الفصل الثامن
الدروس المستفادة من زلزال القاهرة

بعد أن كان الاعتقاد السائد أن الأراضي المصرية مستقرة وثابتة زلزالياً ولا خوف من مفاجآت كبرى، أثبت الزلزال الأخير في مصر أن القشرة الأرضية لا تعبر عما في جوفها من اضطراب وان القارات في حركة دائبة ومستمرة.

لقد أثبت زلزال القاهرة الذي وقع في تمام الساعة الثالثة وخمس عشرة دقيقة من عصر يوم الاثنين الموافق لـ ١٢ تشرين الأول ١٩٩٢، أن الثقة باستقرار الأرض وثباتها في أي مكان من العالم أصبحت من المستحيلات، واعتقاداً خرافياً، فقد اهتزت القاهرة وهي متحف العرب والدنيا، واهتزت حضارتها وأبنيتها تحت وطأة الزلزال، وتعالت الأصوات والصرخات، وأحس المواطنون الذين عانوا من رعب الزلزال ان شيئاً ما فيهم قد تغير، فهم لم يعودوا يثقون بالأرض التي يقفون عليها، فهي قد تطوح بهم يميناً وشمالاً وعلى بعد أمتار، وقد تجعلهم أشلاء تحت الحطام الكبير للأبنية الطابقية..

ورغم أن زلزال القاهرة الأخير والذي تراوحت قوته التقريبية ٣ر٥ درجة على مقياس ريختر يعتبر زلزالاً وسطي الشدة بين الزلازل الكبيرة والصغيرة إلا أنه سبب مقتل ٥٤٠ شخصاً وتشريد أكثر من عشرين ألف شخص وجرح/ ٦٥٠٠/ شخص وانهيار /٣٥٠/ بناءاً وتضرر ثمانية آلاف بناء، وسبب موجة من الذعر وفقدان الاطمئنان، وعلقت أبصار العرب ومشاعرهم صوب الكارثة وضحاياها.

لذلك كان من الضروري أن نفيد من تلك التجربة التي زعزعت ثقتنا بالأرض والقشرة الأرضية ونستفيد من موجة الاهتمام العلمي التي تكاثفت لتقدم لنا أكثر من شرح مطول للأسباب والمعطيات والنتائج وخلاصة للخبرة الزلزالية والدروس المستفادة من هذه الكارثة.

مقدمـــة:

بتاريخ ١٢ تشرين الأول/ اكتوبر ١٩٩٢ في تمام الساعة ٣:١٥ بعد الظهر بالتوقيت المحلي لمدينة القاهرة حدثت هزة أرضية قوتها بمقياس ريختر للأمواج الحجمية (Mb) = ٥,٩ وللأمواج السطحية (Ms) = ٥,٣ واستمرت الهزة الأرضية القوية لمدة ٣٠ ثانية ووقع مركزها على مسافة ٢٠ كم جنوب القاهرة هذا حسب معطيات المركز القومي الأمريكي للمعلومات الزلزالية (NEIC). وكانت حصيلة الكارثة الزلزالية مقتل ما يزيد عن ٥٤٠ شخصاً وجرح ما يقدر بـ ٦٥٠٠ شخص وتشريد حوالي ٢٠٠٠٠ شخص. ومعظم الوفيات حدثت بسبب الاندفاع غير المنظم للناس أثناء الهروب من المباني المهتزة، حيث تهدم ٣٥٠ مبنى (معظمها كان من المباني الحجرية القديمة غير المسلحة) وتضرر بشكل كبير حوالي ٨٠٠٠ مبنى وانهار بشكل كامل حوالي ٣٥٠ مبنى من الطين في القرى المحيطة بالقاهرة. ومن الجدير بالذكر أنه لم يكن يوجد كود لتصميم الاحمال الزلزالية في مصر ومعظم المباني كانت غير مصممة لمقاومة هذه الأحمال. وانما كانت المسودة الأولى لمثل هذا الكود قيد الاعداد قبل حدوث الزلزال (٩٣، ٩٤). وتأتي هذه الدراسة في وقت يحتاج فيه كل من أصحاب القرار السياسي والباحثين والعلماء والمهندسين والمواطنين على كافة المستويات إلى معلومات علمية قيمة ومفيدة حول كل ما يتعلق بزلزال مصر الأخير. وتشمل هذه الدراسة معلومات حول زلزالية مصر التاريخية وتحليلات علمية حول المشاهدات الجيولوجية والسسمولوجية في زلزال مصر الأخير وخرائط الشدة الزلزالية وتوزيعها وكذلك البنية التكتونية الحديثة في مصر والحركة الأرضية في وادي النيل. كما تتضمن تحليلاً مفصلاً لمواضيع الهندسةالزلزالية وبشكل خاص التجاوب الانشائي للأنواع المختلفة من المباني وخدمات المرافق العامة والمواصلات والاتصالات. اضافة إلى ردود الأفعال ومستوى أداء فرق الطوارىء والتأثيرات الاجتماعية المرافقة للزلزال واجراءات السلامة العامة.

وتخلص الدراسة إلى الاستنتاجات والدروس المستفادة في زلزال مصر والتوصيات المشتركة التي يمكن تعميمها على الدول العربية المجاورة.

لقد استندنا في اعداد هذا الفصل إلى الاتصالات الرسمية مع خبراء دوليين في علم وهندسة الزلازل وإلى تقارير علمية حديثة مبنية على زيارات ميدانية لفرق عمل مختصة بما في ذلك دراسات للباحثين الأعضاء في كل من معهد أبحاث الهندسة الزلزالية (EERI) والمركز القومي

لأبحاث هندسة الزلازل (NCEER) في اميركا ونتائج الزيارات الميدانية للمؤلفين اضافة إلى التقارير الأولية لبعض الباحثين المصريين.

أولاً: الزلزالية التاريخية

ان الدهشة التي أصابت المجتمع الدولي نتيجة زلزال مصر الأخير لا مبرر لها. حيث أن مصر والمناطق المحيطة بها لها تاريخ زلزالي معروف ومدون في الوثائق التاريخية التي تعود إلى ٢٢٠٠ سنة قبل الميلاد. ان عدداً كبيراً من هذه الزلازل يعتبر غير معروف للسسمولوجيين بسبب تشتت المعلومات المتعلقة بها في العديد من المخطوطات والكتب التاريخية.

ويمكن ايجاز الزلازل المدمرة التي حدثت بالقرب من نهر النيل حول القاهرة في مناطق الاسكندرية والفيوم والدلتا قرب القاهرة كما يلي (٩٣، ٩٥):

١. زلازل منطقة الاسكندرية – راشد:

* زلزال عام ١٩٥٥: بلغ مقداره ٦,١ على مقياس ريختر (Ms = ٦,٧) وشعر به المواطنون بفلسطين وقبرص واليونان، نتج عنه وفاة ٢٥ شخصاً، وتحطمت منازل عديدة قديمة بدمنهور والمحمودية ورشيد وادكو وأبو حمص.
* زلزال عام ١٨٧٠: وقع مركز هذا الزلزال بالبحر الأبيض المتوسط وتأثرت به الدول المحيطة بالبحر ومنها الاسكندرية ووصلت شدته إلى ٧ على مقياس ميركالي بالاسكندرية وإلى ٦ حول وجنوب الاسكندرية.
* زلزال عام ١٦٩٠: زلزلة عظيمة خرج الأهالي نتيجة الاحساس بها إلى الصحراء وانهدمت بعض البيوت وكان أشدها أقرب إلى منطقة الاسكندرية.

٢. زلازل قرب الفيوم:

* زلزال عام ١٨٤٧ : زلزال مفاجيء حوالي ٨ على مقياس ميركالي نتج عنه تهدم حوالي ٣٠٠٠ مبنى ووفاة ٨٥ شخصاً واصابة ٦٢ شخصاً، أحس بالزلزال المواطنون في جميع أنحاء مصر. وتأثرت المباني حتى مدينة أسيوط. وفي القاهرة قتل ١٠٠ شخص وتحطمت الآلاف من المنازل.

* زلزال عام ١٣٠٣: يعرف باسم زلزال البحر الأبيض المتوسط وهو من الزلازل القوية التي تعرضت لها مصر واستمر لمدة ١٥ دقيقة بالقاهرة وانهارت جزئياً بعض الكنائس والمساجد، وتأثرت مناطق مختلفة بوادي النيل حتى مدينة قوص ، وقد نجم عن الزلزال تكون موجات بحرية مدمرة (تسونامي) غمرت معظم طرقات ومباني مدينة الاسكندرية.

٣. زلازل دلتا النيل قرب القاهرة:

* زلزال عام ١٧٥٤ بعد الميلاد

* زلزال عام ١١١١ بعد الميلاد

* زلزال عام ٢٢٠٠ قبل الميلاد.

