطر السقوط.
2. بالنسبة لخطر سقوط المعدات كان تفصيل وتركيب حديد التسليح للأعمدة وجدران القص الخارجية له أعلى نسبة من الحوادث وتشكل حوالي 13.6%، أي بما يعادل 243 إصابة في السنة منخفضة الشدة (تسبب انزعاج مؤقت أو مستمر، ألم مؤقت أو مستمر وتحتاج اسعافات أولية بسيطة ولكن العامل قادر على العودة الى العمل في نفس اليوم)، ويعود السبب الى عدم وجود شبكة السلامة والحواجز التي تمنع سقوط المعدات وعدم وجود إشارات تحذيرية تمنع الاخرين من الاقتراب تحت منطقة العمل، بالإضافة الى عدم ارتداء العمال لخوذ السلامة التي تحمي الرأس من المواد المتساقطة وعدم ارتداء حذاء السلامة لحماية القدم أيضا من المواد المتساقطة.
3. وكانت اعمال حفر وترحيل وردم وتسوية التربة هي المسبب الأعلى لحوادث آلات البناء وتشكل حوالي 29.43% من إجمال الإصابات، بما يعادل 33 إصابة في السنة متوسطة الشدة، بسبب عدم وضع إشارات تحذيرية وغياب محددات السرعة، بالإضافة الى عدم الاهتمام بتحديد ممرات عبور الاليات والعمال وتحديد مداخل ومخارج الأليات والعمال وعدم التزام الاليات بالمسافات والابعاد المحددة بين بعضها وبين العناصر الأخرى.
4. تعتبر أعمال فك وتركيب القالب أثناء تنفيذ الاساسات والبلاطات والأعمدة الداخلية والخارجية وأعمال العزل لها أعلى نسبة من مسببات الحرائق اي حوالي 8.83%، حوالي 33 إصابة في السنة متوسطة الشدة ويعود ذلك بسبب سوء تخزين خشب القوالب ووضعه بالقرب من مسببات الحريق، بالإضافة لعدم توزيع طفايات حرائق في الموقع وفي المخازن.
5. وكان صب البيتون وحفر وترحيل التربة هو من أكثر الاعمال التي تسبب ضجيج في مواقع التشييد ولها نسبة 16.59% من اجمالي الاعمال، يليها تفصيل وتركيب حديد التسليح 2.76%،والسبب في ذلك أن معظم المشاريع

تعتمد على قص وقطع الحديد في ورشة ضمن الموقع مما يحتاج ذلك الى وجود مولدات لتوليد الطاقة الكهربائية وبالتالي يسبب ذلك ضجيج عالي في الموقع ويحتاج ذلك الى اختيار آلات ذات مواصفات قياسية ومطابقتها بالمستويات المسموح بهاو عزل مصدر الضوضاء واستخدام حائط وحواجز عازلة للصوت في غرف الاستراحة والمساكن المؤقتة ، بالإضافة الى تقييم وقياس مستوى شدة الضوضاء بصفة دورية ومنتظمة بالإضافة الى استخدام مَعدات الوقاية الشخصية في الحالات التي يصعب فيها التحكم الهندسي.

6. يسبب تركيب القوالب اعلى معدل من الإصابات اثناء استخدام الأدوات اليدوية والآلات او الاصابة بجسم حاد وهي 13.33%، حوالي 2889 إصابة في السنة منخفضة الشدة، بسبب اهمال وسائل الحماية الشخصية وعدم ارتداءها.

- حساب المخاطر التراكمية التي تعبر عن المخاطر في وحدة القياس ومن خلالها يمكن تحديد درجة الخطر المرتبطة بكل مهمة من مهام المشروع وبالتالي حساب درجة الخطر المرتبطة بالمشروع من مرحلة التصميم والتي تمكننا من اتخاذ الإجراءات الاستباقية المناسبة من مرحلة التصميم واضافة الإجراءات المناسبة في الوقت المناسب أو تعديل الخطة الزمنية من خلال تخفيف تداخل الأنشطة التي لها أعلى درجات الخطر.
- المنهجية المقترحة هي بمثابة أداة لقياس مستوى مخاطر السلامة في مشاريع البناء، كما أنها توفر أساسًا ثابتًا للمقارنات المستقبلية والقياس بين شركات البناء المختلفة ومواقع البناء.
- تساعد هذه المنهجية شركات البناء في تحديد أماكن وأوقات المخاطر بسهولة في الموقع وتطبيق إجراءات السلامة المطلوبة لإنشاء موقع بناء أكثر صحة وأمانا.
- يمكن الاستفادة من المنهجية المقترحة في زيادة وعي العاملين وإدراكهم للمخاطر التي قد يتعرضون لها وحثهم على الالتزام بمعدات السلامة الشخصية والتدابير المناسبة.
- لوحظ أن مشاريع التشييد في سوريا غالبا لا تتبع إجراءات السلامة وإدارة المخاطر وتفتقر الى هذه الثقافة.

