Structural Safety Assessment in R.C Structures

July - 2025

Ali M. Hasan

Alihasan18@ymail.com

محاور الجلسة

التشققات في البيتون

1. أنواع التشققات في المباني.
2. معايير تقييم التشققات وتحديد خطورتها.

الانفجارات وتأثيرها على المنشآت البيتونية المسلحة

1. العوامل التدميرية للانفجار
2. الإشارات والدلائل التحذيرية لتحديد التفجير والضرر اللاحق
3. استجابة العناصر الإنشائية لتأثير الانفجارات
4. نماذج الأضرار في العناصر الإنشائية بتأثير المتفجرات.

تقييم سلامة المنشآت الهندسية

1. تقييم سلامة المنشآت الهندسية.
2. مثال عملي.
3. مصفوفة اتخاذ القرار.

Back

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

التشققات في البيتون

أنواع التشققات

أنواع التشققات

- التشققات الغير إنشائية
- تشققات الهبوط اللدن في البيتون
- تشققات الانكماش الحراري
- تشققات الفصل بين البلوك والبيتون
- التشققات الناجمة عن التعديلات المعمارية

أنواع التشققات

التشققات الغير إنشائية

تشققات الهبوط اللدن في البيتون

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

أنواع التشققات

التشققات الغير إنشائية

تشققات الانكماش الحراري

أنواع التشققات

التشققات الغير إنشائية

تشققات الفصل بين البلوك والبيتون

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

أنواع التشققات

التشققات الغير إنشائية

التشققات الناجمة عن التعديلات المعمارية

أنواع التشققات

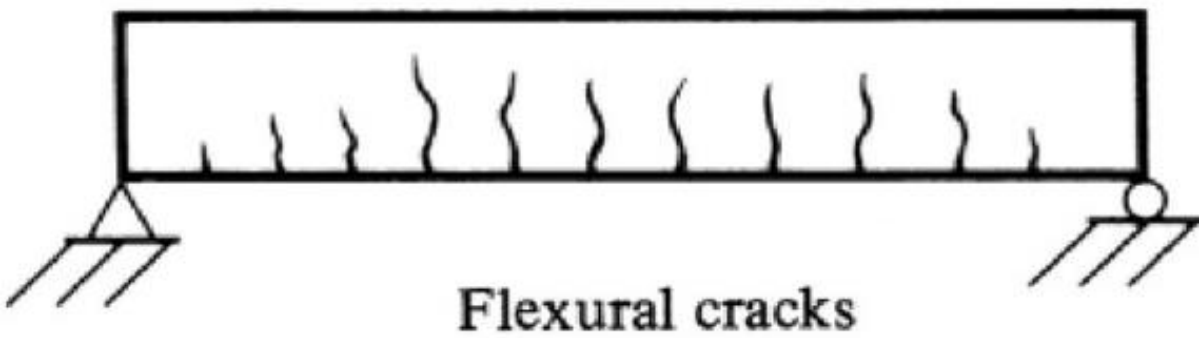
- التشققات الإنشائية
  - تشققات الانعطاف
  - تشققات القص
  - تشققات القص والانعطاف
  - تشققات الفتل

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

أنواع التشققات

التشققات الإنشائية

تشققات الانعطاف



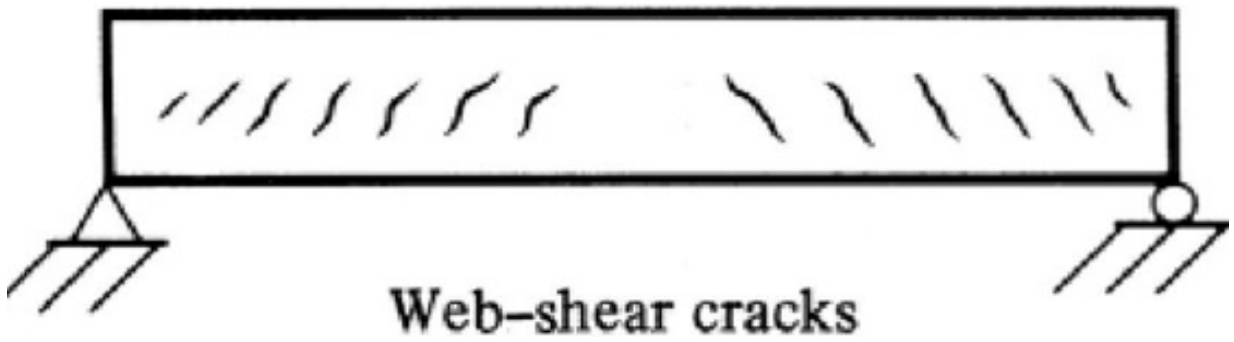
Flexural cracks

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

أنواع التشققات

التشققات الإنشائية

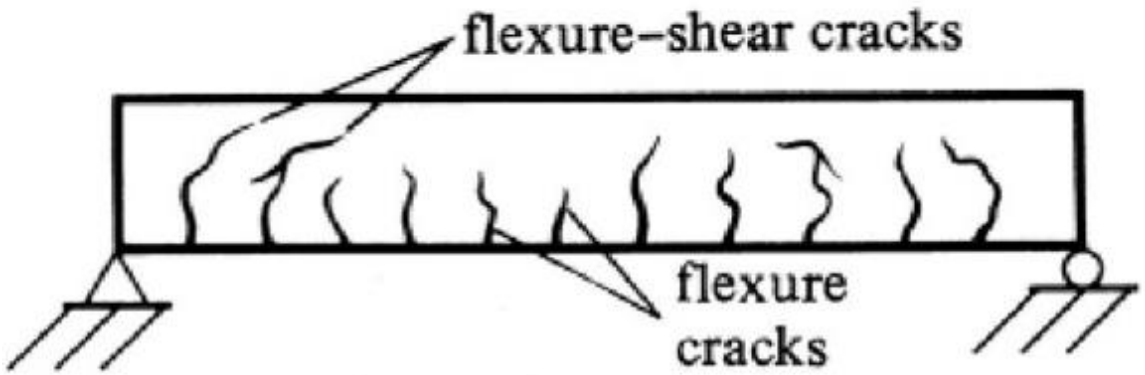
تشققات القص



أنواع التشققات

التشققات الإنشائية

تشققات القص والانعطاف



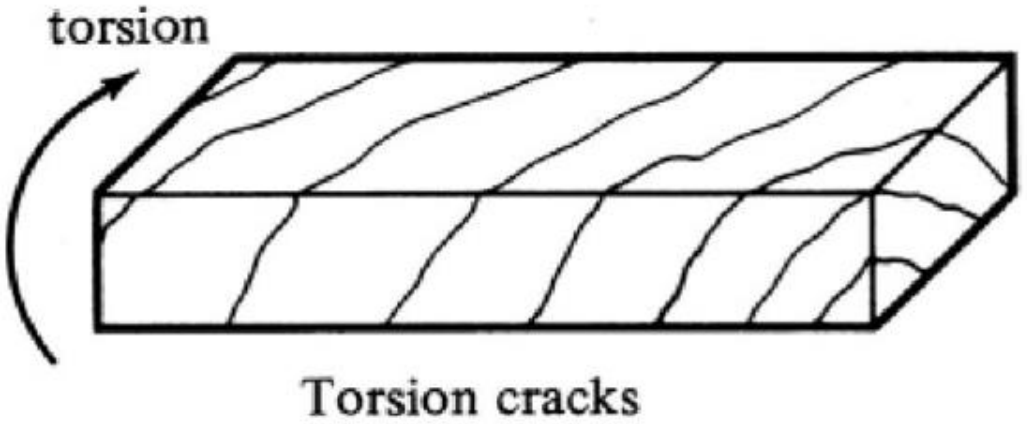
Flexure–shear cracks

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966-219661

أنواع التشققات

التشققات الإنشائية

تشققات الفتل



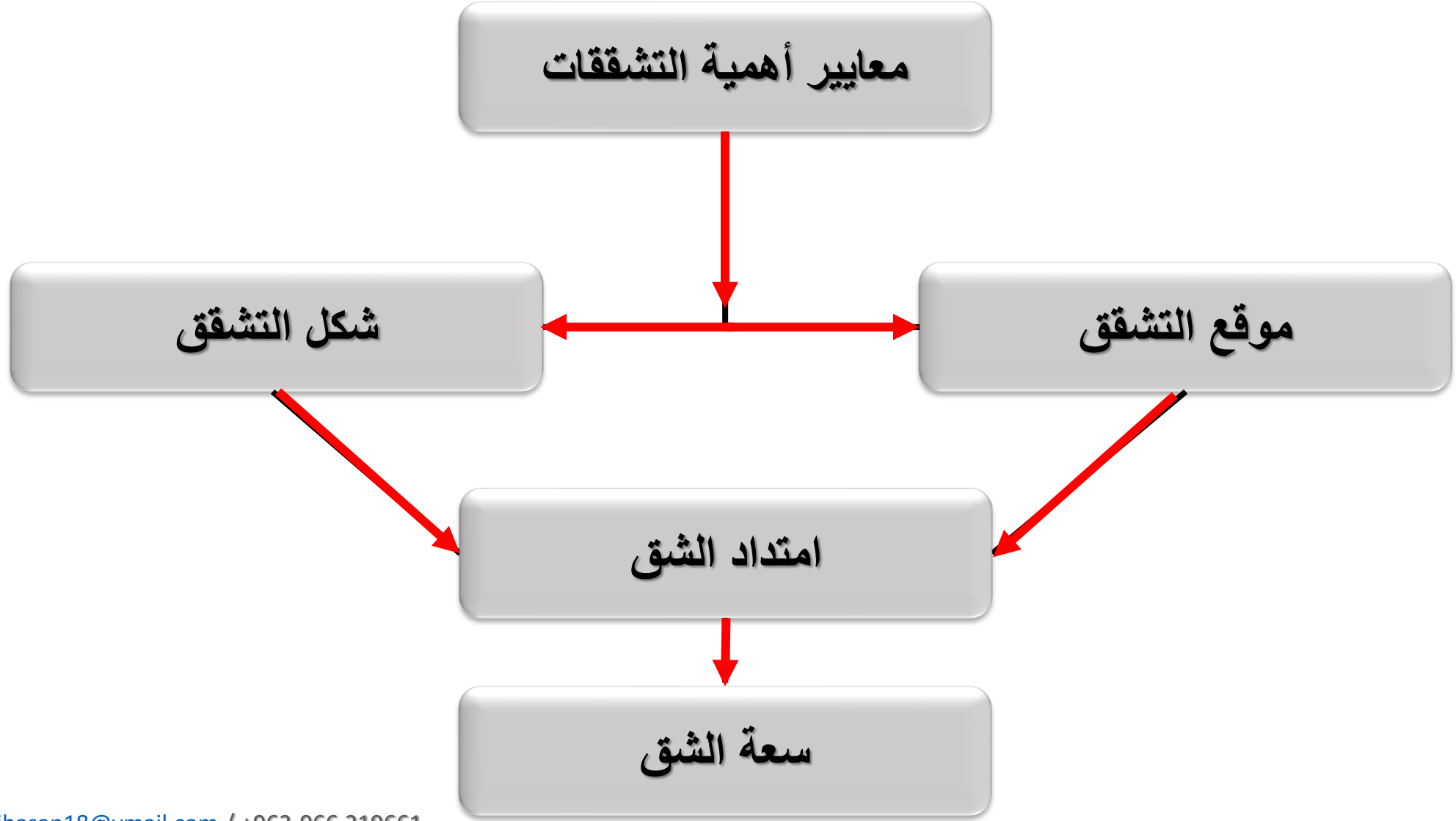
Torsion cracks

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

معايير تقييم التشققات وتحديد خطورتها.