ومن الزلازل القوية الحديثة في مصر حتى الآن كان:

*** زلزال كلابشة (٤ تشرين الثاني ١٩٨١): حدث هذا الزلزال بالقرب من أسوان وشعر به المواطنون هناك حيث كان مقداره ٥,٥ على مقياس ريختر. ويعتقد أن له علاقة بإنشاء بحيرة السد العالي. وسجل عند عمق يصل إلى ١٠ كم. ومن السجلات لوحظ ان ثلاث هزات سبقت الهزة الرئيسية وتبعها عدد كبير من الهزات.**

وتعتبر منطقة البحر الأحمر نشطة زلزالياً، وهي منطقة منخفضة الكثافة السكانية مقارنة بمناطق دلتا النيل. واحدث زلزال ضرب هذه المنطقة هو زلزال عام ١٩٦٩ قرب جزيرة شدوان. قدر هذا الزلزال بـ ٦,٣ على مقياس ريختر (Ms = ٦,٨) ويقع مركز هذا الزلزال عند عمق ١٣ كم شمال غرب الجزيرة وعلى مسافة ٣٨٠ كم جنوب شرق القاهرة حيث قتل ٣ أشخاص وجرح ١٥ شخصاً وهدم ٣٢ منزلاً. وقد لوحظ من السيزموغراف ان ٣٥ هزة حدثت قبل الزلزال، وتبع ذلك عدد كبير من الهزات ذات قدر أقل من الزلزال الرئيسي، والشكل رقم ٧٥ يبين مراكز الهزات لعام ١٩٨١ ولعام ١٩٦٩ والزلزال الأخير الذي ضرب مصر. أما بالنسبة للزلازل المذكورة في البنود السابقة ١، ٢، ٣ فتظهر في المناطق (A) و (B) و(C) على الشكل رقم (٧٥).

بعد حدوث زلزال ١٤ تشرين الثاني/ نوفمبر ١٩٨١ بمنطقة أسوان وكان مقداره (٥,٦) بمقياس ريختر، اتخذت الاحتياطات اللازمة لنشر (١٣) محطة لرصد الزلازل الدقيقة غير

المحسوسة، ومعرفة النشاط الزلزالي بمواقع حول السد العالي وبحيرة ناصر. واستمر تسجيل الاهتزازات لعدة شهور، توصل من خلالها علماء الزلازل إلى حقيقة ان النشاط الزلزالي يتمركز حول فالق يسير في اتجاه الشرق – الغرب ويعرف باسم فالق كلابشة (الشكل رقم ٧٦). ويمتد هذا الفالق لعدة عشرات من الكيلومترات، ويتقاطع مع فوالق أخرى تتجه من الشمال إلى الجنوب. وهذه الفوالق لا يحدث عليها لحسن الحظ نشاط زلزالي مثلما يحدث على فالق كلابشة. أما النشاط الزلزالي في قاع بحيرة ناصر فهو قليل جداً (٩٥).

ولقد عزا بعض الخبراء النشاط الزلزالي على فالق كلابشة، إلى تأثير المياه التي غمرت ذلك الجزء من بحيرة ناصر الذي يقع أسفله الفالق قبل سنوات معدودة من حدوث الزلازل التي تميز الآن فالق كلابشة. ومن ثم فإن فالق كلابشة هو مصدر الاهتزازات التي تتعرض لها المنطقة من حين لآخر، إذ تنزلق الصخور على مستوى هذا الفالق محدثة الزلازل التي يتراوح عددها ما بين ٥ و ٤٠ هزة يومياً. ويتراوح مقدار معظم هذه الزلازل الدقيقة ما بين (٢ – ٣) بمقياس ريختر ولكنه في بعض الأحيان يصل إلى (٤,٤) بمقياس ريختر. ويتراوح عمق مركز الزلازل ما بين (١٠ – ٢٥) كيلومتراً (٩٥).

ومن المحتمل أن فالق كلابشة كان نشطاً قبل انشاء السد العالي وامتلاء بحيرة ناصر بالمياه، ولكن لم تكن الأجهزة متوفرة لمعرفة النشاط الزلزالي لهذا الفالق، وهذه الحقيقة تشير إلى أهمية معرفة النشاط الزلزالي الدقيق لأي موقع يراد استخدامه لاقامة منشآت حيوية. ومن المناطق الأخرى التي يعرف ان بها نشاطاً زلزالياً، منطقة شمال البحر الأحمر، وقد امكن رصد نشاط زلزالي دقيق في منطقة جزيرة جوبال عند مدخل خليج السويس وبالقرب من الغردقة. ويصل معدل الاهتزازات في هذا الموقع إلى (٢٥) هزة في اليوم، قد ترتفع إلى (٢٠٠) هزة يومياً وبمقدار يتراوح بين (٠,٧ و ٣,١) بمقياس ريختر. ويقع مركز هذه الزلازل عند عمق يتراوح بين (٥ – ٢٢) كيلومتراً. كما لوحظ نشاط زلزالي دقيق عند الساحل الجنوبي الغربي لشبه جزيرة سيناء، وبالاضافة إلى منطقة أبو دياب بالقرب من ساحل البحر الأحمر إلى الجنوب من مدينة القصير. والجدير بالذكر أنه امكن تسجيل اهتزازات ناتجة عن نشاط زلزالي لجزيرة الاخوين التي تقع إلى الشرق من مدينة القصير وبالقرب من شق البحر الأحمر الذي تحدث عنده حركة الألواح، حيث تبتعد الجزيرة العربية عن مصر. وهذا يدل على أن داخل البحر الأحمر نفسه يوجد نشاط زلزالي.

ان معظم الدراسات تؤكد أن مصر لا تقع ضمن أي من أحزمة الزلازل في العالم، وأقرب حزام للزلازل في مصر هو محور الأخطار الزلزالية القصوى الذي يمر بجزيرة قبرص وبشمال البحر الأبيض المتوسط. وهذا يبين موقع انزلاق اللوح الافريقي تحت اللوح الأوراشي. وبقول اخر فإن مصر تبعد حوالي ٧٠٠ كم إلى الجنوب من هذا المحور (شكل رقم ٧٧). إلا أن الركون إلى القول بأن مصر آمنة زلزالياً قد يضر بها، حيث جرت العادة على نفي امكان حدوث زلازل بمصر. في حين أن مصر تتعرض لزلازل تحدث عند حدود الألواح وتمر بخليج العقبة، وفي منتصف البحر الأحمر، ولكن مقدار هذه الزلازل التي تقع في تلك المواقع غير مدمر. أما داخل مصر، فإن الفوالق يمكن أن تتحرك إذا ما وجدت السبيل إلى ذلك، وخصوصاً إذا كان ذلك بفعل الانسان مثلما حدث محلياً في أسوان عام ١٩٨١ عندما تحرك فالق كلابشة محدثاً زلزالاً، وكان لذلك علاقة ببحيرة ناصر.

ثانياً: المشاهدات الجيولوجية والسسمولوجية حول زلزال مصر الأخير

ان مركز زلزال ١٢ تشرين الأول ١٩٩٢ يقع على خط عرض ٣٠,٠٥ شمالاً وعلى خط طول ٣١,١٨ شرقاً وهو يقع إلى الشمال الشرقي من جبل قطراني وهو جبل مكون من صخور بازلتية، وان النقطة السطحية الممثلة لمركز الزلزال تقع في المنطقة حول هرم السنفرو وبالقرب من دهشور وهذا المركز لا يبعد كثيراً عن مركز زلزال عام ١٨٤٧. وذلك حسب تقرير معهد أبحاث الهندسة الزلزالية EERI (٩٣). وحسب تقرير المركز القومي لأبحاث هندسة الزلازل (٩٤) فإن مركز الهزة يقع على خط عرض ٢٩,٨٣ شمالاً وعلى خط طول ٣١,٢٣ شرقاً.

وتؤكد الدراسات الأولية التي جرت في جامعة هارفرد حول آلية حدوث هذا الزلزال بأنه قد نتج عنه انزلاق كتلتين في القشرة الأرضية فوق بعضها البعض على عمق حوالي ٢٤ كم من سطح الأرض (٩٣) (٢٥ كم حسب المصدر ٩٤). ويبين الشكل رقم ٧٨ تصور جامعة هارفرد لوضع الفالق ومركز الزلزال بحيث ان الفالق الذي تحركت عليه الصخور يتجه في اتجاه شمال غرب ٥٦ درجة ويميل إلى اتجاه شمال شرق وبزاوية ميل ٥٦ درجة وان منطقة الكتلة التي تحتوي على القاهرة والدلتا قد هبطت إلى الأسفل نظراً لهذه الحركة.

وقد دل البحث الذي قام به فريق المسح الجيولوجي الأمريكي وسلطة المسح الجيولوجي والمناجم المصرية ومعهد أبحاث الهندسة الزلزالية الأمريكية بأنه لم ينجم عن هذا الزلزال أية فوالق سطحية. انما ظهرت هناك تشققات نتجت عن الشد في طبقات الرسوبيات والتي تعزى إلى

الانهيارات التي حدثت قرب سطح الأرض أو إلى رص التربة في مناطق محددة قرب مركز الهزة. ولا يستغرب عدم وجود ازاحات على سطح الأرض ناتجة عن الحركة التكتونية المسببة للزلزال وذلك بسبب ان هذا الزلزال يعتبر متوسط القوة أو الشدة. ويذكر هنا بأن الهبوط في بعض المناطق قد وصل إلى متر ونصف خاصة على طول الاوتوستراد الشمالي الجنوبي الرئيسي غرب نهر النيل قرب قرية منشية فاضل. وإلى الشرق من هذا الأوتوستراد في هذا الموقع حدثت ظاهرة التميه للتربة في الأراضي الزراعية.