الاستنتاجات والتوصيات:

بناء على نتائج تقييم درجة السلامة في مشاريع التشييد والبناء في سوريا ، التي أوضحت الاعتماد على المنهجيات التقليدية في إدارة السلامة و اسلوب معالجة المخاطر بعد وقوعها بدلاً من إزالتها أو تخفيف آثارها في مراحل سابقة ، يوصى باعتماد المنهجية الحديثة المقدمة ضمن البحث ، لما تقدمه من أسلوب جديد يعمل على حساب المخاطر المرتبطة بكل مهمة في المشروع خلال مرحلة التصميم، وبالتالي تحديد الاجراءات المثلى للحد من هذه المخاطر واتخاذ التدابير الاستباقية التي تحقق درجة أعلى للأمان والسلامة في الموقع بما يتناسب مع الكلفة المحددة.

ويقترح للدراسات المستقبلية تطبيق المنهجية على المشاريع مسبقة الصنع، ودراسة إمكانية اعتمادها كوسيلة لاتخاذ القرار في المشاريع، ودراسة مدى تأثير تطبيق هذه المنهجية وانعكاساتها على زمن وكلفة وجودة المشروع.

References:

1. Kılınç B. A ftopsis based occupational health and safety risk management method for identifying optimal safety measures for building construction projects: Middle East Technical University; 2019.

2. Qi J, Issa R, Hinze J, Olbina S. Integration of safety in design through the use of building information modeling. Computing in Civil Engineering (2011)2011. p. 698-705.

3. Yap JBH, Skitmore M, Lam CGY, Lee WP, Lew YL. Advanced technologies for enhanced construction safety management: investigating Malaysian perspectives. International Journal of Construction Management. 2024;24(6):633-42.
4. Zhang S, Sulankivi K, Kiviniemi M, Romo I, Eastman CM, Teizer J. BIM-based fall hazard identification and prevention in construction safety planning. Safety science . .45-72:31؛2015
5. Kiviniemi M, Sulankivi K, Kähkönen K, Mäkelä T, Merivirta M-L. BIM-based safety management and communication for building construction. 2011.
6. Lee Y, Kim I, Choi J. Development of BIM-based risk rating estimation automation and a design-for-safety review system. Applied Sciences. 2020;10(11):3902.
7. Dharmapalan V, Gambatese JA, Fradella J, Moghaddam Vahed A. Quantification and assessment of safety risk in the design of multistory buildings. Journal of Construction Engineering and Management. 2015;141(4):04014090.
8. Ifeanyi Okakpu GP, Robert Amor. Integrating Building Information Modelling and Health and Safety
Design Phase. January 2023.
9. Gangolells M, Casals M, Forcada N, Roca X, Fuertes A. Mitigating construction safety risks using prevention through design. Journal of safety research. 2010;41(2):107-22.
10. Chan IY, Leung H, Fung IW, Leung M, editors. How can BIM support construction safety management? Development of SIM. MATEC Web of Conferences; 2016: EDP Sciences.
11. Jin Z ،Gambatese J, Liu D, Dharmapalan V. Using 4D BIM to assess construction risks during the design phase. Engineering, Construction and Architectural Management. 2019;26(11):2637-54.
12. Nnaji C, Gambatese J, Karakhan A, Eseonu C. Influential safety technology adoption predictors in construction. Engineering, Construction and Architectural Management. 2019;26(11):2655-81.
13. Hashmi F, Hassan MU, Zubair MU, Ahmed K, Aziz T, Choudhry RM. Near-Miss Detection Metrics: An Approach to Enable Sensing Technologies for Proactive Construction Safety Management. Buildings. 2024;14(4):1005.
14. Dharmapalan V. Risk factor quantification of design elements for multistory commercial office buildings. 2011.
15. Hallowell MR. A formal model for construction safety and health risk management: Oregon State University; 2008.