- **Once is Random.**
- **Twice is a Coincidences.**
- **Three Times is a Pattern.**

معايير تقييم التشققات وتحديد خطورتها.



معايير تقييم التشققات وتحديد خطورتها.

دليل العروض النظرية للتشققات (المحسوبة تصميمياً)		
موقع العنصر الخرساني المسلح	عروض الشقوق mm	توصيف الشقوق
معرض للمياه أو للرطوبة الشديدة	< 0.1	شقوق شعرية
غير محمية بطينة أو بإكساء	0.1 to 0.2	شقوق ضيقة
محمية بطينة أو بإكساء	> 0.2 to 0.3	شقوق متوسطة
شقوق تحتاج للدراسة والمعالجة	> 0.3	شقوق عريضة

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

نهاية الجزء الأول

Back

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

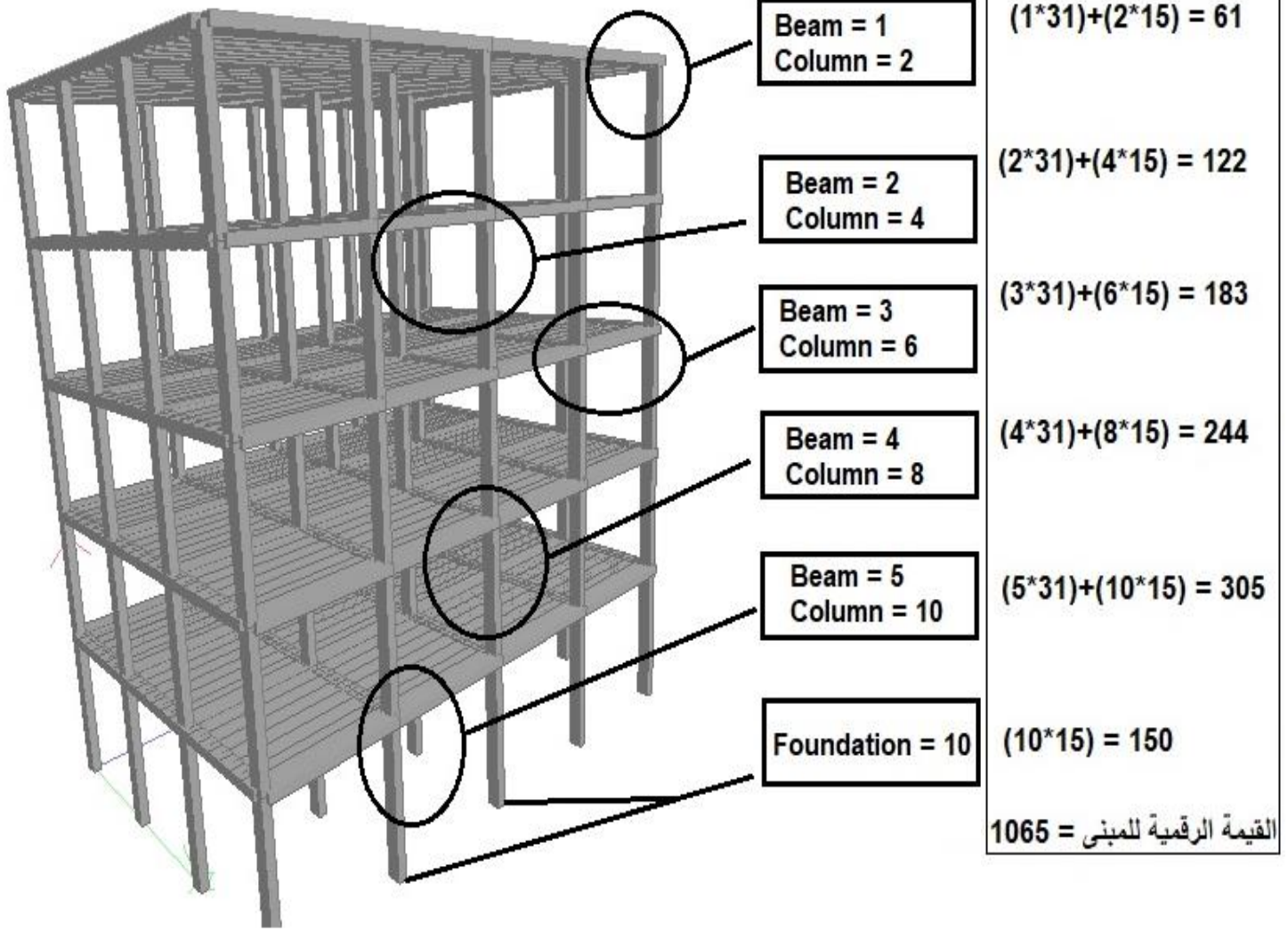
تقييم سلامة المنشآت الهندسية

تصنيف المنشآت القائمة حسب الخطورة الهندسية

الفئة	الوصف	الشرح
الفئة (0)	سليمة، لا يوجد أية مظاهر خطورة فيها	- الوثائق الهندسية (مذكرات حسابية، مخططات، تقارير تربة،...) كاملة وسليمة.
الفئة (1)	سليمة مع وجود بعض المؤشرات البسيطة	- توجد بعض الشقوق الشعرية البسيطة في العناصر غير الانشائية، الوثائق الهندسية كاملة وسليمة.
الفئة (2)	سليمة بتحفظ	- وهي مماثلة للحالتين السابقتين ولكن لا توجد وثائق هندسية كاملة أو يوجد تحفظ على هذه الوثائق.
الفئة (3)	خطرة خطورة بسيطة	- توجد مؤشرات متعددة في العناصر غير الانشائية وبعض المؤشرات البسيطة في العناصر الانشائية الاساسية.
الفئة (4)	خطرة بحاجة إلى معالجة سريعة	- توجد مؤشرات متعددة في العناصر الانشائية.
الفئة (5)	خطرة وبحاجة إلى معالجة اسعافية	- توجد مؤشرات على بداية حدوث إنهيار وشيك.

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

طريقة رقمية للتقييم الإنشائي السريع للمباني الإطارية القائمة المتضررة لتقرير درجة الخطورة



Beam = 1 Column = 2	(1*31)+(2*15) = 61
Beam = 2 Column = 4	(2*31)+(4*15) = 122
Beam = 3 Column = 6	(3*31)+(6*15) = 183
Beam = 4 Column = 8	(4*31)+(8*15) = 244
Beam = 5 Column = 10	(5*31)+(10*15) = 305
Foundation = 10	(10*15) = 150
	القيمة الرقمية للمبنى = 1065

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

طريقة رقمية للتقييم الإنشائي السريع للمباني الإطارية القائمة المتضررة لتقرير درجة الخطورة

الوصف	نسبة الضرر الإنشائي %Dp
المبنى قيد الانهيار و بحاجة لإخلاء فوري و معالجة إسعافية.	%Dp >9%
توجد مؤشرات على بداية حدوث إنهيار وشيك.	9% > Dp% >6%
توجد مؤشرات متعددة في العناصر الانشائية.	6% > Dp% >3%
توجد مؤشرات متعددة في العناصر غير الانشائية وبعض	Dp% < 3%