وبتوقيع مركز الزلزال على قطاع رأسي يتبين أن موقع الزلزال كان في عمق القاهرة باتجاه البحر الأبيض المتوسط ثم قبرص، ويتضح ان اهتزاز القاهرة الشديد شيء متوقع نظراً لقربها من مركز الزلزال (الشكل رقم ٧٩). ويتوقع ان يكون مركز الزلزال قد حدث على فالق داخل الصخور النارية والمتحركة والقديمة جداً.

ان دلائل حدوث التميه قد لوحظت قرب القرى التي تعرضت إلى أعلى درجات الخراب. وعلى الأرجح تلك المناطق التي كانت فيها الحركات الأرضية ذات الذبذبات العالية قوية. على الرغم من أن ظاهرة التميه قد اقتصرت على مساحات صغيرة في هذا الزلزال إلا أن معظم مناطق وادي نهر النيل قابلة لحدوث مثل هذه الظاهرة فيها على الأرجح.

الهزات التي تلت الزلزال الرئيسي الذي حدث في ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ كانت متوقعة واعتيادية ومألوفة. ويبين الجدول التالي الهزات التي حدثت حتى تاريخ ٢٢ أكتوبر ١٩٩٢ كما ورد في تقرير معهد ابحاث الهندسة الزلزالية الأميركي (EERI) استناداً إلى معطيات مرصد حلوان (٩٣):

قوة الزلزال (ريختر)	عدد الهزات
٠ - ١,٩	٤٢٠
٢ - ٢,٩	٢١٠
٣ - ٣,٩	١٥
٤ - ٤,٩	٢
٥ - ٥,٩	١*

* الزلزال الرئيسي في ١٢ تشرين الأول/ أكتوبر ١٩٩٢.

ملاحظة: هناك هزات أخرى حدثت بعد تاريخ ٢٢ اكتوبر اهملنا ذكرها.

ولا بد من الاشارة هنا إلى تحليل دقيق للهزات المسجلة بعد الهزة الرئيسية من قبل المختصين الجيولوجيين والجيوفيزيائيين سيفيد كثيراً في تحديد آلية حركة الفالق التي كانت السبب في حدوث زلزال القاهرة.

وحسب تقييم لجنة خبراء EERI والتي زارت مصر بعيد وقوع الزلزال فإنه ليس هنالك غرابة في قيم الجدول السابق. كما ان زلزال ١٩٩٢/١٠/١٢ لا يشترط بأنه مقدمة لزلزال أقوى في المستقبل القريب.

ثالثا: الشدة الزلزالية وتوزيعها

أعلى شدة زلزالية حسب مقياس ميركالي المعدل بلغت قوتها ٨ درجات وسجلت في قرية منشية فاضل وتمثل مركز الهزة الرئيسية. والشدة ٨ تمثل سقوط الجدران الحجرية والانهيار الكلي للأبنية المصنوعة من الطوب الترابي. ودرجة هذا التهدم في معظم أبنية منشية فاضل تفسر الدرجة العالية للشدة الزلزالية الحاصلة. اضافة إلى ذلك فإن قرية فاضل هي المكان الوحيد الذي لوحظت فيه ظاهرة التميه.

ولوحظ بأن معظم قرى وادي النيل قد تعرضت لشدة زلزالية مقدراها ٧ درجات وتتمثل بشكل عام بحدوث تشققات في الجدران الحجرية وسقوط الجدران المقامة من الطوب الترابي (٩٦). ويبين الشكل رقم ٨٠ توزيع الشدات الزلزالية كما أعده مركز المسح الجيولوجي الأميركي. نظراً لعدم وجود قياسات للشدات الزلزالية المسجلة عبر أجهزة الرصد لزلزال القاهرة الأخير فقد استند الشكل رقم ٨٠ إلى قياس الأضرار الناجمة عن الزلازل وحساب الشدات الزلزالية على أساسها ، ولما كانت خطوط تساوي الشدة الزلزالية في المناطق الشرقية والغربية في الشكل رقم (٨٠) عبارة عن مناطق صحراوية قليلة السكان والعمران فقد أشير إليها في الشكل بعلامة استفهام تشير إلى عدم وضوح الأضرار.

في قرى وادي النيل التي تقع في حزام يشمل حوالي ٨٠ كم جنوب القاهرة ويضم محافظة الجيزة المكتظة بالسكان سقطت جدران الأبنية الترابية وتهدمت الأسقف المدعومة بالأخشاب المتقاطعة، أما المداخن الحجرية التي يتراوح ارتفاعها من (٢٠ – ٣٠) متراً والمنتشرة في وادي النيل فهي لم تنقلب بتأثير الزلزال لذلك قدرت الشدة الزلزالية في هذه المناطق بـ (٧) درجات حسب مقياس ميركالي المعدل. أما بالنسبة لبعض القرى مثل منشية فاضل التي تقع على بعد حوالي

٢٠كم جنوب مركز الهزة فقد قدرت فيها الشدة الزلزالية بـ (٨) درجات استناداً إلى سقوط الجدران الحجرية غير المسلحة في ابنيتها والتهدم الواسع لمباني البلوك الطيني الواسعة الانتشار في هذه القرية أكثر مما هو ملاحظ في القرى القريبة منها. في مناطق متعددة من جنوب القاهرة لوحظ وجود تشققات ضعيفة إلى متوسطة في جدران الأبنية متعددة الطوابق والمبنية من الخرسانة ذات الاطارات، وهذا ما يدل بوضوح على أن الشدة الزلزالية في هذه المناطق تقدر بـ (٧) درجات حسب مقياس ميركالي. ان منحى استطالة خطوط تساوي الشدة الزلزالية باتجاه شمال شرق في الشكل رقم ٨٠ يرجع إلى أن التوسع العمراني والسكني على طول وادي النيل والمناطق الصحراوية المجاورة لها يتركز في الاتجاه الشمالي (٩٦)، وهذا لا يدل بالضرورة على وجود فالق في هذا الاتجاه، وانما حسب ذلك بموجب الأضرار المادية والبشرية من قتلى وجرحى وتهدم أبنية وخاصة في مناطق القرى الواقعة على طول وادي النيل.

ويمكن الاستنتاج بشكل عام بأن الشدة الزلزالية كانت عالية في المناطق ذات التربة الضعيفة.

رابعاً: البنية التركيبية التكتونية في مصر (نظرة حديثة)

بالنظر إلى الخريطة التكتونية لمنطقة الشرق الأوسط فقد اقترح بعض الباحثين وجود نظام الازاحة العميق المتقطع الذي يبدأ من جنوب تركيا مروراً بالساحل الشرقي للبحر المتوسط وخليج السويس ويقطع أفريقيا حتى يصل إلى الساحل الغربي للقارات الافريقية (خليج غانا) ويقسم القارة الافريقية الى قسمين رئيسين هما: الجزء الشمالي الغربي والجزء الجنوبي الشرقي (٩٧). كذلك من العناصر التكتونية الرئيسية في المنطقة حفرة الانهدام العربية – الافريقية التي تمتد لمسافة تزيد على ٦٠٠٠ كم وتبدأ بحفرة انهدام خليج عدن وحفرة الانهدام الافريقية (انهدام كينيا – أثيوبيا) والتي تشكل مثلث التقاء مع حفرة انهدام البحر الأحمر في منطقة عفار (أثيوبيا).

حفرة انهدام البحر الأحمر تفصل الصفيحة العربية عن الصفيحة الإفريقية ويتشعب هذا الانهدام في الشمال إلى قسمين هما حفرة انهدام خليج السويس وانهدام خليج العقبة التي تستمر في امتدادها شمالاً عبر وادي عربة– البحر الميت– وادي الأردن (حفرة الانهدام الأردنية) حتى تصل إلى تركيا وتلتقي في نظام الازاحة العميق وحزام طيات جبال طوروس – زاغروس.

وبالنسبة إلى نظام الازاحة العميق الذي يقسم افريقيا كما ذكرنا إلى قسمين فإن القسم الجنوبي

الشرقي يتحرك إلى الشمال الشرقي ويضغط على الزاوية الشمالية الشرقية من القارة الإفريقية (في مصر). وقد لوحظ أن مواقع الهزات الأرضية التي تم تحديدها بشكل أولي من قبل العاملين في مرصد الزلازل الأردني (٩٧) جميعها تقع ضمن نطاق فالق الازاحة (الشكل رقم ٨١).

وبما أن هذا الفالق ذو تأثير مستمر تشير التوقعات (٩٧) إلى أن هذا الفالق هو المسبب الرئيسي للهزات الأرضية التي وقعت في الآونة الأخيرة. ومن المحتمل أن تستمر لفترة زمنية أخرى. كما ان الحسابات الأولية التي أجريت من قبل العاملين في مرصد الزلازل الأردني تدل على أن مراكز الهزات في مصر تقع على أعماق في المتوسط تبلغ حوالي ٢٠ كم. وهذا الرقم يتناسب مع العمق المؤثر لنظام الازاحة وهذا ما يدعم الفرضية المشار إليها بأن هذا الفالق كان السبب لكل ما حدث في مصر (٩٧)، ومن الجدير بالذكر بأن هذا الاستنتاج يختلف مع ما توصل إليه باحثو معهد أبحاث الهندسة الزلزالية الأمريكي وفريق جامعة هارفرد. وبالرجوع إلى الشكل رقم ٨٠ الذي يبين خطوط تساوي الشدة الزلزالية المستنبطة أصلاً من آثار التدمير الزلزالي نرى انها تأخذ منحى استطالتها الرئيسية في الاتجاه الشمالي الشرقي والذي يتطابق مع اتجاه الفالق المذكور سابقاً.

