دراسة ومعالجة فورية لفقد الأعمدة أو استبدالها ولحالة هروب التربة أسفل المنشآت

Analysis and Immediate Treatment of Concrete Columns Loss and Soil Loss of Support under Structures

A. A. Al-Tuhami, and A. E. Amin

Structural Engg. Depart., Faculty of Engineering, Zagazig University, Zagazig 44519, Egypt

ABSTRACT

This paper presents a simple and innovative technique for immediate treatment of two cases which induce many structural problems and may lead to overall structural failure. The idea is simply introduced by planting supports under the structures which suffer loss of support to soundly sustain the structure loads at the lost parts and block the accumulation of stresses induced by such loss of soil support. The same method also provides an immediate and suitable solution for the case of sudden loss of columns (due to sudden explosion) or removal for architectural or structural purposes, like reducing its overall dimensions or increasing its load carrying capacity. The method is implemented by immediately placing a stiff metallic mould with easily adjustable height under the structure in the case of soil loss of support due to nearby excavation or soil erosion due to flooding or breaking in water mains. This stiff mould is quickly assembled under the structure. After which the structure lifting process is performed by tightening groups of nuts around threaded steel bars that could adequately resist the imposed structure loads to block further down movements of the structure. Concrete is then poured at the lower portion of the steel mould to increase its stiffness and affix it to the ground and the nut tightening continues till restoring the original position of the structure before that loss of support. In the case of sudden loss or removal of a column, the process is absolutely the same until restoring the original position before than removal then pouring concrete allover the steel mold section or covering it with suitable plastering for architectural purposes. Analytical and 3-D finite element model and analysis are presented in order to analyze a structure loosed one of its columns.

Keywords: Loss of columns, treatment, numerical analysis, loss of support, case study.

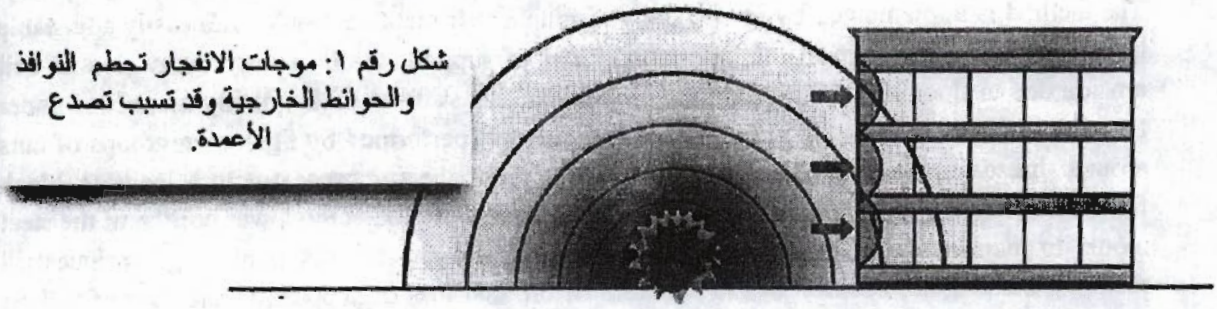
المستخلص

يمثل فقد الأعمدة أو تصدعها نتيجة تعرضها لموجات ضغط ناتجة من الإنفجارات أو القصف بقذيفة نتيجة الحروب مشكلة كبيرة قد تؤدي لانهيار متتالي لأسقف المنشأ وسقوطة. كذلك قد يكون هناك رغبة في استبدال بعض الأعمدة لأغراض معمارية أو إنشائية مثل تقليل أبعاده أو زيادة قدرة تحمله. تقدم هذه الورقة البحثية تحليل رياضي رقمي ثلاثي الأبعاد لدراسة مشكلة فقد أحد الأعمدة، تمت الدراسة لمنشأ أسقفه عبارة عن بلاطات ذات أعصاب وطوب مفرغ وهي حالة شائعة في لبنان، كذلك تمت الدراسة في حالة وجود كمرة محيطية أعلي الأعمدة الخارجية وأثر وجودها علي الإجهادات والانفعالات والترخيم المتولد في أسقف وأعمدة المنشأ نتيجة فقد هذا العمود. يقدم البحث بعد ذلك تفاصيل طريقة بسيطة ومبتكرة للمعالجة الفورية لإعادة العمود ولتعالج تراكم الإجهادات التي تولدت نتيجة الفقد. يضيف البحث أيضا حلا لإيجاد ركائز تحل محل الأجزاء المفقودة من التربة عند هروبها لكي تتحمل الأحمال الواقعة على تلك الأجزاء بطريقة سليمة توقف وتعالج تراكم الإجهادات المتولدة نتيجة فقدها والتي قد تؤدى إلى إنهيار للمنشأ.