(1*31)+(2*15) = 61

(2*31)+(4*15) = 122

(3*31)+(6*15) = 183

(4*31)+(8*15) = 244

(5*31)+(10*15) = 305

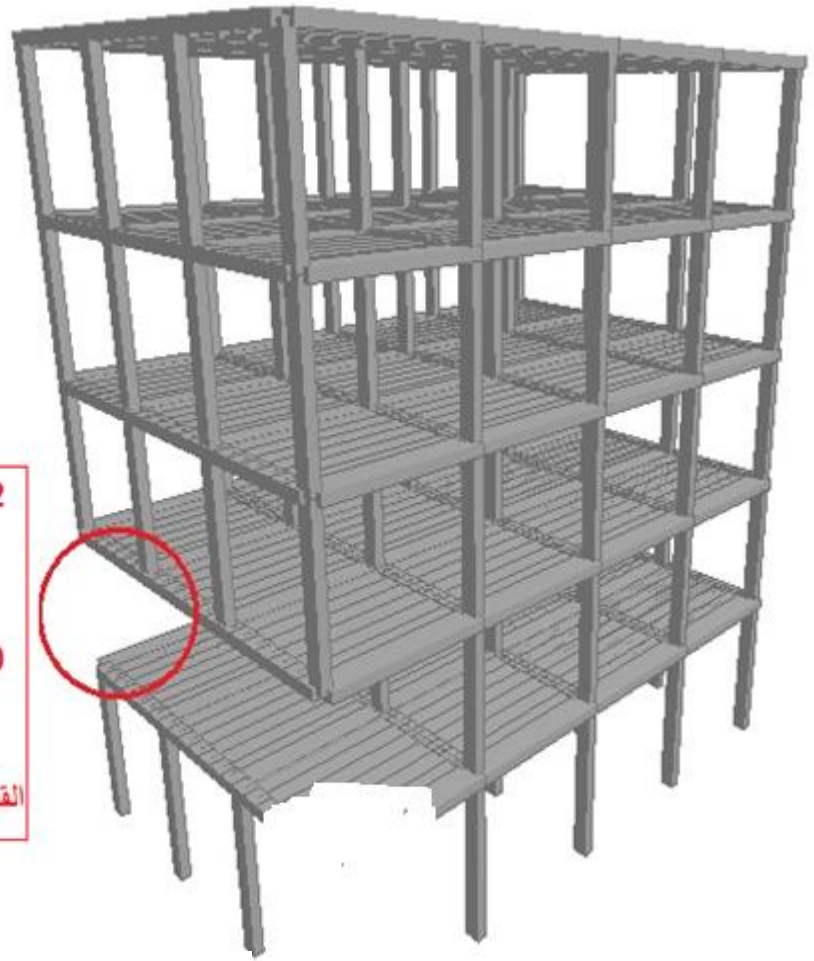
(10*15) = 150

القيمة الرقمية للمبنى = 1065

(4*0)+(8*4) = 32

(5*2)+(10*1) = 20

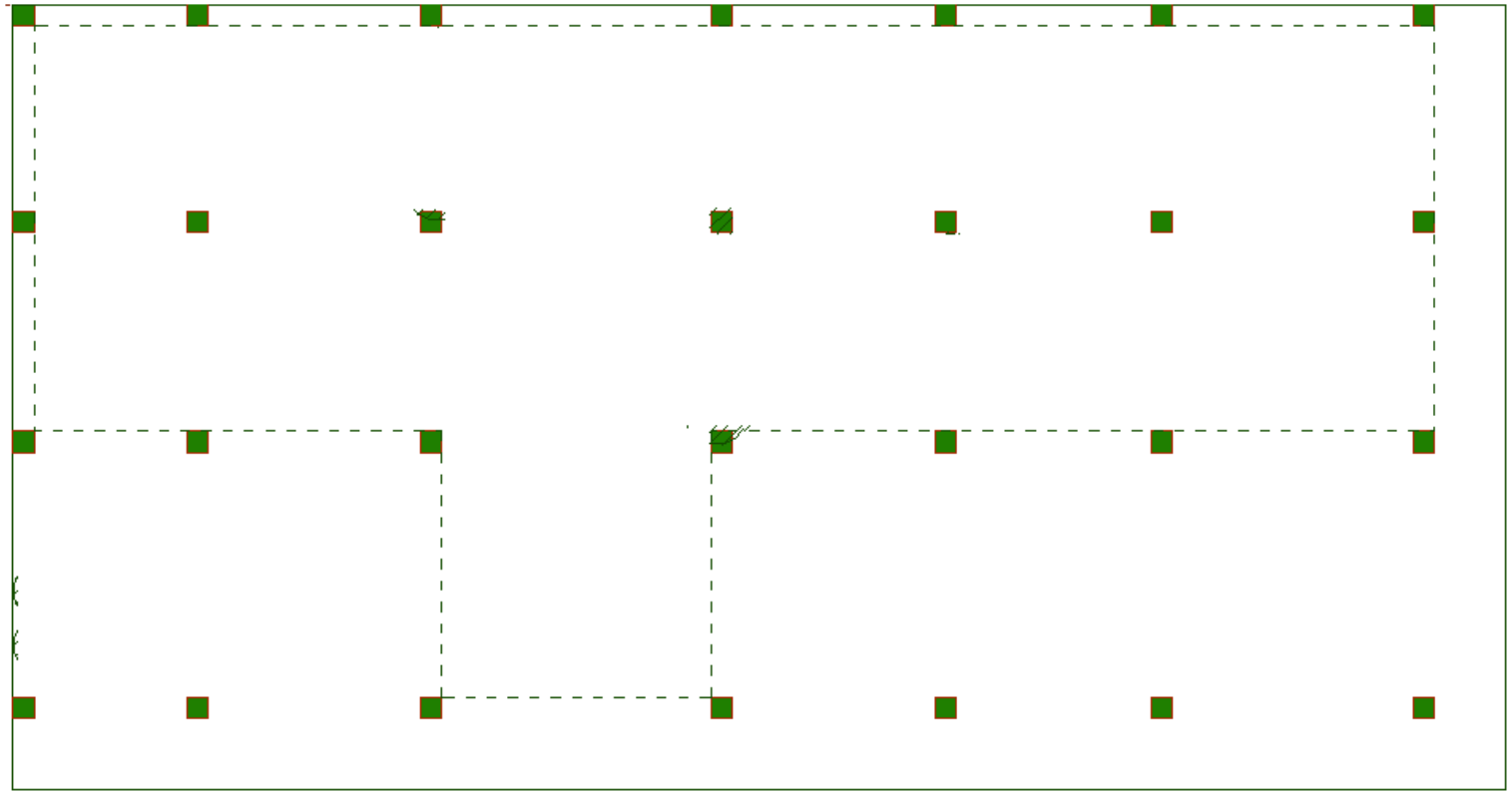
القيمة الرقمية للضرر = 52



Dp % = 52 / 1065 = 0.049

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

تطبيق رقمي لحالة كشف وتقييم. (مبنى فرن قرية الشعيرات):



المبنى مكون من طابق واحد مخصص ليكون فرن خبز آلي بقرية الشعيرات.

الجملة الإنشائية:

الأساسات:

المبنى مؤسس على مجموعة من الأساسات المنفردة.

قدرة تحمل تربة التأسيس $\sigma all = 2\ Kg/cm2$

الشيناجات:

تربط بين أساسات المبنى جملة من الشيناجات المحيطية. المقطع العرضي للشيناج: 40x30.

الأعمدة:

تحمل طابق واحد بارتفاع m/ 4/ ذات مقطع عرضي مربع: 30x30.

السقف:

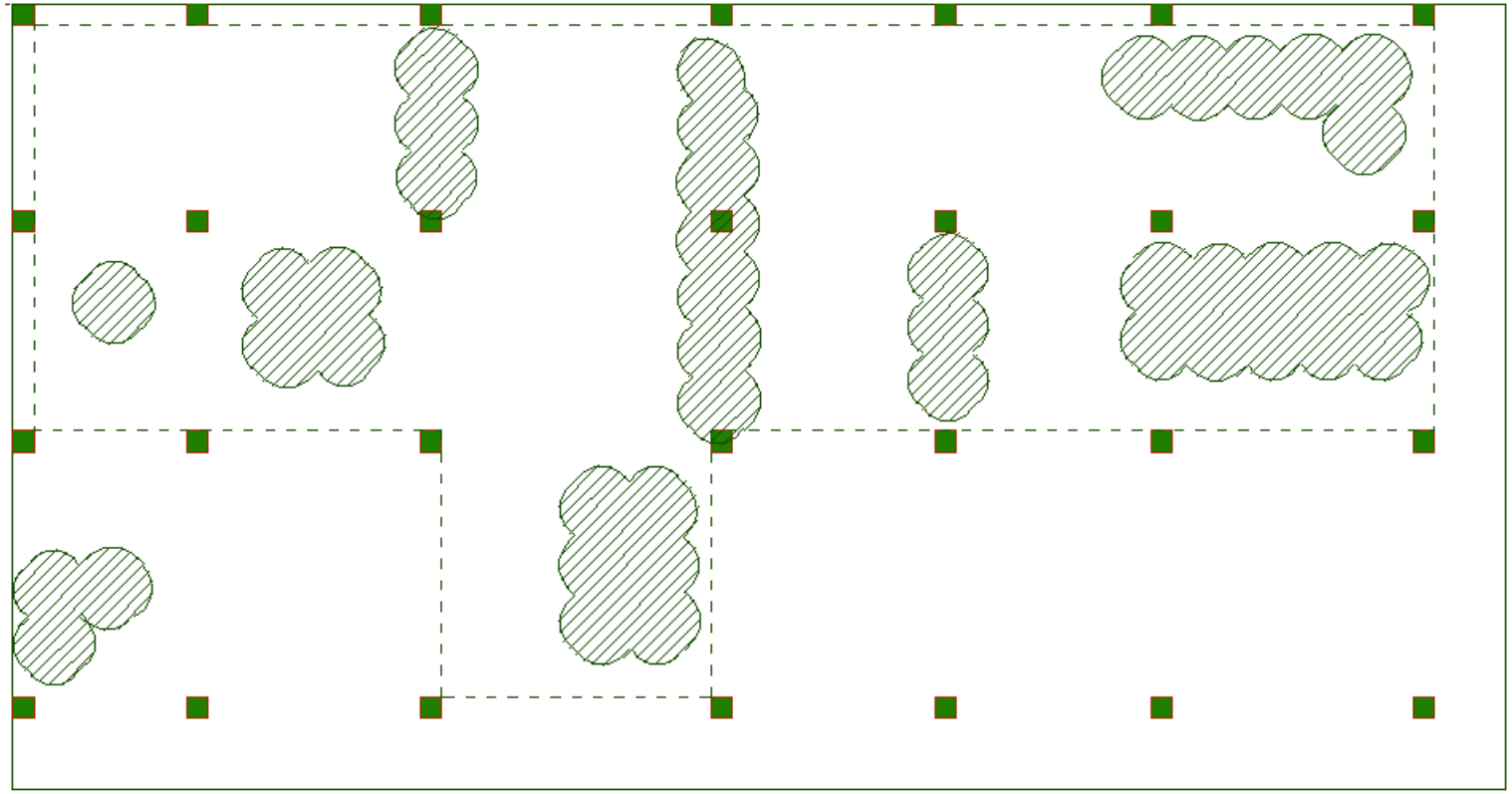
بلاطة هوردي عاملة باتجاه واحد تستند إلى جوائز مخفية من نفس سماكة البلاطة ($t = 23\ cm$).