ان القول بأن زلزال ١٢ اكتوبر ١٩٩٢ كان سببه السد العالي لا يستند إلى واقع علمي. فالسد العالي ليس له أية علاقة بهذا الزلزال، ذلك أن للسد العالي تأثيراً محلياً لا يتخطاه حيث أن الزلازل المرتبطة بإقامة السدود تحدث حول مواقع السد ولا تتجاوزها. ذلك أن منطقة الفيوم (جنوب القاهرة) وما حولها كانت نشطة زلزالياً في السابق حيث حدث بها زلازل متوسطة وقوية اخرها كان عام ١٨٤٧.

خامساً: الحركة الأرضية في وادي النيل

ان المحطات الاحدى عشرة لرصد الهزات القوية (بعضها موجود في مرصد حلوان) والتي هي جزء من مشروع سد أسوان لم ترصد الزلزال الذي وقع في القاهرة في ١٢ اكتوبر ١٩٩٢، ذلك يعود لكونها لم تهيأ لرصد حركات الأرض القوية في منطقة القاهرة، لذلك فإن الحركة الأرضية لهذا الزلزال لم تسجل .

وقد استدل خبراء معهد ابحاث الهندسة الزلزالية الأمريكي (٩٣) (EERI). من خلال مشاهداتهم للدمار على ان تربة الموقع قد أثرت على الحركة الزلزالية خاصة في مناطق الرسوبيات

في وادي النيل حول القاهرة وما جاورها، اذ لوحظ بأن ظاهرة الفلترة للذبذبات العالية التردد ولذروات التسارع ادت إلى حركة أرضية مقرونة بدورات زمنية طويلة وذلك في مناطق الرسوبيات العميقة. هذه الظاهرة التي اقترنت مع زلزال مصر متوسط القوة وقصير المدة الزمنية يفسر الأضرار القليلة التي لحقت بالمباني المشيدة من الأحجار غير المسلحة والتي تتميز انشائياً بأنها صلدة (دورة التكرار الأساسي لهذه المباني تكون صغيرة نسبياً).

سادساً: التجاوب الإنشائي للأنواع المختلفة من المباني

لقد تهدم نتيجة لزلزال مصر حوالي ٣٥٠ مبنى كان معظمها من المباني الحجرية القديمة غير المسلحة وتضرر بشكل كبير حوالي ٨٠٠٠ مبنى وانهار بشكل كلي حوالي ٣٥٠ مبنى طينى.

ويمكن تقسيم المباني في المناطق التي تأثرت بالزلزال إلى ثلاثة أنواع:

أولاً: النوع الأول: يتميز بعدم وجود عناصر انشائية مقاومة للزلازل وهذا النوع يشمل الأنظمة الانشائية ومواد البناء التالية:

أ – البلوك الطيني والسقوف والأرضية الخشبية (الشكل رقم ٨٢).

ب– المباني الحجرية القديمة بسقوف وأرضيات فولاذية أو خشبية (الشكلان رقم ٨٣ و ٨٤).

ج– البلوك الاسمنتي بسقوف وأرضيات من الخشب أو الحديد أو الخرسانة المسلحة.

د– هياكل بيتونية مسلحة بجدران داخلية من البلوك غير المسلح (مباني من طابق إلى خمسة طوابق).

وقد لوحظ بأن الدمار الذي لحق بهذه الأنواع من المباني يمكن تقسيمه كما يلي:

١. تشققات رأسية وانفصال في زوايا الجدران بسبب عدم وجود جسور (جوائز) الربط ونقص التشريك بين الجدران (الشكل رقم ٨٥).

٢. تشققات قطرية في الجدران بسبب قلة سماكتها وبسبب وجود الفتحات الكبيرة.

٣. انفصال الجدران ، الأسقف وتشققات أفقية بين الجدران والديافرامات بسبب نقص الوصل والتشريك بين هذه الجدران والديافرامات (أسقف خشبية كانت غير مربوطة وغير ممتدة مسافة كافية من الجانبين فوق الجدران).

وقد اقترنت هذه المشكلة بوجود حمولات ثقيلة على هذه الأسقف.

٤. تهدم الجدران الحجرية السميكة غير المدعومة جانبياً. وقد لوحظ في هذا النوع من المباني بأن تدهور نوعية البلوك الاسمنتي وكتل الحجارة والنوعية الرديئة من مادة المونة قد ساهمت كثيراً في دمار المباني. يستثنى من ذلك المنشآت التي كان تجاوبها الزلزالي جيداً، وهي تتميز بما يلي:

* التماثل الانشائي (التناظر).

* نوعية جيدة في مواد الانشاء والصيانة الجيدة.

* جدران سميكة بفتحات قليلة ونسبة طول الجدران إلى السماكة كانت قليلة مما ساهم في تقليل الاجهادات. وبشكل عام فقد كان تجاوب المباني الهيكلية المنشأة من البيتون المسلح والمحشوة بالجدران غير المسلحة مع الزلزال جيداً (الشكل رقم ٨٦).

لقد اعتبرت لوقت طويل المباني المقامة من الجدران الحجرية مبان صلبة بسبب مقاومتها العالية لعوامل التعرية وللحرارة، كما وانها جذابة من حيث الشكل الخارجي. وتعطي شعوراً عاماً بصلادتها، وهذا ما ساعد على انتشارها بشكل واسع في مناطق القاهرة القديمة والمحيطة بها وذلك في البنايات المنخفضة والمتوسطة الارتفاع. ولم يكن مفاجئاً ان تصدعت هذه المباني بشكل رديء اثناء حدوث الزلزال، خاصة تلك المقامة فوق التربة الضعيفة وبشكل رئيسي فقد تهدمت المباني الحجرية القديمة منها، بحيث كانت معظم الخسائر البشرية نتيجة لدمار وانهيار هذه المباني.

وتفيد آخر التقارير (٩٤) بأنه قد تهدم من هذا النوع من المباني بشكل كامل ٣٤٩ مبنى حجري وتضرر بشكل كبير حوالي ٧٨٠٠ مبنى. ويقدر وجود نصف مليون مبنى حجري وطوبي ما زالت مسكونة حتى الآن في القاهرة.

لقد تعرضت معظم المدارس الحكومية إلى أضرار انشائية بالغة أثناء زلزال مصر حيث تهدمت بشكل كامل ١٠٠ مدرسة، كما تضرر حوالي ٩٥٠ مبنى مدرسي (٩٤). ومعظم هذه المباني المدرسية كانت من الحجر والبلوك المشادة على تربة ضعيفة بينما لوحظ أن المباني من هذا النوع والتي شيدت على تربة جيدة لم تتعرض سوى لأضرار ثانوية.

ثانياً: النوع الثاني: والذي يتميز بالمباني المتوسطة والعالية الارتفاع وهذه المباني تشمل:

أ – الهياكل المنشأة من البيتون المسلح والجدران الداخلية غير المسلحة (فواصل).

ب – المباني البيتونية المسلحة وجدران القص البيتونية المسلحة (سواء المصبوبة في الموقع أو مسبقة الصنع).

ج – الأبنية التي تتكون من أنظمة جسور وأعمدة مسبقة الصنع ومسبقة الاجهاد.

د – المباني الهيكلية البيتونية ذات المرونة الجزئية لعناصر مقاومة العزوم.

هـ – المنشآت الفولاذية.

وبشكل عام تصرفت هذه المباني بشكل جيد خلال الزلزال باستثناء الدمار الذي حصل لبعضها بسبب ظروف خاصة مثل: عدم الانتظام في التوزيع الانشائي للمبنى، وجود الطوابق الأرضية الناعمة، التصادم بسبب اختلاف في ارتفاع الأبنية المتلاصقة وعدم وجود فواصل انشائية خاصة بين هذه الأبنية المتجاورة، نقص التفصيلات الهندسية ورداءة نوعية مواد الانشاء وضعف المصنعية. وتمثل المباني البيتونية غير المرنة معظم مباني القاهرة التي صممت من قبل مهندسين لم يراعوا ادخال الحمل الزلزالي في التصميم. فقد لوحظ عدم وجود تفصيلات تعطي مرونة للمبنى مثل أساور التسليح للجسور والأعمدة والتسليح الخاص عند الفواصل، والتشريك الكافي لحديد الجسور والأعمدة. اضافة إلى أن معظم هذه المباني تميزت بوجود الطوابق الناعمة مما أدى ذلك كله إلى حدوث أضرار كبيرة في مثل هذه المباني متعددة الطوابق.

وقد لوحظ بأن دمار المنشآت البيتونية كان موزعاً بصورة عشوائية لأسباب خاصة حسب الظروف التالية:

١– عدم الانتظام الكبير (العشوائية) في توزيع الصلادة (Stifness) في الأنظمة الانشائية مثل المباني العالية من البيتون المسلح ذات الجدران الفاصلة الداخلية في الأدوار فوق مستوى الطابق الثاني أو الثالث. والطابق الأول ذي الارتفاع العالي والخالي من الجدران الفاصلة.

٢– أنظمة الأبنية البيتونية المسلحة ذات الجسور العميقة والأعمدة القصيرة بدون تسليح للقص.