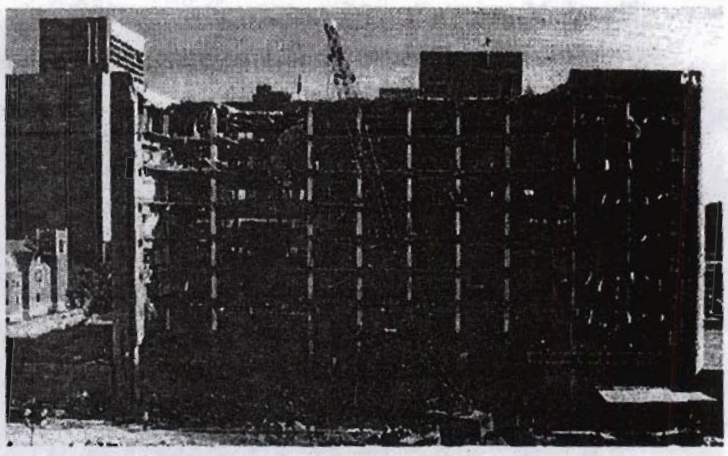
Accepted September 16, 2007

١ - المقدمة

يمثل فقد أو تصدع أحد أو بعض أعمدة المنشأ مشكلة كبيرة خاصة إذا كانت تلك الركائز بالطوابق السفلية في مبني مرتفع متعدد الطوابق وفي كثير من الأحيان يؤدي فقد هذه الركيزة الي انهياره. أحد أسباب فقد الأعمدة وتصدعها ناتج من تعرض تلك الأعمدة لضغوط جانبية ناتجة من انفجار قريب كما في الشكل رقم ١ والصورة التي في الشكل رقم ٢ [٢،٣،٤]. قد تتصدع الأعمدة أو تفقد كلية بسبب قصف مبني مجاور وارتطام أجزاء منه بالعمود المذكور كما في الأسرائلية علي لبنان ٢٠٠٦[٤،٥]، وفي الشكلين ٣ و ٤ نموذج لمثل هذه المشكلة. وفي الحرب المذكورة أيضا كانت هناك أسباب أخري أدت الي تصدع الأعمدة منها الحرائق الناتجة من القصف التي قد تؤدي إلي فقد جزء معتبر من مقاومة أعمدة من المنشأ فتسبب تصدع بتلك الأعمدة كما في الحالة المبينة في الشكل رقم ٥. الشكلين ٣ و ٤ يبينان حالتين لفقد أعمدة بسبب الضغوط الجانبية الناتجة من تصدع منشآت مجاورة ولكنهما مختلفتان، فالحالة الأولي في الشكل رقم ٣ حدث ترخيم مع شروخ في الأسقف أعلي العمود المتصدع ولكن يمكن علاجها بعد زرع عمود والتدعيم كما سيأتي لاحقا. أما الصورة الثانية فقد تصدعت الأعمدة وجزء من الأسقف المجاورة حتي حدود الأعمدة التالية لها وهذه الحالة تتطلب علاجا مختلفا لن نتطرق له في هذا البحث.

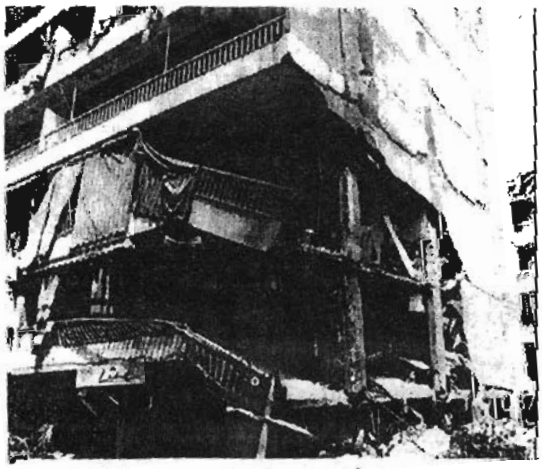


شكل رقم ١: موجات الانفجار تحطم النوافذ والحوائط الخارجية وقد تسبب تصدع الأعمدة.



شكل رقم ٢: شكل مبني الفرد موره الذي فجر في أوكلاهوما ١٩٩٥

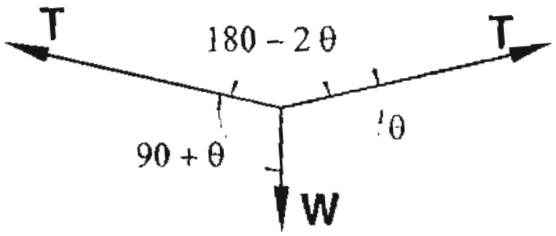
شكل رقم ٣: فقد عمود نتيجة ضغوط جانبية.



شكل رقم ٤: فقد أعمدة خارجية نتيجة ضغوط جانبية كبيرة تسببت في هبوط وتصدع البلاطات

شكل رقم ٥: انهيار مقاومة عمود وتصدعه نتيجة الحريق

قام الدكتور أسطاني من جامعة كاليفورنيا بدراسة لمنع حدوث انهيار متتالي لأسقف المنشآت حيث فقد أحد الأعمدة وذلك بوضع كابل من الصلب المجدول بالأسقف أعلى الأعمدة الخارجية أثناء عملية الإنشاء أو تحتها أو بجانب الكمرات في المباني القائمة[1] وقد قلل استخدام الكابلات الترخيم أسفل العمود المفقود ولكن بدراسة هذا الحل وجد أنه غير اقتصادي طبقا للتحليل الآتي:



شكل (٦) القوي المتولدة في الكابل نتيجة فقد العامود

كما هو مبين بالشكل (٦) يمكن استنتاج قيمة الشد في الكابل (T) اللازم لمقاومة وزن (W) والذي كان يتحمله العمود المنهار حيث أن:

$$T = \frac{W}{2\sin\theta} \qquad (١)$$

وجدير بالذكر أن الزاوية (θ) تعتمد اعتمادا مباشرا على الإزاحة الحادثة عند العمود المفقود (δ) وعلى طول الكمرة (L) حيث أن

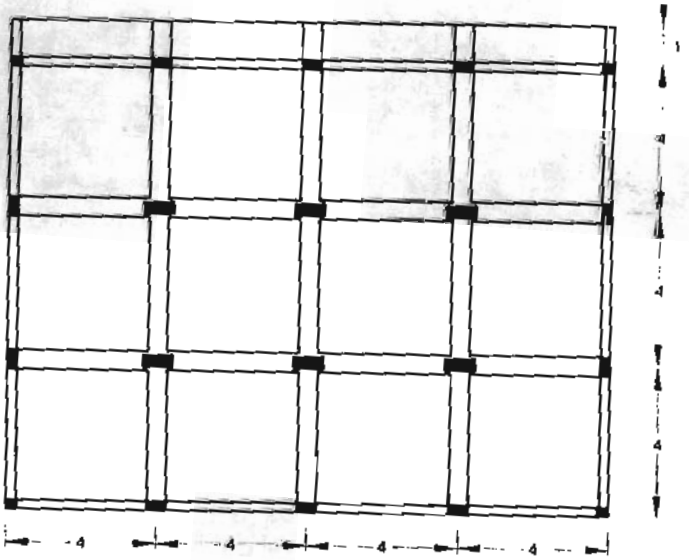
$$\tan\theta = \frac{\delta}{L} \qquad (٢)$$