المقاومة المميزة للبيتون المستخدم على الضغط: F'c= 180 Kg/cm^2

إجهاد الخضوع لفولاذ التسليح الرئيسي: Fy= 2400 Kg/cm^2

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

تطبيق رقمي لحالة كشف وتقييم. (مبنى فرن قرية الشعيرات):



المشاهدات الحسية:

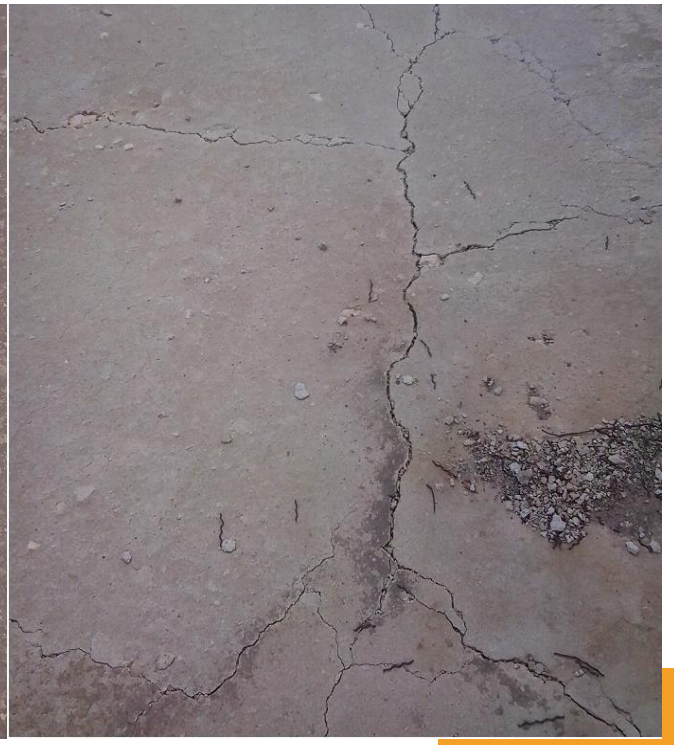
- ظهور تشققات على الوجه العلوي لبلاطة سقف المبنى.
- انسلاخ طبقات الطينة والتغطية الخرسانية للسقف وتكشف فولاذ تسليح عناصر السقف (أعصاب + جوائز) وتساقط أجزاء من بلوك الهوردي للسقف.
- صدأ واهتراء فولاذ التسليح في السقف بفعل التغيرات الحرارية والرطوبة.

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

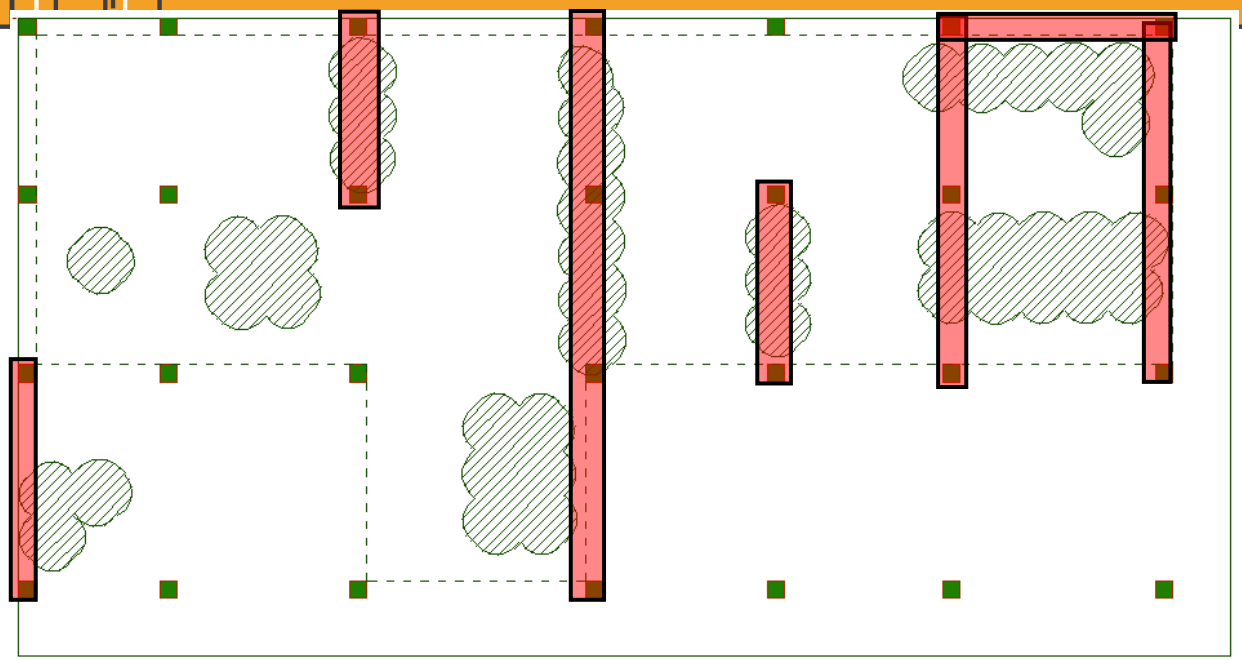
تطبيق رقمي لحالة كشف وتقييم. (مبنى فرن قرية الشعيرات):

المشاهدات الحسية:

- ظهور تشققات على الوجه العلوي لبلاطة سقف المبنى.
- انسلاخ طبقات الطينة والتغطية الخرسانية للسقف وتكشف فولاذ تسليح عناصر السقف (أعصاب + جوائز) وتساقط أجزاء من بلوك الهوردي للسقف.
- صدأ واهتراء فولاذ التسليح في السقف بفعل التغيرات الحرارية والرطوبة.



حساب القيمة الرقمية للمبنى وتقييم حالته الراهنة:



القيمة الرقمية للمبنى:

المبنى مكون من طابق واحد: ترتيب السقف = (1).

عدد الجوائز (45) => 45 x 1 = 45.

عدد الأعمدة (28) => 28 x 2 = 56.

عدد الأساسات (28) => 28 x 2 = 56.

القيمة الرقمية للمبنى: 157

نسبة الضرر:

0.07 = 11/157

يصنف المبنى على أنه من الفئة (5)
أي أنه بحاجة إلى معالجة إسعافيه فورية.

حساب نسبة الضرر:

عدد الجوائز المتضررة (11) => 11 x 1 = 11.

عدد الأعمدة المتضررة (0) => 0 x 2 = 0.

عدد الأساسات المتضررة (0) => 0 x 2 = 0.

القيمة الرقمية للضرر: 11

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

استراتيجية اتخاذ القرار

تعتمد مصفوفة التقييم واتخاذ القرار على مقارنة مجموعة من البنود المرتبطة بكل طريقة من طرق التدعيم المقترحة بحيث يتم إعطاء لكل بند أو معيار تقييم قيمة تتراوح بين (1 – 5) وذلك على اعتبار القيمة 5 للأفضل والقيمة 1 للأدنى.
وبنتيجة التقييم يتم تحديد الطريقة الأمثل بناء على التقييم الرقمي.

يبين الجدول المرفق المقارنة بين عدة طرق لتدعيم الأعمدة في مبنى سكني مع الأخذ بعين الاعتبار البنود المؤثرة على اتخاذ القرار الأنسب.

بند المقارنة	التدعيم باستخدام القميص البيتوني (بيتون مقذوف)	التدعيم باستخدام التطويق بالألياف البوليميرية (CFRP)	التدعيم باستخدام القميص المعدني
سرعة التنفيذ	3	5	4
الكلفة	5	3	4
الديمومة	5	5	3
الفعالية والمتانة	4	5	3
دقة التنفيذ	3	5	4
سهولة العمل	3	5	4
التأثير على الوظيفة المعمارية للمبنى	3	5	4
المجموع:	26	33	26

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

نهاية الجزء الثاني

Back

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

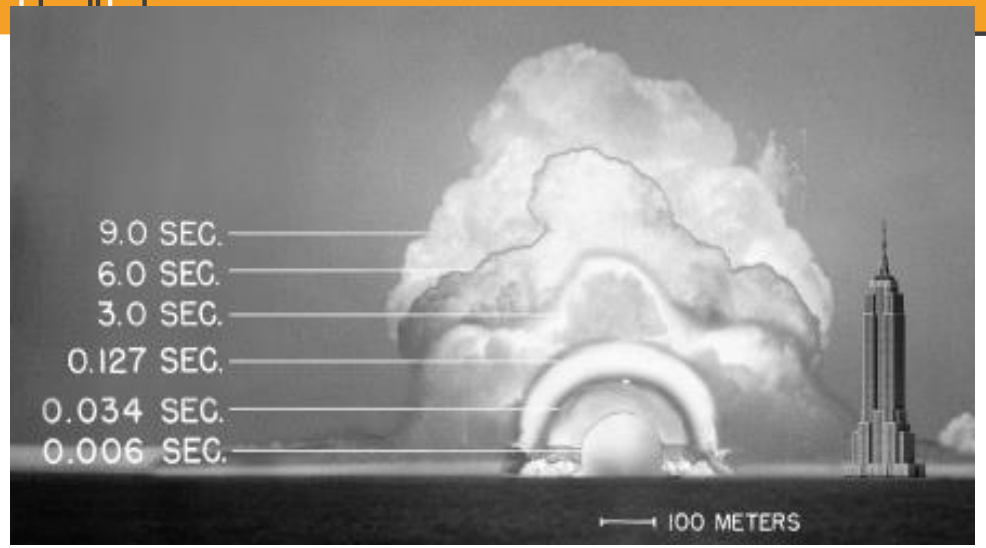
الانفجارات وتأثيرها على المنشآت البيتونية المسلحة

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

العوامل التدميرية للانفجار

مصادر حمولات الانفجارات

الانفجارات التقليدية	الانفجارات النووية
1- المواد الكيميائية والوقود	1- الحوادث النووية (في المنشآت)
2- البخار	2- الأسلحة النووية (في الحروب والتفجيرات)
3- المساحيق القابلة للاحتراق	
4- أوعية الضغط	
5- المتفجرات	
6- المتفجرات الشديدة	



الناتج

ا يعادل 1 كغ إلى 15 طن من مادة الـ TNT.