٣– التحميل الزائد المقترن بالطوابق الأرضية الناعمة (Soft Story) بحيث تجاوز أصحابها قوانين البناء (مثال على ذلك: تهدم مبنى الأربعة عشر طابقاً في موقع هليوبوليس والذي هو

مصمم أصلاً ليكون ثمانية طوابق). حيث تميز هذا المبنى بأنه مبنى بيتوني غير مرن (الشكل رقم ٨٧). ويبعد هذا المبنى عن مركز الهزة بحوالي ٢٥ كم. وقد بنى عام ١٩٨٦ وعلى سطحه خزان ماء بسعة ٣٠ م٣. وقد أظهرت التحليلات بأن الازاحة الجانبية الكبيرة للمبنى أدت إلى حدوث انهيار المبنى ، حيث ان هذه الازاحات كانت السبب في اضعاف وانهيار فواصل الأعمدة مع الجسور، اضافة إلى أن القوى الديناميكية لكل بلاطة كانت عالية (٩٤). ويعتقد بأن الدمار قد بدأ في الطوابق العليا بحيث أدى دمار كل طابق علوي إلى تزايد الأحمال على الطابق الأسفل منه وهكذا بالتتابع تراكمت هذه الأحمال وأدت بالتالي إلى تدمير المبنى. كما أن فحص المبنى بعد دماره بين أن نوعية البيتون المستخدم كانت رديئة كما ان قضبان الحديد العادية الملساء هي المستخدمة في تسليح المبنى مما ساهم في وجود تماسك ضعيف بين الحديد والبيتون.

٤- التفاصيل غير الهندسية لمنشآت البيتون المسلحة مثل تربيط الأعمدة، فواصل الأعمدة والجسور، أطوال تداخل قضبان الحديد، طول التجاوز لقضبان الحديد وغيرها.

٥- الموقع غير الملائم والمصنعية الرديئة للفواصل الباردة لأعمدة المنشآت المعدنية.

٦- التأسيس على تربة ضعيفة. على سبيل المثال المباني القديمة ذات الجدران الثقيلة والتي تفتقر للأساسات العميقة (الخوازيق) تميل إلى التصرف الدوراني في حال كون أساساتها سطحية. (وسبب ذلك يعود إلى أن مستوى المياه الجوفية على عمق ثلاثة أمتار من سطح الأرض).

٧- النوعية الرديئة لمواد الانشاء (خليط الحصى والرمل، الأسمنت الرديء، قضبان التسليح، قضبان الربط، البلوك المفرغ، البلوك الطيني، والمونة).

٨- المصنعية الضعيفة في الانشاء.

٩- عدم تطبيق كود البناء مقروناً بالصيانة الضعيفة للمنشآت والأعطاب في التمديدات الصحية.

١٠- عدم تطبيق الكودات أثناء التصميم وعدم تطبيق المواصفات الفنية العامة للمباني أثناء التنفيذ وعدم ضبط جودة المواد الإنشائية المستعملة وعدم وجود الاشراف الهندسي السليم على مراحل التنفيذ.

وفيما يتعلق بالأبنية العالية والأبراج في منطقة القاهرة فقد تصرفت بشكل جيد أثناء الزلزال، وتقع معظم هذه الأبنية على جانبي نهر النيل. (الشكل رقم ٨٨). هناك مجموعة من الأبراج البيتونية في حي المعادي والذي يبعد حوالي ١٥ كم من مركز الزلزال. ويتكون كل منها من ٤٢ طابقاً. ويرتكز كل واحد من هذه المباني على ٣٦ عموداً بيتونياً أقيم كل واحد منها على وتد (خازوق) عمقه ٢٥ متراً. ولم تعان هذه المباني سوى أضرار غير انشائية. كما أن برج القاهرة وهو أعلى منشأة في مدينة القاهرة وعمره ٣٠ سنة وارتفاعه ٢٠٠ متراً، اسطواني الشكل ومبني من البيتون المسلح وأساساته وتدية بعمق ٦٠ متراً، لم يعان هو أيضاً من أية أضرار تذكر أثناء حدوث الزلزال، باستثناء المطعم في الطابق الأخير حيث عانى من أضرار غير انشائية، ويظهر الشكل رقم (٨٩) برج من أبراج آغاخان ارتفع إلى أكثر من ٢٠ طابقاً تصرّف بشكل جيد أثناء الزلزال، إلا أنه لم يحتوِ على سلالم مطافىء بنفس الارتفاع، كما أن هناك مبنى فندقي اسطواني الشكل مكون من ٣٠ طابقاً ويبعد حوالي ٢٠ كم عن مركز الهزة. وكانت طوابقه الثلاثة الأولى بيتونية بينما أخذت بقية الطوابق (الـ ٢٧) النظام المشيد الهيكلي من الفولاذ. وقد كان تصرف هذا المبنى اثناء الزلزال جيداً واقتصرت الأضرار على نواحي غير انشائية.

ان وجود مباني عالية ملتصقة بمبانٍ قصيرة وعدم وجود فواصل خاصة بين مثل هذه الأبنية المتجاورة، أدى إلى حدوث تصادم بين هذه المباني وحصلت نتيجة ذلك أضرار انشائية لم تصل إلى مرحلة الانهيار. وقد حدثت هذه الظاهرة في عدة مواقع في القاهرة. ويظهر الشكل رقم (٩٠) الأضرار الانشائية التي حدثت في بعض المباني نتيجة لظاهرة التصادم، بحيث يظهر المبنى العالي على اليسار مصطدماً بالمبنى القصير المجاور، مما أدى إلى حدوث تهشم وأضرار في الأعمدة عند الزوايا والجسور للمبنى القصير.

ومعظم مباني المستشفيات بل وجميعها افتقدت إلى التصميم المقاوم لاحمال الزلازل. ولكن لحسن الحظ تصرفت بشكل جيد أثناء الزلزال. وقد عانى بعضها أضراراً: غير انشائية ومعمارية، إلا أنها لم تؤد إلى أي خلل وظيفي.

ثالثاً: النوع الثالث: المباني التاريخية مثل الجوامع، الكنائس، المتاحف.

أكثر المناطق تضرراً كانت منطقة القاهرة القديمة (٩٨) والتي يوجد فيها المباني المقامة من

الأحجار القديمة وجدران البلوك غير المسلح، والجوامع الأثرية والكنائس القبطية. ويذكر هنا بأن عدداً كبيراً من هذه المنشآت كان قد قاوم زلزال آب عام ١٨٤٧.

وقد شملت الأضرار حدوث ميلان، تهدم وانقلاب المآذن في الجوامع (الشكل رقم ٩١) وتشققات في زوايا الجدران الحجرية للكنائس. وقد تهدمت قبة كبيرة وقدر عدد المباني الأثرية التي تهدمت بسبب الزلزال بحوالي ١٥٠ مبنى (٩٤). وبناء على نداء من دائرة الآثار المصرية قام ثلاثة أساتذة من جامعة ميتشغان آربر في أميركا بزيارة إلى القاهرة لتقييم الدمار الذي لحق بالآثار الاسلامية. وقد توصل هؤلاء الباحثون إلى ما يلي:

١. أدى الزلزال إلى حدوث بعض الدمار في المنشآت الأثرية الاسلامية مثل تصدع في الجدران والأقواس وقباب الجوامع وتهدم كلي أو جزئي في المآذن. انما باستثناء المآذن المنهارة فإن الدمار الذي تسبب به الزلزال كان مضافاً إلى الضعف وتدهور الوضع الإنشائي لهذه المنشآت قبل حدوث الزلزال. وقد كان السبب الرئيسي لضعف حالة هذه المنشآت هو ارتفاع منسوب المياه الجوفية في الجزء الإسلامي من القاهرة والذي تسبب عبر الزمن في تدهور حالة الأساسات للمباني الأثرية الإسلامية. فالهبوط غير المنتظم أدى إلى حدوث تشققات في جدران المساجد وميلان في المآذن مثال على ذلك: جامع السلطان الغوري، فالمسجد كان يتكون من ثلاثة طوابق ومآذنه في زاويته الجنوبية الغربية حيث كانت التشققات ظاهرة للعيان في جميع الجدران الخارجية للمسجد وهي قديمة ولم يكن سببها بكل تأكيد الزلزال الجديد (٩٨).

٢. حدثت أضرار في بعض أقواس المساجد.

٣. تهدمت ثلاث مآذن في جامع الحنفي لم تكن مسلحة باستثناء وجود قضيب حديد واحد في منتصف كل واحدة منها استخدمت لتوجيه الجزء العلوي منها.

٤. سقوط قبة الدشطوطي بميدان الشعرية بالكامل (الشكل رقم ٩١).

٥. حدثت بعض التشققات في كل من الآثار الموجودة في وادي الملوك، مدافن توت عنخ آمون، معبد الملكة حتشيبسوتس في الدير البحري في الجنوب والتي تعود كلها إلى القرن الخامس عشر قبل الميلاد. اضافة إلى معبد الاقصر ومعبد رمسيس الثاني في الضفة الغربية من نهر النيل(٩٤).