ونظرا لأن الإزاحة الحادثة عند العمود المفقود تكون صغيرة جداً إذا قورنت بطول الكمرة، فإن الزاوية (θ) تكون صغيرة مما يعني أنه لمقاومة حمل العمود المفقود بهذا الميكانيزم فإنه يلزم التأثير على الكابل بما يقرب من خمسين ضعفاً لحمل العمود المفقود. في هذا البحث تم تحليل إنشائي عددي باستخدام نظرية العناصر المحددة لمبني مكون من ١٢ طابق وتم دراسة الإجهادات والإنفعالات المتولدة نتيجة فقد أحد الأعمدة ودراسة تأثير وجود كمرة محيطية أعلي الأعمدة الخارجية التي يمكن أن تتعرض للتصدع نتيج الأسباب السلف ذكرها. يتعرض البحث ايضا الي طريقة بسيطة ومبتكرة للمعالجة الفورية لتلك الحالة لتوقف وتعالج تراكم الإجهادات المتولدة نتيجة ذلك الفقد.

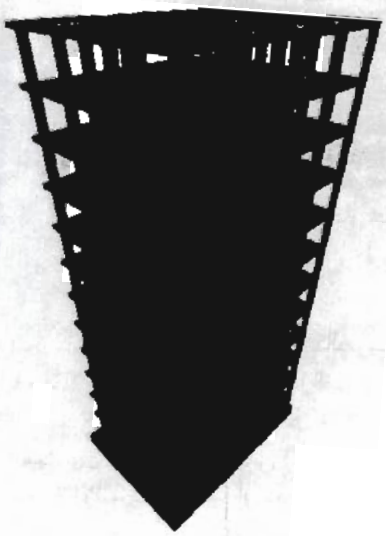
٢- الدراسة النظرية

٢-١ وصف المبنى محل الدراسة :

المبنى محل الدراسة مبنى قائم من نماذج المباني الشائعة في ضاحية بيروت الجنوبية تأثر بفعل الحرب وهو مكون من اثنى عشر طابقاً مرتكز على لبشة من الخرسانة المسلحة والأسقف عبارة عن بلاطات ذات أعصاب (Hollow Blocks). فقد أو تصدع أحد الأعمدة الخارجية بأحد الطوابق وفي حالة الدراسة فقد العمود بالطابق الأرضي وهي حالة تكررت كثيرا في تلك الحرب إما بسبب قذيفة مباشرة أو بسبب ضغوط جانبية على العمود نتيجة انهيار مبنى مجاور. وشكل رقم ٧ هو مسقط أفقي لكمرات وأعمدة وأبعاد لسقف المبنى الذي تم دراسته.



شكل ٧: مسقط لسقف المبني الذي تم دراسته.



شكل ٨ : النموذج الرياضي المعد للتحليل باستخدام نظرية العناصر المحددة.

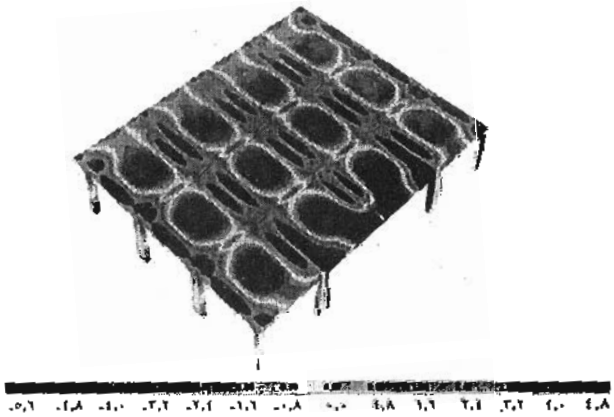
٢-٢ خطوات الدراسة:

١- تم إعداد نموذج رياضي عددي غير خطي ثلاثي الأبعاد باستخدام نظرية العناصر المحددة لتمثيل المبنى المذكور حيث تم تمثيل جميع العناصر الإنشائية (البلاطات والأعصاب والأعمدة والأساسات) بعناصر مصمتة ثلاثية الأبعاد (Solid Elements) وقد تم تمثيل التربة أسفل الأساسات ب (Spring elements) يكافئ إجهاد تربة ٠,١٥ MP وقد تم تحميل النموذج بأحمال مكافئة لتلك الشائعة في المباني السكنية بإجمالي حمل ٠,٠١١ MP على البلاطات. ويبين شكل رقم ٨ النموذج الرياضي المعد للتحليل.

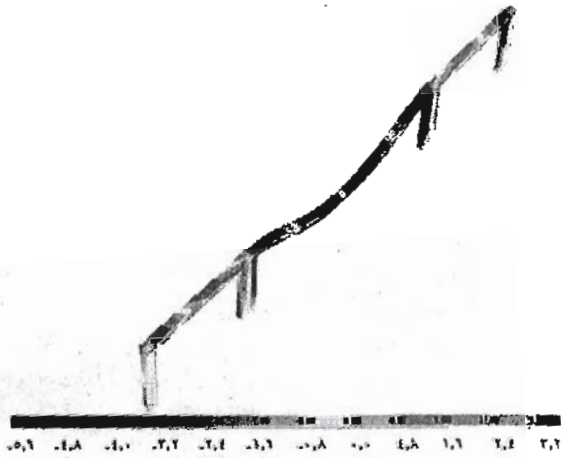
٢- قبل فقد العمود تم تحليل المنشأ كاملاً وتم استخلاص الإجهادات والانفعالات والترخيم الحادث بالعناصر الإنشائية المختلفة والاجهادات الناتجة على التربة أسفل المنشأ.

٣- بعد فقد العمود تم تحليل المنشأ وفحص الاجهادات الإضافية ومدى تأثر العناصر الإنشائية المحيطة بالعمود المفقود.