الطاقة

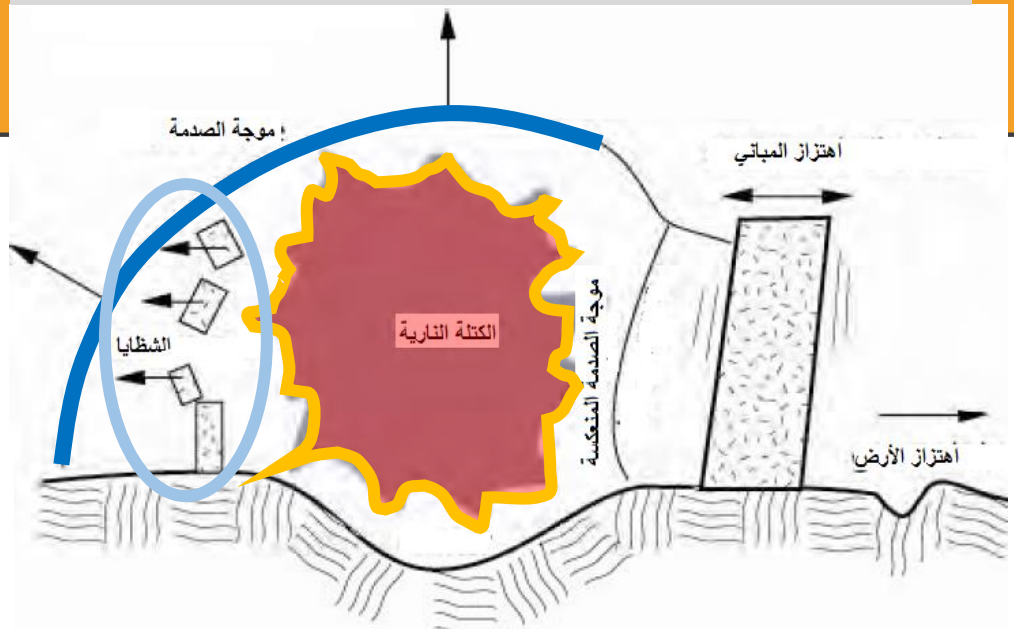
تحرر هذه الوسائل كميات من الطاقة اقل من سابقتها (موجة صدمة، شظايا، حرارة ..) خلال فترة زمنية صغيرة جداً تصل حتى 2 ميكروثانية مؤثرة على مساحات صغيرة.

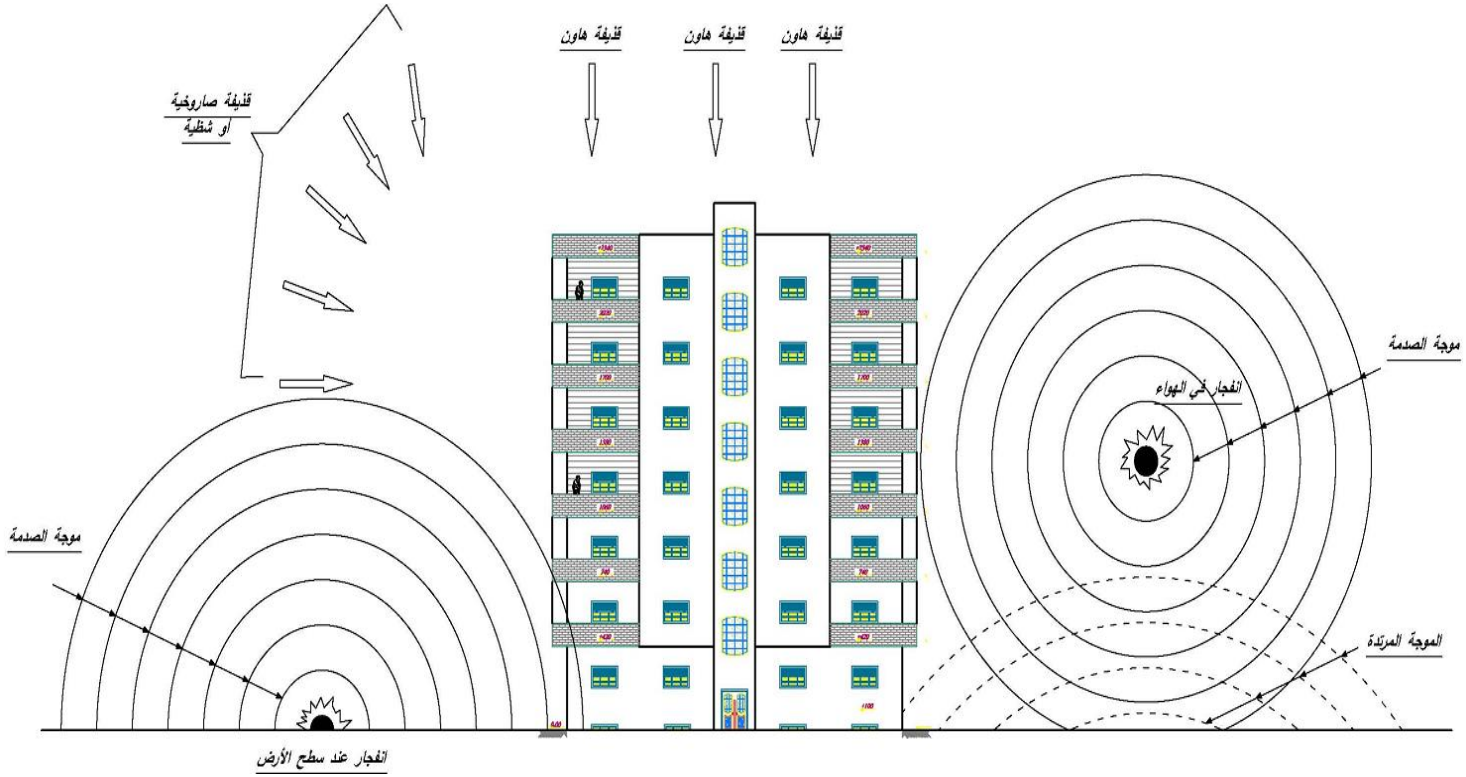
الناتج

ما يعادل TNT) تنتج عن هذه الوسائل كميات تكافئ عدة أمثال من الـ (أمثال الكيلو طن للأسلحة التكتيكية) و (أمثال الميغا طن للأسلحة الاستراتيجية).

الطاقة

تحرر هذه الوسائل كميات هائلة من الطاقة (الإشعاع – حرارة عالية – موجة الصدمة – الموجة الكهرطيسية) وذلك ضمن فترة زمنية متناهية في الصغر لا تتعدى 1 ميكروثانية مؤثرة على مساحات شاسعة.





العوامل التدميرية للانفجار

1- موجة الصدمة. (Shock wave)

2- الحرارة العالية. (High Temperature)

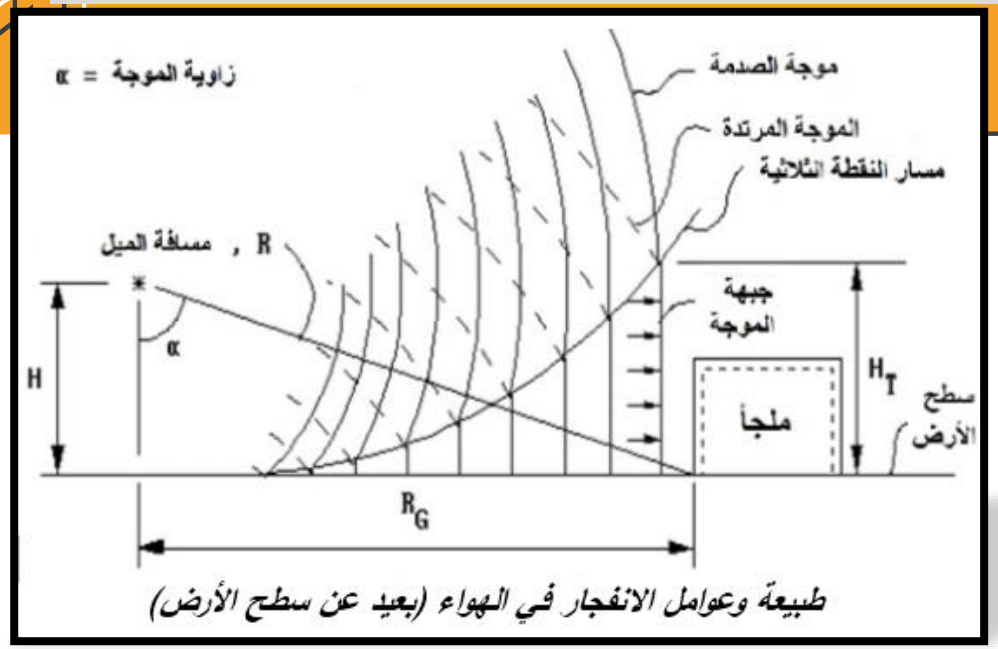
3- الشظايا. (Fragments)

4- موجة الصوت. (Sound Wave)

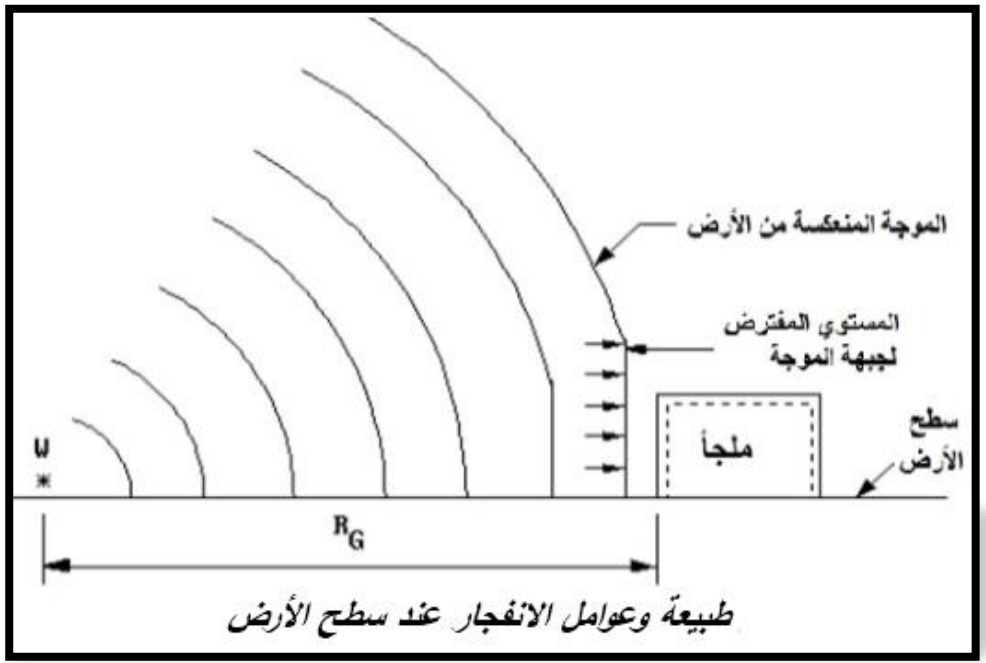
ضغط الانفجار على المنشآت

تمثل موجة الصدمة العامل الأهم في آثار الانفجارات على المباني.