سابعاً: الأضرار التي لحقت بمرافق المواصلات وأنظمة التزويد بمياه الشرب وأنظمة الصرف الصحي وشبكات الكهرباء والاتصالات

١- المواصلات:

أ- الطرق والجسور:

تصرفت الطرق والجسور بشكل جيد أثناء وبعد الزلزال. وقد أدى انزياح جانبي في الأتربة إلى حدوث هبوط يقدر بحوالي ٠,٥ متر وبطول ٣٠٠ متر للطريق الرئيسي بين القاهرة وأسيوط بالقرب من قرية العيط والذي يعرف بالطريق الزراعي وهو مواز لنهر النيل ويبعد عنه ١٠٠ متر.

هنالك ثمانية جسور مقامة على نهر النيل في القاهرة. وهي تربط بين الجانب الشرقي والجانب الغربي للمدينة. أحد هذه الجسور مشيد من جوائز فولاذية وبلاطة بيتونية يعرف باسم جسر قصر النيل وعمره يزيد عن ٦٠ عاماً ويعتبر من أقدم الجسور على نهر النيل. وكان قد عانى أثناء الزلزال من خراب ثانوي للبلاطة البيتونية (الشكل رقم ٩٢). ويمكن أن يفتح الجزء الوسطي من هذا الجسر بشكل دوراني ليسمح للسفن بالمرور على نهر النيل. ويتصرف هذا الجزء انشائياً كظفر مزدوج. وكان قد سقط مقطع من البلاطة البيتونية بأبعاد (١م × ٠,٥م) في نهاية الجزء الشرقي من هذا الظفر أثناء الزلزال. وقد لوحظ بأن جزءاً من هذا البيتون كان مكسوراً قبل حدوث الزلزال. وقد أدى سقوط هذا المقطع إلى التقليل من حركة السيارات، انما تم اصلاح هذا الجزء المكسور خلال يومين وعادت الحركة عليه من جديد بشكل اعتيادي، بينما لم تتأثر بقية الجسور بالزلزال (الشكل رقم ٩٢ ب).

ب - السكك الحديدية:

لقد تصرفت شبكة خطوط المترو المشيدة تحت الأرض بشكل جيد أثناء الزلزال ولم تعان من أية أضرار تذكر ولا من أية أعطال خلال وبعد الزلزال. كما أنه لم ترد أية أضرار لشبكة السكك الحديدية التي تربط القاهرة مع المدن الأخرى.

ج - المطارات:

لقد تصرف مطار القاهرة الدولي الذي يبعد ٣٠ كم عن مركز الهزة بشكل جيد ولم تذكر أية

أضرار حصلت لمنشآت المطار أو لتجهيزاته. كما أن تشغيل المطار لم يتوقف أثناء وبعد الزلزال.

٢- أنظمة التزويد بمياه الشرب وأنظمة الصرف الصحي:

بشكل عام تصرفت أنظمة التزويد بمياه الشرب وأنظمة الصرف الصحي بشكل جيد أثناء الزلزال. ولم يرد أي تقرير حول أضرار حصلت للتمديدات تحت الأرضية أو لمحطات المعالجة. وقد تعرض خزان مياه عالي بسعة ٥٠٠٠ م٣ مقام على ارتفاع ٣٠ متراً عن سطح الأرض في منطقة الجيزة إلى بعض الأضرار في سقفه (الشكل رقم ٩٣). وقد شيد هذا الخزان على ١٤ عموداً ابعاد كل منها ٢٥ سم × ١٠٠ سم. أما نظام السقف للخزان فيتبع له غطاء اضاءة مدعوم بواسطة أعمدة بيتونية ابعاد مقطع كل منها ١٥ سم × ١٥ سم وبارتفاع ٢متر. وقد تهدمت نتيجة للزلزال أربعة أعمدة منها، كما ظهرت بعض التشققات في السقف.

٣- شبكة الكهرباء:

ان المصدر الرئيسي لتوليد الطاقة الكهربائية في القاهرة هو محطات توليد طاقة كهربائية واقعة على السد العالي (حوالي ٧٥٠ كم من مركز الهزة). تتكون شبكة النقل لهذه الطاقة من خطوط توتر عالي لمسافات بعيدة (شبكة خطوط ٥٠٠ كيلو فولت) مع محطات تحويل رئيسية لتخفيف الجهد إلى ٢٣٠، ١١٥، ٦٩ كيلو فولت وذلك للاستخدامات المحلية. وبشكل عام فقد أظهرت الخبرات من زلازل سابقة بأن نقطة الضعف في شبكات الكهرباء هي محطات التحويل للتوتر العالي. كما أن الأعمدة السيراميكية العالية المقامة عند أجهزة الفصل للتوتر العالي لديها قابلية للتهشم. كما حصلت مشاكل اضافية نتيجة لتبادل الفعل والتأثر بين الأعمدة السيراميكية خلال الوصلات الصلبة أو نتيجة للأحمال التي أثرت على هذه الأعمدة بسبب الكابلات. لقد تصرفت شبكة الكهرباء لمدينة القاهرة بشكل جيد أثناء الزلزال ولم تنقطع الكهرباء أثناء وبعد الزلزال، ولكنها انقطعت في بعض القرى حول القاهرة لعدة ساعات. كما عانت محطة التحويل بقدرة ١١٥ كيلو فولت والتي تبعد عدة كيلومترات من قرية العياط من أضرار في أعمدة السيراميك.

٤ - شبكة الاتصالات:

بشكل عام تصرفت شبكة الهاتف بشكل جيد أثناء وبعد الزلزال. وقد أدت الاتصالات الكثيفة

من المواطنين التي أعقبت حدوث الزلزال إلى زيادة العبء على الشبكة، مما اضطر مصلحة الهاتف إلى قطع خدمات الهاتف عن بعض المناطق لتأمين فرصة أكبر لهواتف خطوط الطوارىء مثل المستشفيات ومراكز اطفاء الحريق ومراكز الشرطة.

وقد أدى سقوط بعض البطاريات في بعض مراكز القاهرة والخاصة بوصل الخطوط المحلية. إلى قطع خدمات الهاتف عن بعض مناطق القاهرة.

ثامناً: ردود الأفعال ومستوى أداء فرق الطوارىء والتأثيرات الاجتماعية

ان حدوث زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ أعطى للمصريين ولسكان الدول العربية المجاورة الفرصة لتطوير خططهم وبرامجهم من أجل تقليل الخسائر البشرية والمادية بسبب الزلزال.

وفيما يلي نلقي الضوء على مستوى الانقاذ والطوارىء والوضع الاجتماعي والبحث عن المفقودين واخلاء المواطنين وايوائهم في وحدات سكنية مؤقتة والآثار الاقتصادية الناجمة وغير ذلك، وذلك بهدف تطوير طرق الوقاية والاستعداد الأفضل لمواجهة الكوارث الزلزالية المقبلة:

أ – ردود الأفعال ومستوى أداء فرق الطوارىء

لم يكن يوجد في مصر قبل حدوث الزلزال أية استعدادات أو خطط طوارىء وانقاذ للكوارث الزلزالية والكوارث الطبيعية الأخرى سواء أكان ذلك على المستوى المحلي أو الوطني. انما عملت وحدات العناية السريعة على تقديم بعض خدمات الطوارىء بشكل سريع كون منشآت هذه الوحدات لم تتأثر بشكل كبير من الزلزال.

ب – الخسائر البشرية

ذكرت تقارير وزارة الصحة المصرية بأن ٤٩٠ شخصاً قد توفوا كما ورد رسمياً حتى تاريخ ١٩٩٢/١٠/٢٦. ويتوقع ان يكون هذا العدد قد زاد فيما بعد (٩٣).

وقد ذكرت آخر التقارير العلمية الحديثة (٩) بأن عدد القتلى بلغ ٥٤١ شخصاً. ومن أصل ٦٥١٨ جريحاً تم اسعافهم حتى تاريخ ١٩٩٢/١٢/١ هناك ١٣٩٠ (٢١٪) تم اسعافهم بمستشفيات وزارة الصحة المصرية. ومن بين هؤلاء ٥٠٠ شخص تم استقبالهم خلال اليومين الأولين اللذين تليا الزلزال (٩٣).

وكان من بين القتلى ٤١ طفلاً توفوا في مدارس الصف الثالث الإبتدائي في منطقة شبرا بالقاهرة بسبب تدافعهم وهلعهم (٩٣). (الشكل رقم ٩٤).

ويتوقع حدوث المزيد من القتلى والجرحى نتيجة لتهدم بعض المباني التي تضررت انشائياً نتيجة للزلزال ولم يتم دعمها وتقويتها حتى الآن. حيث أنه من الممكن أن تسقط هذه المباني على نفسها أو على المباني المجاورة. علماً بأن حدوث ذلك أمر اعتيادي في مصر حتى بدون تأثيرات الزلازل. مما يشكل ارباكاً في تحديد فيما إذا كان أي انهيار مستقبلي لأي مبنى هو بفعل الخلل الانشائي في التصميم والتنفيذ قبل الزلزال أو بسبب فعل الزلزال في اضعاف المبنى المقام. ويذكر هنا على سبيل المثال أنه بتاريخ ١٩٩٣/٢/١ قد حدث انهيار في مبنى يقع شمال القاهرة مما أدى إلى مقتل ٢١ شخصاً وهذا المبنى يتكون من ٦ طوابق كان قبل انهياره قيد الترميم اثر الأضرار التي لحقت به بفعل الزلزال الذي ضرب مصر. وفي الحي نفسه لقي نحو ٦١ شخصاً مصرعهم في انهيار مبنى هوليوبوليس المكون من ١٤ طابقاً.