يوضح شكل (٩) الاجهادات في اتجاه المحور الأفقي بعد فقد العمود. ويظهر من الشكل مدى تركز الاجهادات عند منطقة العمود المفقود. ولبيان توزيع الاجهادات على بلاطة السقف فقد تم إلقاء الضوء على شريحة السقف الأفقية أعلى العمود المفقود وهي كمرة مدفونة بالسقف ذات الأعصاب عمقها هو عمق بلاطة السقف ٢٥ سم كما هو مبين بالشكل (١٠). ويظهر من الشكل أن حمل العمود المفقود قد قامت الكمرة الأفقية المدفونة بتحمله ونقله إلى العمودين المجاورين للعمود المفقود حيث تولد إجهاد ضغط كبير على السطح العلوي للكمرة في منتصف البحر (مكان العمود المفقود) بينما تولد إجهاد شد على الكمرة أعلى العمودين المجاورين للعمود المفقود.

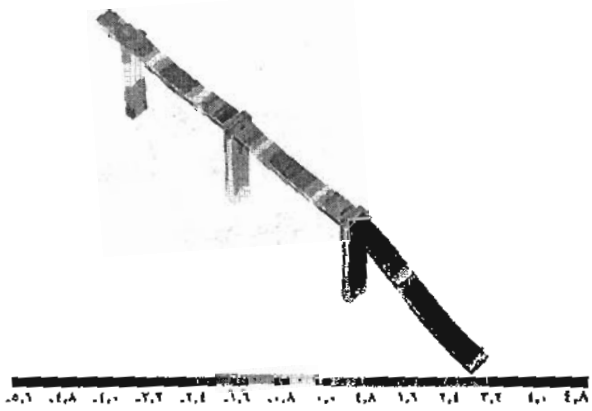


شكل ٩: الاجهادات في اتجاه المحور الأفقي بعد فقد العمود

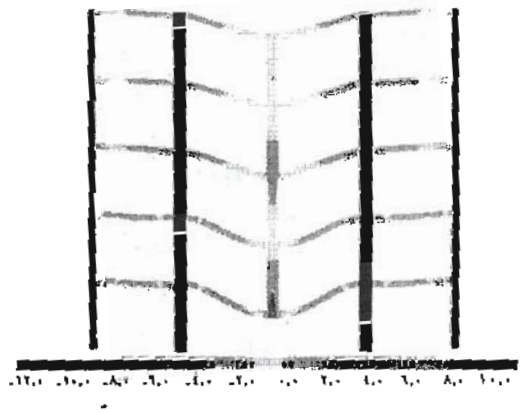


شكل ١٠: توزيع الاجهادات بشريحة السقف الأفقية أعلى العمود المفقود

ولكن يلاحظ أنه عند منطقة العمود المفقود تقل الاجهادات عن القيم المجاورة لها وذلك نتيجة الجساءة الإضافية في هذه المنطقة لوجود كمرة عرضية مدفونة كانت تربط العمود الطرفي المفقود بالعمود الداخلي المجاور له وقد قامت هذه الكمرة العرضية بتحمل جزء من الحمل كما هو مبين بالشكل (١١) إذ تحول بعد فقد العمود إلى كابولي يتحمل نصيباً من حمل العمود المفقود. وإن هناك نصيباً من حمل العمود المفقود تحمله العمود أعلى العمود المفقود إذ تحولت الاجهادات بهذا العمود من إجهادات ضغط إلى إجهادات شد كما هو مبين بالشكل (١٢) لتنقل جزءاً من حمل العمود المفقود إلى الأدوار العلوية لتقوم بدورها بنقل هذه الأحمال إلى الأعمدة المجاورة. ويلاحظ أن إجهاد الشد بالعمود يقل كلما ارتفعنا لأعلى إذ أنه بعد دورين يكون قد انتقل حمل بلاطة سقف الطابق الأرضي عن طريق الشد في عمود الطابق الأول إلى الطوابق الأعلى. ويوضح شكل (٦) الترخيم الحادث في سقف الطابق الأرضي نتيجة انهيار العمود إذ تم تسجيل أكبر ترخيم في هذا الطابق عند نقطة فقد العمود العمود مقدارها ١,٣٧ سم. وإن بقية الطوابق لايتأثر الترخيم فيها نتيجة انهيار العمود ولكن يقل هذا التأثر في الطوابق العلوية كما هو مبين بالشكل (٧).



شكل ١١: شكل الاجهادات عند منطقة فقد العمود وعلاقتها بالقيم المجاورة لها



شكل ١٢: تحول الإجهادات بالعمود أعلي الركيزة المفقودة الي إجهادات شد

ولقد كان من المقترحات المستقبلية أنه عند إنشاء مثل هذه المباني أن يتم تزويد بلاطات السقف بكمرة محيطية بارزة أسفل بلاطة السقف تربط الأعمدة المحيطية الخارجية والتي يمكن أن تتأثر أكثر من غيرها بفعل القصف أو الإنفجارات. هذه الكمرة تساعد على إعادة توزيع الاجهادات عند فقد عمود من الأعمدة الخارجية.