- تؤدي موجة الصدمة لتطاير الأشياء والمواد ورميها في الهواء وحتى بعض الأشخاص، بينما تؤدي لتصدعات في العناصر الإنشائية أو غير الإنشائية والإكساءات.
- ويختلف أثر موجة الصدمة على المباني حسب موقع الانفجار بالنسبة للمبنى وبالنسبة لسطح الأرض أيضاً.



طبيعة وعوامل الانفجار في الهواء (بعيد عن سطح الأرض)



طبيعة وعوامل الانفجار عند سطح الأرض

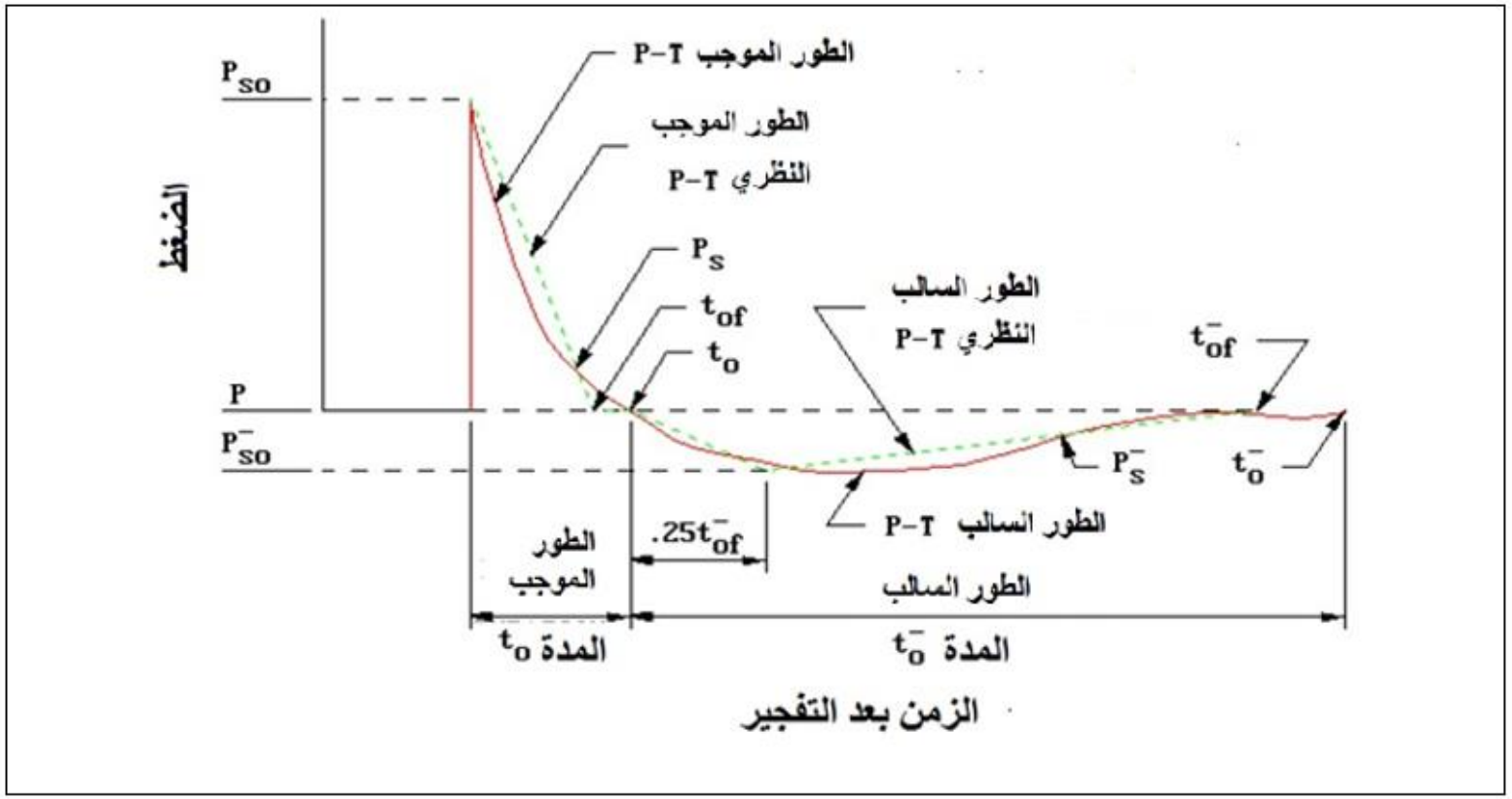
ضغط الانفجار على المنشآت

مخطط ضغط النبضة

تنتج موجة الصدمة عن الانفجار وتصطدم بالمبنى بحيث تؤثر بشكل نبضة مكونة من طورين الطور الموجب والطور السالب, و تعتمد الاستجابة الإنشائية للعناصر على النسبة t_d/T حيث أن:

t_d: مدة تطبيق الحمولة.

T: الدور الطبيعي للعنصر.

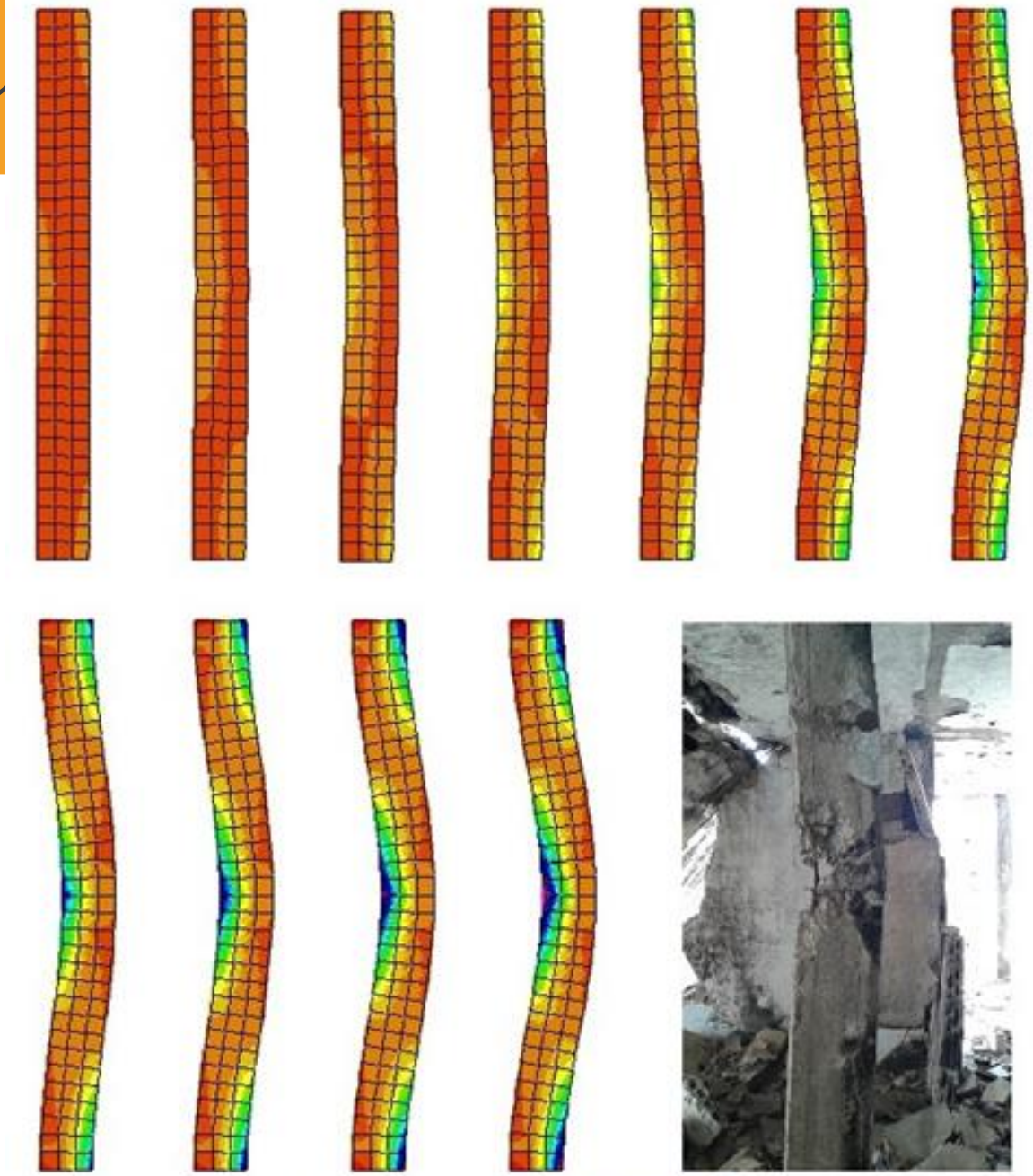


المخطط النظري لتغير الضغط مع الزمن

حساب وتقدير حمولة الانفجار المطبقة على عناصر المنشآت

يمكن تقدير حمولة الانفجار المؤثرة على عناصر المنشأة باستخدام التقنيات الحديثة في النمذجة الحاسوبية، وذلك شريطة ألا ينهار العنصر.

يتم نمذجة العنصر الإنشائي بناء على قياسات الواقع، ثم قياس التشوه الحاصل في العنصر وتطبيق هذا التشوه على النموذج الحاسوبي، وبقراءة تشوهات النموذج الحاسوبي لمطابقة الواقع بالإمكان استنتاج القوة المؤثرة التي أدت لحدوث التشوه.