هذه الدلائل تؤكد وجود خلل في برامج تقييم الحال الانشائية للمباني المتضررة بفعل الزلازل ومدى صلاحيتها للسكن. لقد كان من الأجدى ان يشرف فريق خبراء من الجامعات ونقابة المهندسين المصرية على تقييم وضع المنشآت بعد الزلزال واعداد كشف بدرجات الأضرار وازالة بعضها واعداد برنامج متكامل لاصلاح بعضها الآخر الأقل ضرراً على أسس انشائية سليمة وعدم السماح بسكناها قبل الانتهاء من دعمها وترميمها. انما يتوقع في هذه الحالة بأن الضغط الاجتماعي والاقتصادي قد لعبا دوراً كبيراً في اعطاء فرصة لمثل هذا الخلل المذكور.

ج – البحث والانقاذ

لم تكن عمليات الانقاذ والبحث في زلزال مصر معقدة بسبب ان معظم الأبنية المنهارة والمتضررة كانت مؤلفة من طابق إلى ثلاثة طوابق ولم يكن فيها مبانٍ عملاقة سوى مبنى واحد مؤلف من (١٤) طابقاً.

وقد حضرت إلى مصر فرق بحث وانقاذ فرنسية لمساعدة الحكومة المصرية في البحث والانقاذ. انما يجدر التأكيد على ان المواطنين انفسهم قد ساهموا في انقاذ معظم المصابين خاصة للمباني ذات الطابقين والثلاثة. حيث أحضروهم إلى المستشفيات بواسطة سيارات الاسعاف

والتاكسيات.

د- اخلاء الاشخاص المصابين

حسب تقارير دائرة الشؤون البشرية في مكتب الأمم المتحدة للإنقاذ قدر وجود ٣٠٠٠ عائلة بدون مآوي فور حدوث الزلزال. وقد زاد هذا الرقم بعد ازالة بعض الأبنية المعرضة للإنهيار. حتى تاريخ ١٩٩٢/١٠/١٨ تم ايواء ٢٠٠٠ عائلة في تجمعات جديدة خارج القاهرة. كما تم تجهيز ٣٠ مأوى مؤقت في المناطق الريفية خارج القاهرة و ٢٠ مأوى في منطقة الجيزة و ٢٠ مأوى في القاهرة حتى تاريخ ١٩٩٢/١٠/٢٩ (٩٣). وتم اخلاء حوالي ٢٠٠٠٠ شخص من منازلهم المتضررة (٩٤).

لقد رفض عدد من سكان المناطق الريفية ترك مساكنهم حيث انشئت لهم خيم قدمت لهم من قبل الحكومة على اراضيهم. وقد تم تنسيق عمليات الاغاثة من قبل وزارة الشؤون الاجتماعية والصليب الأحمر. كما ساهمت القوات المسلحة في انشاء مخيمات في منطقة القاهرة والجيزة وغيرها. وقد ساهمت المنظمات غير الحكومية بشكل فعّال تحت اشراف وزارة الشؤون الاجتماعية والصليب الأحمر خاصة في خدمات الصرف الصحي. لقد كانت وزارة الصحة مسؤولة عن تقديم العناية الصحية في هذه المخيمات وفي تقديم العناية والارشاد النفسي حسب الحاجة.

وحسب تقرير منظمة الصليب الأحمر المصرية فإن الأنظمة المتعلقة بالتوزيع الآني والفعّال للعلاجات والأجهزة الطبية اللازمة لم تكن في وضع ملائم.

هـ - التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية.

لقد ضخم الزلزال من مشكلة النقص الكبير للمساكن الضرورية في مدينتي القاهرة والجيزة. وفي منطقة الجيزة أدى الزنزال إلى تدمير قرى بأكملها مثل البليدة والعطف والبدسة.

وقد أدى الترحيل إلى مناطق جديدة مثل المدن الجديدة خارج القاهرة إلى خلق مشاكل اجتماعية واقتصادية. لقد كان حصول بعض المواطنين على مساكن جديدة ظاهرة ايجابية وقد حاول بعض المواطنين الاستفادة من دعم الحكومة على الرغم من أنهم غير متضررين. وبسبب أن الحكومة قد عوضت أهالي المفقودين. وقد قام البعض بتقديم شهادات مزورة لأقارب توفوا قبل

حدوث الزلزال وشهادات لأقارب غير موجودين. اضافة إلى ذلك فقد مكث بعض المرضى مدة أطول في المستشفيات على الرغم من شفائهم التام وذلك للإستفادة من المساعدات الأجنبية التي كانت تقدم مباشرة للمرضى في أسرتهم.

وكما حدث في زلزال مدينة مكسيكو عام ١٩٨٥ فقد حصلت أحزاب المعارضة السياسية على دعم المشردين الذين كانوا بانتظار مساعدة الحكومة في الأسبوع الأول بعد حدوث الزلزال.

و – اجراءات التخفيف والاستعدادات للزلازل

هذا الزلزال أكد على ضرورة تطوير مقاييس وأنظمة التخفيف والاستعدادات للزلازل على الصعيدين الخاص والعام. فقد كانت كودات البناء لمقاومة احمال الزلازل في طور التعديل على الصعيد الوطني وقد تم طباعة هذا الكود في أيام معدودة بعد حدوث الزلزال والذي يقسم مصر إلى نطاقين زلزالين: النطاق الأول والذي يغطي معظم مناطق مصر بما في ذلك القاهرة ويمثل المناطق المتوقع حدوث زلازل فيها بقوة ٦ ريختر أو أقل. والنطاق الثاني يمثل بقية المناطق في مصر والتي يتوقع حدوث زلازل فيها بقوة ٧ ريختر أو أقل، وتشمل بشكل رئيسي المدن الواقعة على البحر الأحمر وجنوب سيناء ومدينة الفيوم ومدينة أسوان.

وقد أظهرت الجهات المحلية في المناطق الريفية خشيتها من أن يعاد الانشاء في المناطق المتضررة بنفس الطريقة التي سادت قبل الزلزال. وفي محاولة لتثقيف السكان المحليين بخصوص الكوارث الزلزالية وطرق التصرف بعد حدوث الزلزال فقد وزعت محافظة الجيزة منشورات مترجمة عن مديرية مدنية تابعة لوزارة الدفاع الأميركية تتعلق بالاستعدادات للكوارث.

تاسعاً: الاستنتاجات والدروس المستفادة من زلزال مصر والتوصيات المشتركة.

استناداً إلى التقارير العلمية الحديثة (٩٣، ٩٤، ٩٦، ٩٨) التي عالجت حالة زلزال مصر من خلال فرق عمل ميدانية متخصصة أجنبية ومحلية توصلنا إلى الاستنتاجات التالية:

١– لقد أظهر زلزال مصر الحاجة إلى زيادة التعلم والوعي والاستعداد على جميع المستويات الرسمية والخاصة، كما أكد على ضرورة الاستعجال ببرنامج وطني للتخفيف من مخاطر الزلازل ليشمل برامج الاستعداد وردود الأفعال وخطط الانعاش والدراسات الهندسية للتعرض الزلزالي، وخطط اصلاح المنشآت المصدعة وازالة المباني الخطرة.

٢– كان السبب الرئيسي المباشر في كبر حجم عدد الوفيات هو نقص التعليم والوعي بموضوع

الزلازل ، مقروناً بتهدم المباني الحجرية والبلوكية (الطوب) غير المسلحة وانهيار أحد المباني المرتفعة البيتونية المسلحة في القاهرة.

٣ – كانت نوعية الانشاء في القاهرة رديئة، وهي قد ساهمت بشكل واضح في زيادة التهدم والتصدع في المباني، وهذه المشكلة ليست بجديدة في القاهرة. لذلك ولضمان ان المنشأ قد تم بناؤه بشكل محكم وأنه سوف ينفذ كما صمم فإن هناك ضرورة ماسة لمراقبة نوعية الانشاء والتنفيذ من قبل المهندس المصمم نفسه من خلال عمل فحص للموقع أثناء التنفيذ.

٤ – تعتبر المنشآت البيتونية الهيكلية المسلحة من المباني الشائعة البناء في القاهرة، وقد تسببت بنسبة ١٠٪ من القتلى في القاهرة.

وحالياً تم على المستوى العالمي تطوير تكنولوجيا لاقامة منشآت هيكلية بيتونية مسلحة جديدة بشكل ممتاز وتدعيم المقام من هذه المنشآت البيتونية المسلحة بشكل مضمون، ويمكن تطبيق مثل هذه التكنولوجيا بواسطة مهندسين مهرة في مصر. ويعتقد بوجود عدد كبير من المباني المقامة والمصممة أصلاً بشكل غير ملائم للأحمال الزلزالية. ويتوقع بأن تكلفة تقوية مثل هذه المباني الهيكلية البيتونية المسلحة ستكون عالية، لهذا فإنه من الناحية الاقتصادية يكون أفضل بكثير البدء بتطبيق برنامج لضبط جودة المباني لمقاومة الاحمال الزلزالية خلال التصميم والتنفيذ.