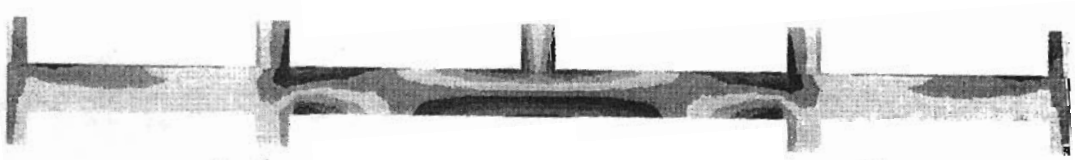
ولتوضيح هذا التأثير فقد تم عمل نموذج رياضي آخر لنفس المبنى ولكن تم تزويد بلاطاته بكمرة خارجية بارزة بعرض ٢٥سم وبعمق ٧٠سم. وتم دراسة هذا المنشأ الجديد قبل وبعد انهيار نفس العمود السابق دراسته. وتم مقارنة الترخيم الحادث في بلاطة سقف الطابق الأرضي بعد انهيار العمود بذلك المرصود في النموذج الأول فوجد أن قيمة أكبر ترخيم هو ٠,٣٦ سم أي أن وجود الكمرة المحيطية قد قام بتقليل الترخيم بنسبة ٧٤% كما هو مبين بالشكل (٨). وتم كذلك رصد توزيع الاجهادات في بلاطة سقف الطابق الأرضي كما هو مبين بالشكل (٩) ومن الملاحظ أن حدة الاجهادات نتيجة انهيار العمود قد نقصت وذلك نتيجة تحمل الكمرة المحيطية لجزء كبير من حمل العمود المفقود . وإن هذا ليظهر من عرض الاجهادات المتولدة في الكمرة المحيطية عند انهيار العمود كما هو مبين بالشكل ١٠. وإن تأثير هذه الكمرة المحيطية ليظهر جلياً عند عرض الاجهادات العمودية على الأعمدة المحيطة كم هو مبين بالشكل ١١ حيث أن جزءاً من الحمل الذي كان يتحمله العمود أعلى العمود المفقود قد تم تحمله عن طريق الكمرة المحيطية. وإن هناك نصيباً من حمل العمود المفقود تحمله العمود أعلى العمود المفقود إذ تحولت الاجهادات بهذا العمود من إجهادات ضغط إلى إجهادات شد كما هو مبين بالشكل (١٢) لتنقل جزءاً من حمل العمود المفقود إلى الأدوار العلوية لتقوم بدورها بنقل هذه الأحمال إلى الأعمدة المجاورة. ويلاحظ أن إجهاد الشد بالعمود يقل كلما ارتفعنا لأعلى إذ أنه بعد طابقين يكون قد انتقل حمل بلاطة سقف الطابق الأرضي عن طريق الشد في عمود الطابق الأول إلى الطوابق الأعلى.

ويوضح شكل ١٣ الترخيم الحادث في سقف الطابق الأرضي نتيجة انهيار العمود إذ تم تسجيل أكبر ترخيم في هذا الطابق عند نقطة فقد العمود العمود مقدارها ١,٣٧ سم. وإن بقية الطوابق لايتأثر الترخيم فيها نتيجة انهيار العمود ولكن يقل هذا التأثر في الطوابق العلوية كما هو مبين بالشكل (١٤).

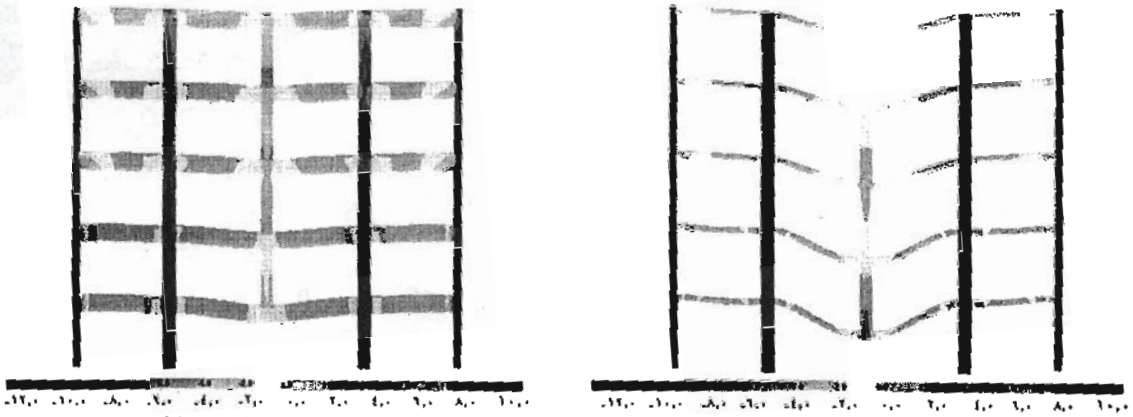
ومن المقترحات المستقبلية أنه عند إنشاء مثل هذه المباني أن يتم تزويد بلاطات السقف بكمرة محيطية بارزة أسفل بلاطة السقف تربط الأعمدة المحيطية الخارجية والتي يمكن أن تتأثر أكثر من غيرها بفعل القصف أو الإنفجارات. هذه الكمرة تساعد على إعادة توزيع الاجهادات عند فقد عمود من الأعمدة الخارجية.

ولتوضيح هذا التأثير فقد تم عمل نموذج رياضي آخر لنفس المبنى ولكن تم تزويد بلاطاته بكمرة خارجية بارزة بعرض ٢٥سم وبعمق ٧٠سم. وتم دراسة هذا المنشأ الجديد قبل وبعد انهيار نفس العمود السابق دراسته. وتم مقارنة الترخيم الحادث في بلاطة سقف الطابق الأرضي بعد انهيار العمود بذلك المرصود في النموذج الأول فوجد أن قيمة أكبر ترخيم هو ٠,٣٦ سم أي أن وجود الكمرة المحيطية قد قام بتقليل الترخيم بنسبة ٧٤% كما هو مبين بالشكل ١٥. وتم كذلك رصد توزيع الاجهادات في بلاطة سقف الطابق الأرضي ومن الملاحظ أن قيمة الاجهادات نتيجة انهيار العمود قد قلت كثيرا وذلك نتيجة تحمل الكمرة المحيطية لجزء كبير من حمل العمود المفقود . وإن هذا ليظهر من عرض الاجهادات المتولدة في الكمرة المحيطية عند انهيار العمود كما هو مبين بالشكل ١٦. وإن تأثير هذه الكمرة المحيطية ليظهر جلياً عند عرض الاجهادات العمودية على الأعمدة المحيطة كم هو مبين بالشكل ١٧ ، ١٨ حيث أن جزءاً من الحمل الذي كان يتحمله العمود أعلى العمود المفقود قد تم تحمله عن طريق الكمرة المحيطية.