المحاكاة الحاسوبية لتشوه العمود في الواقع

الإشارات والدلائل التحذيرية لتحديد نوع التفجير

عند الكشف على المنشآت المتضررة والمعرضة لفعل الكوارث وخاصة منها الطارئة (التفجيرات) ينبغي الإشارة إلى مجموعة من الدلالات والآثار التي تظهر بشكل واضح والتي تساعد في تسهيل عملية الكشف ومعرفة آلية حدوث الانفجار والضرر:

1- لون العناصر.

2- اتجاه التشوه في العنصر.

3- اتجاه الشظايا.

4- اتجاه انحناء قضبان التسليح في العناصر.

5- جدران البلوك والقواطع الخفيفة.

6- نقطة تأثير القذيفة.

الحريق الخفيف في المنشآت

الحريق الشديد في المنشآت

الإشارات والدلائل التحذيرية لتحديد نوع التفجير

عند الكشف على المنشآت المتضررة والمعرضة لفعل الكوارث وخاصة منها الطارئة (التفجيرات) ينبغي الإشارة إلى مجموعة من الدلالات والآثار التي تظهر بشكل واضح والتي تساعد في تسهيل عملية الكشف ومعرفة آلية حدوث الانفجار والضرر:

1- لون العناصر.

2- اتجاه التشوه في العنصر.

3- اتجاه الشظايا.

4- اتجاه انحناء قضبان التسليح في العناصر.

5- جدران البلوك والقواطع الخفيفة.

6- نقطة تأثير القذيفة.

الإشارات والدلائل التحذيرية لتحديد نوع التفجير

عند الكشف على المنشآت المتضررة والمعرضة لفعل الكوارث وخاصة منها الطارئة (التفجيرات) ينبغي الإشارة إلى مجموعة من الدلالات والآثار التي تظهر بشكل واضح والتي تساعد في تسهيل عملية الكشف ومعرفة آلية حدوث الانفجار والضرر:

1- لون العناصر.

2- اتجاه التشوه في العنصر.

3- اتجاه الشظايا.

4- اتجاه انحناء قضبان التسليح في العناصر.

5- جدران البلوك والقواطع الخفيفة.

6- نقطة تأثير القذيفة.

اتجاه آثار الشظايا

الإشارات والدلائل التحذيرية لتحديد نوع التفجير

عند الكشف على المنشآت المتضررة والمعرضة لفعل الكوارث وخاصة منها الطارئة (التفجيرات) ينبغي الإشارة إلى مجموعة من الدلالات والآثار التي تظهر بشكل واضح والتي تساعد في تسهيل عملية الكشف ومعرفة آلية حدوث الانفجار والضرر:

1- لون العناصر.

2- اتجاه التشوه في العنصر.

3- اتجاه الشظايا.

4- اتجاه انحناء قضبان التسليح في العناصر.

5- جدران البلوك والقواطع الخفيفة.

6- نقطة تأثير القذيفة.

تحنيب قضبان التسليح الطولي في الأعمدة نتيجة استمرار التشوه

الإشارات والدلائل التحذيرية لتحديد نوع التفجير

عند الكشف على المنشآت المتضررة والمعرضة لفعل الكوارث وخاصة منها الطارئة (التفجيرات) ينبغي الإشارة إلى مجموعة من الدلالات والآثار التي تظهر بشكل واضح والتي تساعد في تسهيل عملية الكشف ومعرفة آلية حدوث الانفجار والضرر:

1- لون العناصر.

2- اتجاه التشوه في العنصر.

3- اتجاه الشظايا.

4- اتجاه انحناء قضبان التسليح في العناصر.

5- جدران البلوك والقواطع الخفيفة.

6- نقطة تأثير القذيفة.

تكسر جدار من البلوك بنتيجة موجة الصدمة

الإشارات والدلائل التحذيرية لتحديد نوع التفجير

عند الكشف على المنشآت المتضررة والمعرضة لفعل الكوارث وخاصة منها الطارئة (التفجيرات) ينبغي الإشارة إلى مجموعة من الدلالات والآثار التي تظهر بشكل واضح والتي تساعد في تسهيل عملية الكشف ومعرفة آلية حدوث الانفجار والضرر:

1- لون العناصر.

2- اتجاه التشوه في العنصر.

3- اتجاه الشظايا.

4- اتجاه انحناء قضبان التسليح في العناصر.

5- جدران البلوك والقواطع الخفيفة.

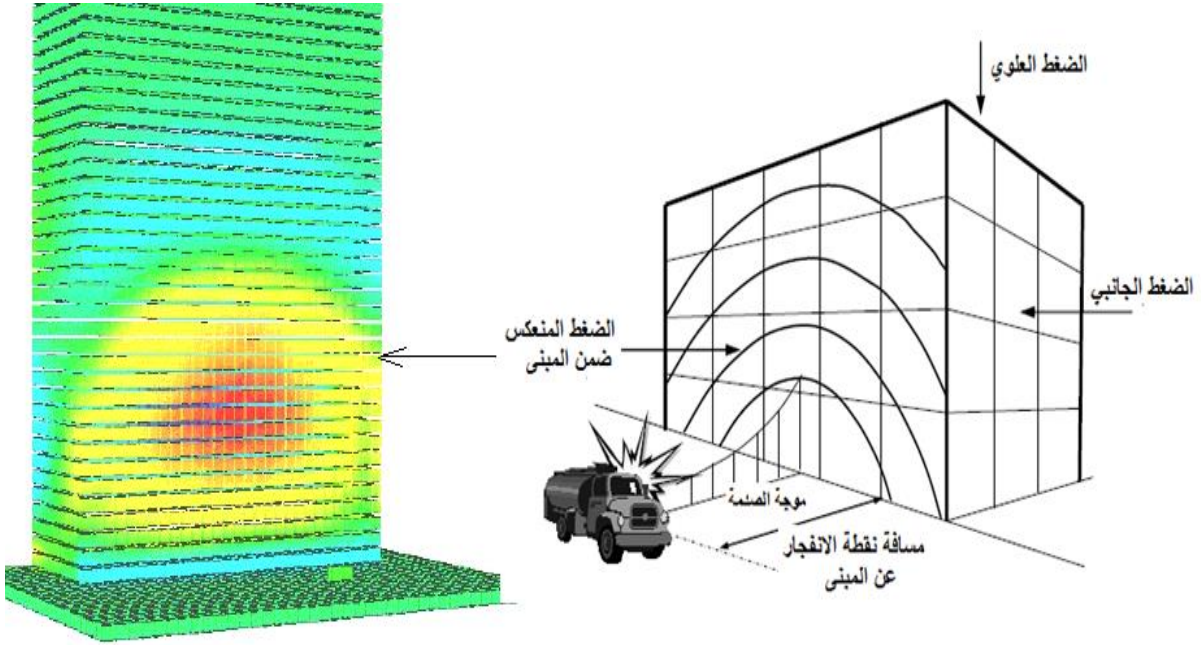
6- نقطة تأثير القذيفة.

نقطة تأثير القذيفة المباشرة

العوامل المؤثرة على استجابة المنشآت لأحمال التفجيرات

تمتلك منشآت البيتون المسلح أنماطاً مختلفة من السلوكيات والاستجابات لأحمال الانفجارات، ويعود الاختلاف في أنماط الاستجابة لعدة عوامل وهذه العوامل هي:

- نموذج الهيكل الإنشائي للمبنى وقياساته وأبعاده.
- مادة الإنشاء للعناصر الإنشائية المختلفة في المبنى.
- مسافة التفجير عن المبنى و موقع الانفجار.
- مصدر الانفجار ونوعه.
- الموقع العام لمكان التفجير.



استجابة العناصر الإنشائية لتأثير الانفجارات

التفتت وضياع المادة في العناصر الإنشائية

التشوه المرن في العناصر الإنشائية والتشققات الحاصلة نتيجة الانفجار

Structural response against explosions:

Structural response in buildings have many patterns according to explosion loading and detonation source:

- **Elastic deformation**
- **Cracking and loss in cross section**
- **Fragmenting**
- **Partial or overall collapse**

Structural response against explosions:

Structural response in buildings have many patterns according to explosion loading and detonation source:

- **Elastic deformation**

التشوه المرن في العناصر الإنشائية والتشققات الحاصلة نتيجة الانفجار

يعود سبب التشوه المرن في العناصر الإنشائية في حالة تعرضها إلى ضغط انفجار إلى عدة عوامل وهي:

- تجانس مادة العنصر واستخدام مواد إنشاء ذات مواصفات عالية تعطي كتامة جيدة للخلطة وبالإضافة للاكتناز الجيد.
- استخدام شبكات فولاذ تسليح بأقطار صغيرة بتباعدات منتظمة بحيث تعمل بترابط أكثر مع البيتون، بالإضافة لجودة تربيط فولاذ التسليح.
- المسافة الكبيرة بين موقع الانفجار والعنصر المتضرر، بحيث لا يؤدي الضغط على العنصر إلى خروجه عن الاستثمار.

التفتت وضياع المادة في العناصر الإنشائية

Structural response against explosions:

Structural response in buildings have many patterns according to explosion loading and detonation source:

- **Cracking and loss in cross section**

عندما يتعرض العنصر الإنشائي إلى صدمة متوسطة الشدة أو يكون العنصر متيناً بحيث لا ينهار نتيجة القذيفة فإنه يفقد جزءاً من مادته بشكل موضعي، مع بقاءه ضمن الاستثمار بعامل أمان مساوي للواحد، أي أن العنصر يبقى قادراً على العمل بالحالة الحدية ولا يستطيع تحمل أية أحمال ناجمة عن الاستثمار.

Structural response against explosions:

Structural response in buildings have many patterns according to explosion loading and detonation source:

- **Fragmenting**

يعود سبب التشظي في العناصر الإنشائية غالباً إلى سببين رئيسيين:

عدم تجانس مادة المقطع البيتوني وضعف في المادة الرابطة (الملاط الاسمنتي).