شكل ١٣: الترخيم الحادث بالسقف نتيجة انهيار العمود



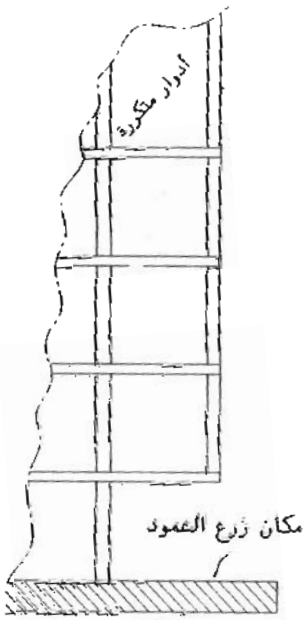
شكل ١٦: الإجهادات المتولدة عند فقد العمود ووجود كمرة



شكل ١٧ ، ١٨ مقارنة الإجهادات والترخيم المتولد عند فقد العمود في حالة بلاطة بدون كمرة ووجود كمرة

٣- الطريقة المقترحة لاستبدال الأعمدة

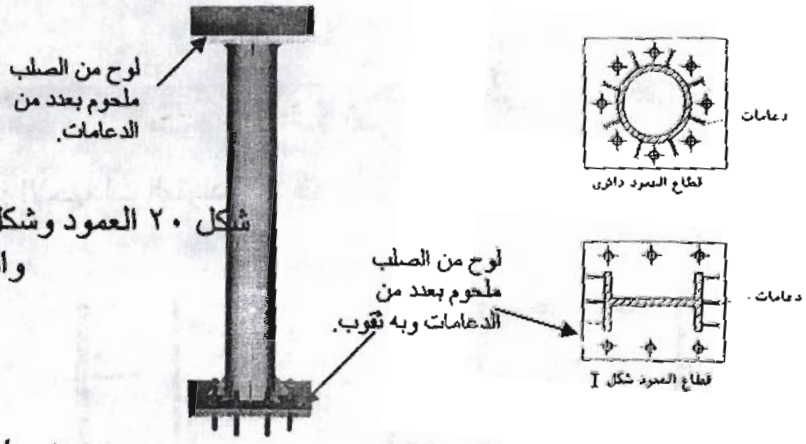
لإعادة تأهيل المنشأ فى حالة فقد أحد أعمدته أو تصدعها أو عند الرغبة في استبدال عمود، يبين شكل رقم ١٩ عمود مفقود في مبني متعدد الطوابق سيتم زرع عمود بديل من خلال الخطوات التالية:



شكل ١٩ مكان العمود المطلوب زرعه

خطوات التنفيذ:

١- يتم تصميم عمود من الصلب مقطعه إما دائري أو مستطيل أو قطاع تقليدي علي شكل H أو I علي أن يتحمل القطاع الإجهادات الواقعة عليه من الطوابق العلوية مثبت به من أعلي ومن أسفل لوحين من الصلب باللوح السفلي عدد من الثقوب بقطر يناسب



شكل ٢٠ العمود وشكل قطاعه ووصلته العلوية والسفلية

الجوايط التي سيتم تفصيلها في الخطوة التالية كما في شكل رقم ٢٠.

٢- اختيار عدد من الجوايط تتحمل مجتمعة حمل العمود المراد تثبيته. anchor

٣- يتم زرع تلك الجوايط بمونة إيبوكسية مناسبة في المكان المحدد لتثبيت العمود مع ادخال صواميل من أطراف تلك الجوايط كما بالشكل رقم ٢١.

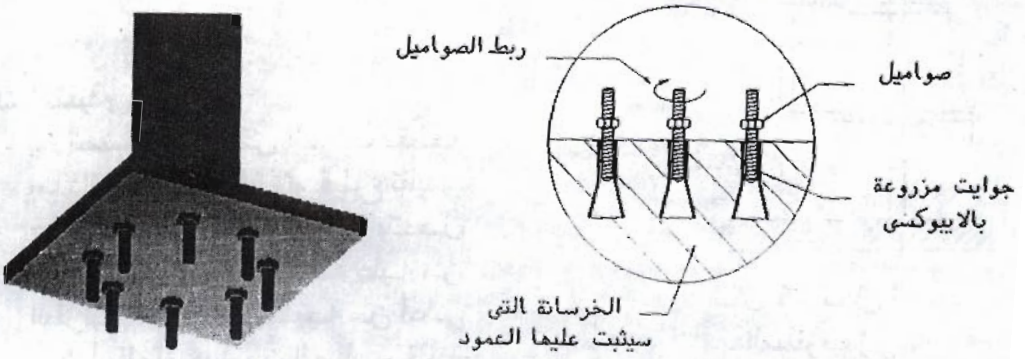
٤- يتم وضع العمود المعد سلفا في الخطوة رقم ١ علي أن تدخل الجوايط في الثقوب المناظرة لها بلوح الصلب السفلي وتكون الصواميل أسفل اللوح المذكور كما في شكل ٢١.

٥- يتم لف الصواميل الي الداخل فيرتفع العمود الي أعلي حتي يتلامس مع السقف أسفل العمود السليم بالطابق الذي يليه.

٦- يتم حقن كافة الشروخ التي تولدت من فقد العمود أو تصدعه بالسقف بمونة إيبوكسية مناسبة مع مراعاة أن يكون وقت تصلدها عقب تثبيت العمود في مكانه واستواء السقف أفقيا بعد الخطوة التالية.

٧- يتم لف الصواميل بالعزم المطلوب لكل جاويط ليعطي ضغط علي الجوايط مجتمعة يساوي الإجهاد الرأسي المتولد من حمل الطوابق العلوية علي العمود.

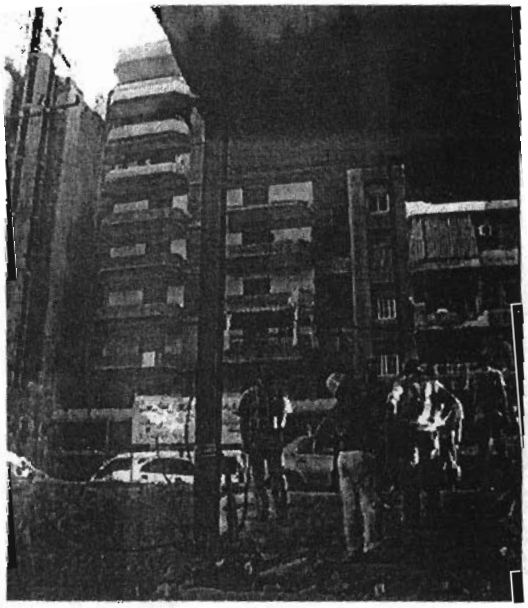
٨- سيتلاشي الترخيم الحادث مكان العمود المفقود تدريجيا حتي يعود السقف مستويا, عندها يتم صب مونة



شكل رقم ٢١ زرع الأنكور وتثبيت الأشاير علي أن تكون الصواميل تحت اللوح السفلي

غير قابلة للإنكماش بمقاومة مناسبة حول الجوايط حتي ضمان امتلاء كامل الفراغ أسفل لوح الصلب السفلي.

٩- يتم تدعيم أماكن العزوم والقص التي تأثرت بالسقف ويقترح أن يكون ذلك بألواح وشرائح مضغوطة علي قطاع السقف.

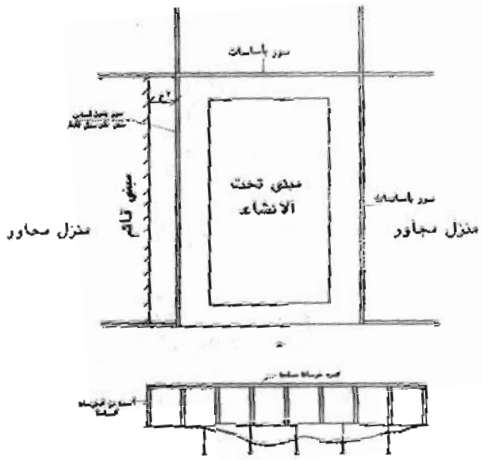


شكل ٢٢: نموذج تم تنفيذه لعمود مفقود يعلوه أحد عشر طابقا

٤- تعويض نحر أو هبوط التربة

مشكلة أخري يمكن أيجاد حل لها بطريقة قريبة من السابقة وتتمثل فى وضع قوالب معدنية جاسئة وجاهزة يتم اعدادها بسرعة ولا تحتاج الي تكنولوجيا معقدة أو تكاليف مرتفعة ويمكن تغيير ارتفاعها بسهوله أسفل الأساسات فى حالة هروب التربة الأساسات نتيجة عمليات حفر مجاورة أو نتيجة نحر التربة بفعل السيول أو كسر فى مواسير المياه الرئيسية ولنقل أحمال الأجزاء التي فقدت من تحتها التربة بطريقة أمنة.

فيما يأتي شرح لحالة تم تنفيذها فعلا لموقع إنشاء مبني سكني مكون من بدروم وأرضي وثلاث طوابق بمدينة الشروق، المبني في مركز القطعة تقريبا وحوله فراغ بينه وبين الجيران الثلاثة. تم حفر الموقع وعمل الأساسات فقط وقد كان الحفر أعمق من أساسات المنشآت المجاورة الموجودة فعلا ويحيط بالموقع ثلاثة أسوار للجيران من الأربعة اضلاع المحددة للقطعة. كسرت ماسورة المياه الرئيسة للشارع وبسبب ذلك تدفقت المياه جارفة معها التربة من تحت أساسات الأسوار الخاصة بالجيران والمحيطة بالقطعة والشكل رقم ٢٣ يبين موقع الحفر وحوله أسوار الجيران وبالأسفل أحد الأسوار وقد فقد من تحته جزء كبير من تربة الأساس وخمسة أعمدة تم زرعها لمنع تصدع السور كم سيأتي تفصيله.



شكل ٢٣: مبني تحت الإنشاء وحوله أسوار جيران هربت تربتها نتيجة كسر بخط مياه

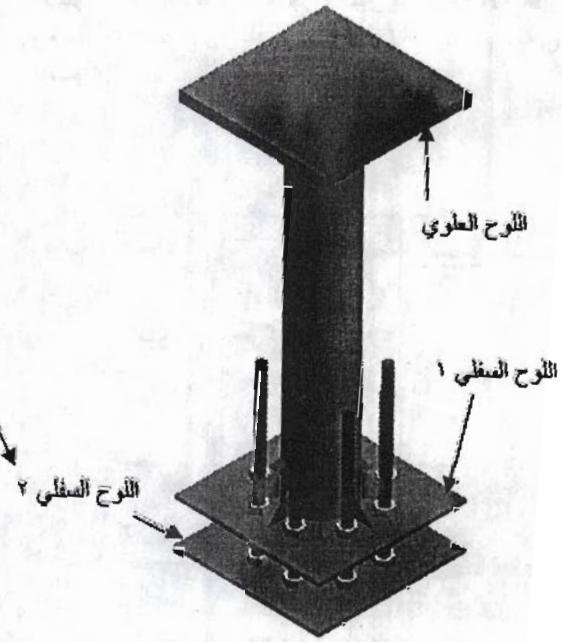
وقد تمت المعالجة بعد حدوث هروب التربة مباشرة كما يأتي:

١- يتم تصميم عدد من أعمدة الصلب المجوف دائري القطاع (pipe) ويمكن أن يكون مقطعه مستطيل أو قطاع تقليدي علي شكل H، مع ملاحظة أن يتحمل القطاع الإجهادات الواقعة عليه من وزن السور، مثبت به من أعلي لوح من الصلب أما من أسفل فمثبت لوح من الصلب وأسفله لوح آخر وبهما ثقوب متطابقة وبين اللوحين السفليين عدد من جوايط (أسياخ مقلوظة) الصلب. الثقوب التي باللوح

السفلي ذات قطر يناسب دخو الجوايط التي سيتم الحديث عنها في الخطوة التالية وكما في شكل رقم ٢٤.