تعرض العنصر إلى صدمة أو قذيفة بالقرب من الحواف مما يتسبب بتطاير الأجزاء الطرفية أو الخارجية من العنصر

Structural response against explosions:

Structural response in buildings have many patterns according to explosion loading and detonation source:

- **Partial or overall collapse**

يحدث الانهيار الجزئي أو الكلي في المنشآة المعرض لانفجار نتيجة وقوع المبنى ضمن مجال ضغط انفجار شديد أو تعرض المنشآة إلى قذيفة ذات قوة تدميرية عالية وخروج عدد من العناصر الحاملة للهيكل عن الاستثمار.

Damage Types in Structural members

Structural Member	**Type of Damages**	**Possible Cause**
Concrete Slab	*Holes in slab.*	*Direct missile or impact*

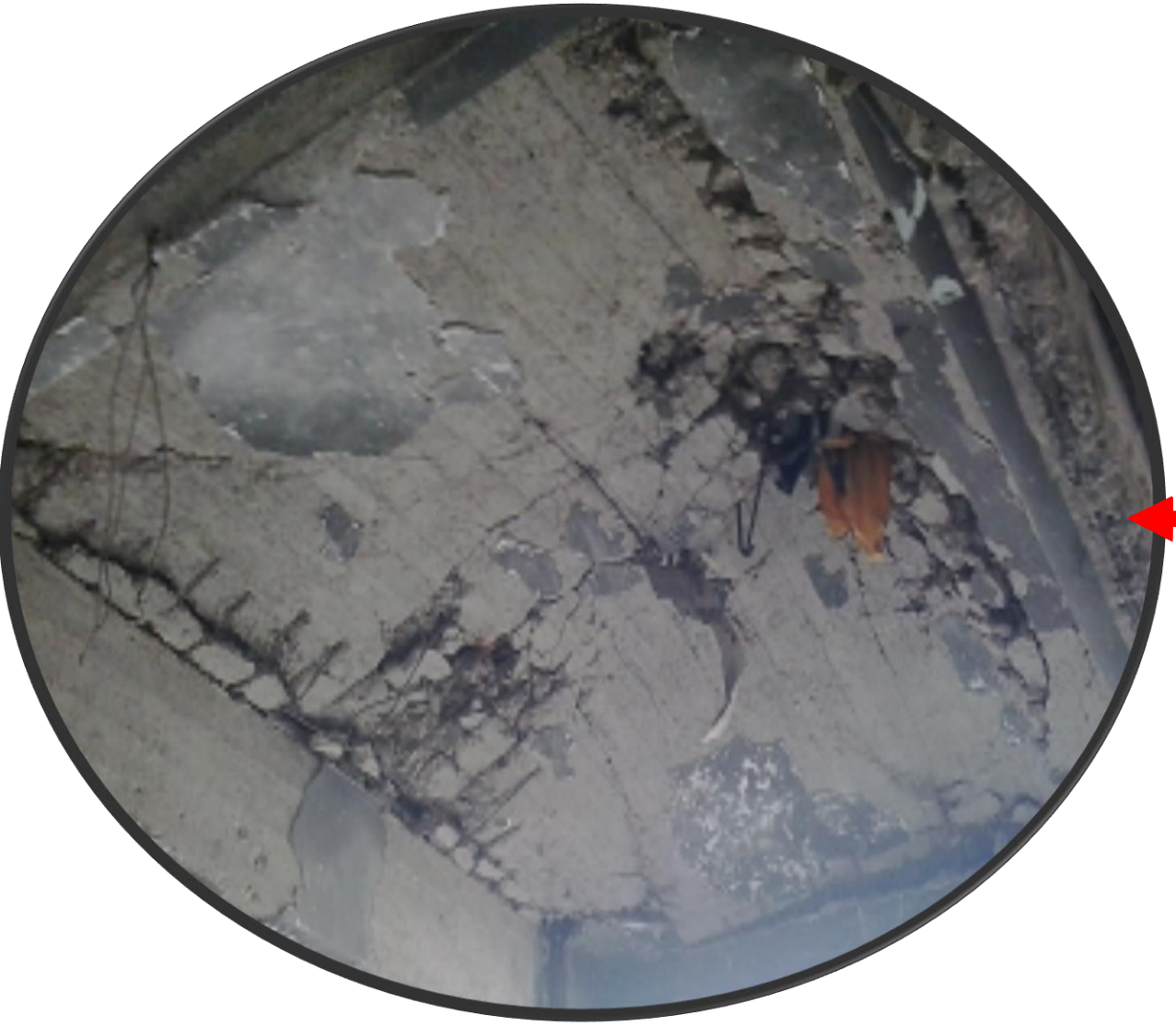
Damage Types in Structural members

Structural Member	**Type of Damages**	**Possible Cause**
Direct missile or impact	*Cracking & section loss*	*Direct missile impact or .Fragment*

Damage Types in Structural members

Structural Member	Type of Damages	Possible Cause
Concrete Slab	*Cracks on bottom face with considerable deformations*	*Shock wave . from above*

Damage Types in Structural members

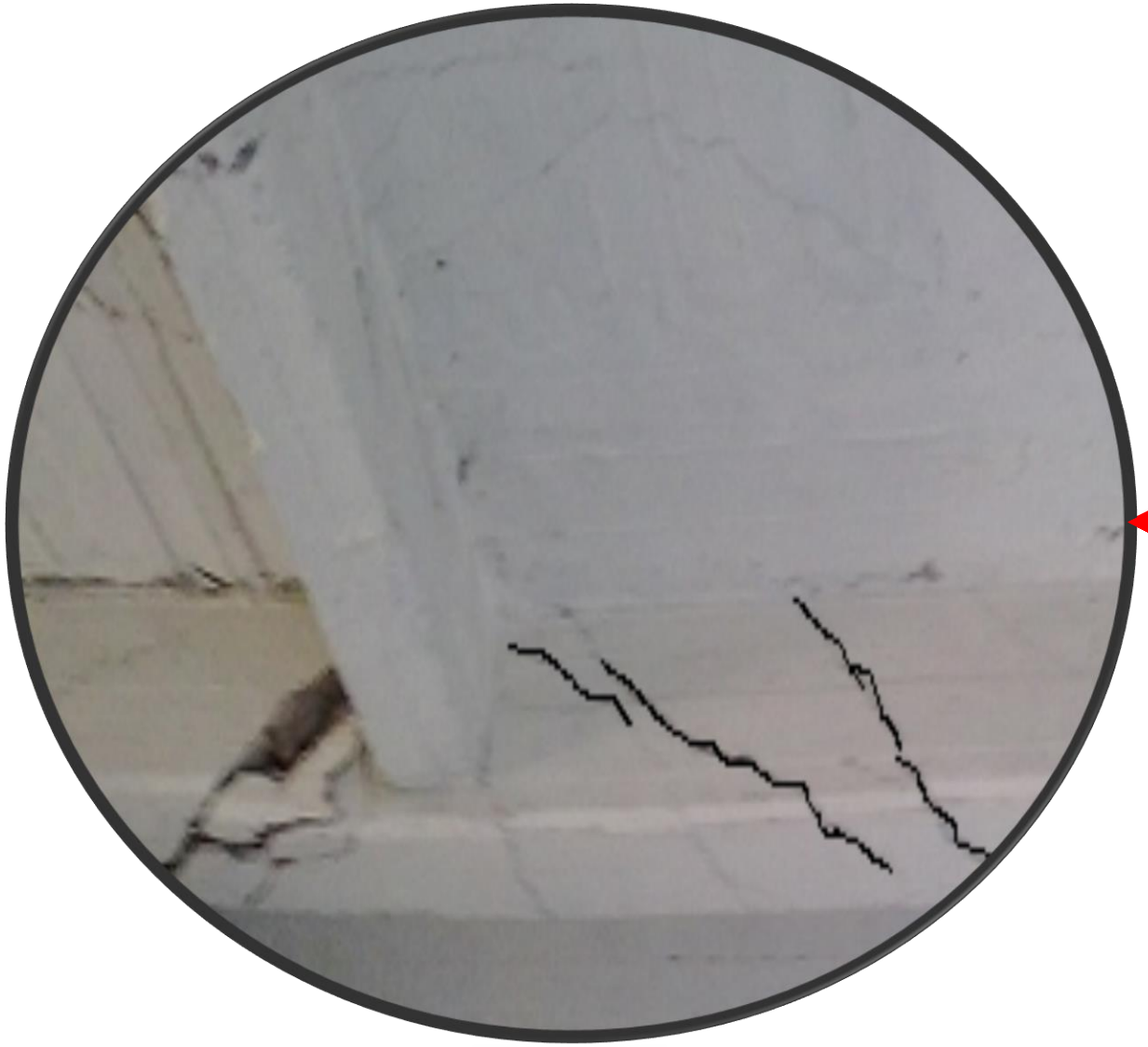


Structural Member	**Type of Damages**	**Possible Cause**
Concrete Slab	*Cracks on top face*	*Shock wave from down or long term fire*

Damage Types in Structural members

Structural Member	Type of Damages	Possible Cause
Beams	*Beam cross section loss and fregmenting*	*Direct missile impact or .Fragment*

Damage Types in Structural members



Structural Member	Type of Damages	Possible Cause
Beams	*Deformation and deflection in beam section*	*Shock wave pressure*

Damage Types in Structural members

Structural Member	Type of Damages	Possible Cause
Columns	*Cracks and fragmenting in columns section*	*Direct missile impact or .Fragment*

Damage Types in Structural members

Structural Member	**Type of Damages**	**Possible Cause**
Columns	*Deformation in column section with cracks*	*Shock wave pressure*

Damage Types in Structural members

Structural Member	**Type of Damages**	**Possible Cause**
Shear Walls	*Cracks, fragmenting and holes in wall*	*Direct missile impact or .Fragment*

نهاية الجزء الثالث

Back

Ali M. Hasan / Alihasan18@ymail.com / +963-966 219661

Ali M. Hasan

alihasan18@ymail.com

+963-966 219661

CONSTRUCTION

THE FORMATION OF LIVING ENVIRONMENT

Info:

- *Bachelor degree in Civil Engineering (Construction Engineering Department).*
- *Master Degree in Building Information Modeling & Management BIMM. / SVU.*
- *Member of Training commette – Syrian Engineers Syndicate – Homs. 2025-2024.*
- *Engineering Trainer & Consultant at AKAH (Agha Khan Agency for Habitat). 2021-2022.*
- *Head of TFE Project (Training for Fresh Engineers).*