٢- اختيار عدد من الجوايط بطول وقطر مناسب تتحمل مجتمعة الحمل المراد رفعة. هذه الجوايط يتم إدخالها خلال الثقوب التي أعدت سلفا بين لوحي الصلب السفليين من أسفل اللوح السفلي ويتم تثبيتها من أسفل اللوح السفلي وتكون حرة من أعلي الوحين السفليين علي أن .

٣- يتم تثبيت الجوايط من أسفل اللوح السفلي رقم ٢ علي أن تمر تلك الجوايط من خلال اللوح السفلي رقم ٢ واللوح السفلي رقم ١ وبكل سيخ ثلاث



شكل ٢٤: عمود يمكن تغيير ارتفاعه من خلال لوحين من الصلب ومثبت من أعلي لوح أخر من الصلب.

صواميل، وكما في الشكل ٢٥ الصواميل السفلية ثابته والصواميل التي بأسفل اللوح السفلي ١ عند لفها الي اليمين يرتفع اللوح اللوح السفلي رقم ١ ومن فوقه العمود.

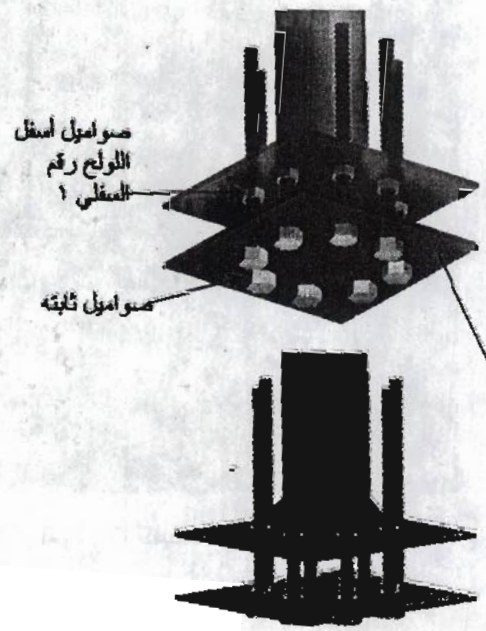
٤- يتم وضع العمود المعد سلفا في الخطوات السابقة عند المنسوب المطلوب أعلي التربة وأسفل الجزء المراد رفعه.

٥- عند لفها الصواميل الموجودة أسفل اللوح السفلي رقم ١ الي اليمين فيرتفع اللوح ومن فوقه العمود الي أعلي حتي يتلامس مع الجزء المراد رفعه.

٦- يتم لف الصواميل بالعزم المطلوب لكل جاويط ليعطي ضغط علي الجوايط مجتمعة يساوي الإجهاد الرأسي المتولد من حمل الجزء العلوي المراد رفعه ويتم تكرار ذلك في الأعمدة الأخري.

يتم قياس ومراقبة الهبوط الحادث في التربة أسفل الأعمدة يتم الرفع مرة أخري من خلال لف الصواميل بمفتاح عزم بالعزم المطلوب وتكرر العملية حتي يتم الثبات النهائي عندها يتم صب خرسانة بين اللوحين السفيين رقمي ١ و ٢.

٤- الخلاصة:



شكل ٢٥: الجزء السفل بالعمود ويظهر به الصواميل والألواح السفلية

- تم استعراض أسباب مشكلة فقد بعض الأعمدة أو تصدعها أو الحاجة الي استبدالها ومناقشة أحد أطروحات معالجة هذه المشكلة في المباني الجديدة.
- تم تحليل لأحد المنشآت مكون من ثلاثة عشر طابق أسقفه بلاطات ذات الأعصاب وطوب مفرغ من خلال نموذج رياضي عددي ثلاثي الأبعاد كما تم دراسة وجود كمرة محيطية أعلي الأعمدة الخارجية

المعرضة للتصدع أو الفقد بفعل القصف أو الإنفجارات وقد وجد أن وجود الكمرة في الحالة التي تمت دراستها قللت من الترخيم أعلي العمود المفقود بنسبة ٧٤% كما تم تحليل ومناقشة الإجهادات والانفعالات عند فقد العمود علي سلوك العناصر الإنشائية المختلفة في الحالتين. والحالة التي تمت دراستها تؤكد أهمية وجود كمرة محيطية في المنشآت المحتمل تعرضها لأخطار الإنفجارات والقصف.

- تم شرح تفاصيل طريقة مبتكرة لإعادة تأهيل المنشأ فى حالة فقد أحد أعمدته أو تصدعها أو عند الرغبة في استبدال عمود لأسباب معمارية أو إنشائية. الطريقة بسيطة ورخيصة ويمكن تنفيذها بسرعة لاستعدة عمود مفقود.

٥- المراجع

١- A. Astaneh-ASL, *"Progressive collapse prevention in new and existing buildings"*, *Proc. of the 9th Arab Structural Engineering Conf., Nov.* ٢٩ – *Dec.* ١, ٢٠٠٣, *Abu Dhabi, UAE*, pp. ١٠٠١- ١٠٠٨.

٢- P. Zdenek and V. Mathieu, ٢٠٠٦ *"Mechanics of progressive collapse: Learning from world trade center and building demolitions"*, Report No. ٠٦-٠٦/C٦٠٥t, Dept. of civil and envir. Engg., Northwestern University, Evanston, Illinois ٦٠٢٠٨, USA.

٤- Federal Emergency Management Agency, ١٩٩٦, FEMA ٢٧٧. *"The Oklahoma City bombing: Improving building performance through multi-hazard mitigation*, Federal Emergency Management Agency Washington, D.C. http://www.fema.gov/mit/bpat/bpat٠٠٩.htm.

٤- المعاينات الميدانية.

٥- تقرير نقابة المهندسين اللبنانية عقب الحرب مباشرة:
MAPS Geosystems , M. S. Fatha and N. K., " Damage Assessment Program. "

٦- "التحصينات الثابتة – نظرياتها وقواعد تصميمها" – المهندس رجاء حافظ حلمي – القوات المسلحة المصرية ١٩٧١.