لقد تأثرت السلوكية الزلزالية للهياكل البيتونية المسلحة بعدة عوامل، أحدها تمثل في عدم وجود تصميم وتفصيل للمبنى ليكون مرناً. ان تحقيق مثل هذا النظام المرن يكون من خلال بناء هيكل بيتوني مسلح بشكل كبير وقادر على الحركة الجانبية الكبيرة نسبياً دون أن يتهدم. كما ينشأ عادة جدران فاصلة من البلوك البيتوني أو الحجري داخل المباني الهيكلية البيتونية المسلحة. وقد لا تكون هذه الجدران مصممة كأجزاء انشائية. وفي حالة ان هذه الجدران (والتي يجب أن تكون مسلحة) قد صممت كعناصر غير انشائية فإنه من المطلوب منها أن تسمح بحركة الهياكل دون أية اعاقة.

٥– عموماً ، تصرفت المباني الجديدة في مصر بشكل جيد. وتجدر الاشارة هنا إلى أن هذا الزلزال الذي ضرب مصر لم يكن بتلك القوة الذي يمكن أن تمتحن بشكل كافٍ قوة هذه المباني.

٦ – لقد كان التصرف السيء للمباني القديمة نتيجة لعدة عوامل منها: مواد بناء هشة، وجود تصميم وتفصيلات غير ملائمة للأحمال الزلزالية، عدم وجود صيانة، وسوء في المصنعية. وفي

حالات كثيرة تصادف اجتماع كل هذه العوامل مع بعضها البعض.

٧- لقد أثبتت المباني الحجرية ومباني البلوك (الطوب) غير المسلحة على انها الأكثر خطورة من بين كافة المباني. كما أثبت وجود الديافرامات الصلبة (تسليح الجدران) على أنه يقلل من حدوث التهدم الكامل لهذه المباني الحجرية.

واستناداً إلى خبرة المؤلف (٩٩) وتوصيات عدة ندوات علمية متخصصة منها (١٠٠، ١٠١) عالجت حالات مماثلة لزلزال القاهرة توصلنا إلى الاستنتاجات والدروس المستفادة والتوصيات النوعية في كل من المجالات التالية:

*** في مجال العلوم الجيولوجية والتكتونية والرصد الزلزالي:**

١- انشاء شبكة رصد للحركات القوية في القاهرة والمناطق المحيطة بها اضافة إلى المناطق المعرضة للزلازل في مصر بغرض تحليلها والتوصل إلى العلاقات الهندسية والرياضية المتعلقة بمعاملات الاخماد والتضخيم الزلزالي نتيجة لأثر تربة وطبوغرافية الموقع وتحديد المناطق المتوقع حدوث ظاهرة التميع فيها.

٢- توفير الدعم المادي والمعنوي المستمر لشبكات الرصد الزلزالي الوطنية وربطها مع الشبكات العربية، وزيادة التوثيق والتعاون مع المراكز الزلزالية العربية في مجال الرصد ودراسة الزلزال.

٣- لقد أدهش زلزال مصر اناساً كثيرين، لكنه لم يكن غير متوقع للمختصين في المنطقة العربية. وقد آثار هذا الزلزال لدى الجهات الرسمية والشعبية في مصر والدول العربية المجاورة الاهتمام بموضوع الزلازل.

ويتوقع أن حدوث هذا الزلزال سيعمل على تحفيز الجهود لتقييم المناطق الزلزالية واحتمالية حدوثها في المناطق المكتظة بالسكان مثل وادي النيل.

٤- الفالق المسؤول عن زلزال ١٢ تشرين الأول ١٩٩٢ لا زال غير معروف بسبب عدم حدوث تصدعات على سطح الأرض مما يدعو إلى اجراء دراسات مسح جيوفيزيائية لتحديد البنيوية الجيولوجية المرتبطة والمرافقة لهذا الزلزال.

٥ - يجب تطوير الأجهزة السسمولوجية للرصد الزلزالي المثبتة والمحمولة لتصبح رقمية مرتبطة بأجهزة الكومبيوتر وقادرة على قياس مختلف أنواع الزلازل.

*** في مجال الهندسة الزلزالية:**

٦- لقد كان للزلازل في القاهرة عبر العصور اثر تدميري ويتوقع ان يستمر ذلك في المستقبل. وأفضل طريقة للاستعداد للأثر التدميري لهذه الزلازل هو تطوير وتطبيق كود البناء لأحمال وأفعال الزلازل والذي يأخذ بعين الاعتبار الحركة الأرضية القوية المتوقعة.

٧- للمباني غير الهندسية (معظمها سكني): فإن طرق الإنشاء والتقوية والاصلاح والتدعيم يجب أن تأخذ بعين الاعتبار حاجيات السكان والامكانيات المتاحة وهنا تبرز أهمية الارشاد والتثقيف باستخدام طرق بسيطة وسهلة مثل منشورات تبين ماذا يجب عمله واجتنابه وكيف يمكن عمل ذلك واين يمكن الحصول على المعلومات الاضافية وكيفية خلط الخرسانة وتشريك وربط الجدران بالأسقف وغير ذلك.

٨- للمباني الهندسية (المباني الجديدة): المصممون والمتعهدون يجب أن يتجنبوا تعريض المباني للدمار والتضرر كما يلي:

* يجب تجنب عدم الانتظام في المبنى والتغير في الصلادة والطابق الأول الضعيف (الناعم). اذ يعتبر الطابق الأرضي لأي مبنى الجزء الضعيف منه. وعلى عكس الطوابق العلوية تعتبر الطوابق السفلية غير محاطة من الجوانب الأربعة بجدران قادرة على مقاومة قوى القص نتيجة للقوى الجانبية الناتجة عن الزلازل اضافة إلى أن هذه الطوابق الأرضية تكون عادة أعلى من بقية الطوابق.

  وفي حالة المخازن التجارية والمستودعات والصالات ومواقف السيارات فإن الأبواب أو الواجهات الزجاجية تحتل جزءاً كبيراً من جدارها الأمامي تاركة هذا الجزء بدون قوى لمقاومة القص. لذلك فإن قوى القص والعزوم الناتجة عن اهتزازات الأرض القوية تتركز في أعمدة الطابق الأرضي. لذا فإن نقص التفصيلات الانشائية الضرورية لاعطاء مرونة لهذه الطوابق تساهم مساهمة كبيرة في حدوث الانهيار فيها.

* يجب تدعيم الأعمدة القصيرة بهياكل خرسانية آخذين بعين الاعتبار التفصيلات الإنشائية الصحيحة (التسليح ... الخ).

* اعطاء الاهتمام الأكثر لفواصل الأعمدة والجسور (الجوائز) والحاجة إلى تصرف مرن مستقر في

المناطق حول هذه الفواصل.

* اعطاء اهتمام أكثر للمنشآت مسبقة الصنع ومسبقة الاجهاد وخاصة للفواصل.

* تحديد برامج ضبط الجودة في التصميم ومواد الانشاء والمصنعية أثناء التنفيذ.

٩- للمباني المعرضة للخطورة الزلزالية:

هناك حاجة ماسة لخطة وجهد وطني لتقييم المخاطر الزلزالية وطرق التخفيف منها بغرض تخفيض الخسائر البشرية المتوقعة. اضافة إلى ذلك يجب أن تتركز الجهود نحو اتباع ندوات وورش عمل من أجل تقييم درجات تأثر الأبنية، وهدم الأبنية الضعيفة جداً منها كي لا تكون لقمة سائغة لأدنى هزة زلزالية، وتدعيم وتقوية الأبنية الأقل تضرراً.

١٠- يجب التحرك بسرعة من أجل ترميم جميع المنشآت الأثرية الاسلامية والقبطية والفرعونية قبل انهيارها لما تمثله من ثروة قومية وانسانية تشرح من خلالها مصر تاريخها للعالم أجمع.

١١- يجب اعطاء مساقات في هندسة الزلازل في الجامعات المصرية والعربية، تتضمن مواضيع تقييم وتخفيف اخطار الزلازل، بإشراف هيئة فنية استشارية من أساتذة الجامعات والعاملين في مجالات الجيوفيزياء والجيولوجيا والهندسة الزلزالية.

١٢- عقد دورات تخصصية للمهندسين المدنيين والمختصين بالانشاءات في مجالات التصميم والإشراف على الانشاءات المقاومة للزلازل.

١٣ - تشجيع البحث العلمي في مجال ديناميكية التربة لمناطق دراسية مختارة، وتعميق اجراء الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية في مواقع الانشاءات الكبيرة مثل السدود ومنشآت الطاقة.

١٤- استكمال الدراسات التفصيلية حول استقرارية السدود تحت تأثير الأحمال الزلزالية المحتملة خاصة السدود المقامة والمقترحة ووضع السبل والوسائل اللازمة لتقويتها وتدعيمها، وعمل دراسة نموذج انهيار السد.

١٥- تحديد المناطق الزلزالية والمناطق ذات التربة عالية التميع على خرائط استعمال الأراضي وعدم السماح بإقامة الأنشطة العمرانية في هذه المناطق.

١٦- اعداد دراسات تفصيلية لتحديد مناطق خطر الانزلاقات الأرضية تحت تأثير الزلازل المحتملة

مع ضرورة تعاون المختصين والجيوتقنيين والجيولوجيين والجيوفيزيائيين اضافة إلى عمل دراسات وتقييم زلزالي مفصل واعداد طيف الاستجابة في المناطق الوطنية المختلفة شديدة التعرض أو قليلة التعرض للزلزال لاستخدامها في التصميم.

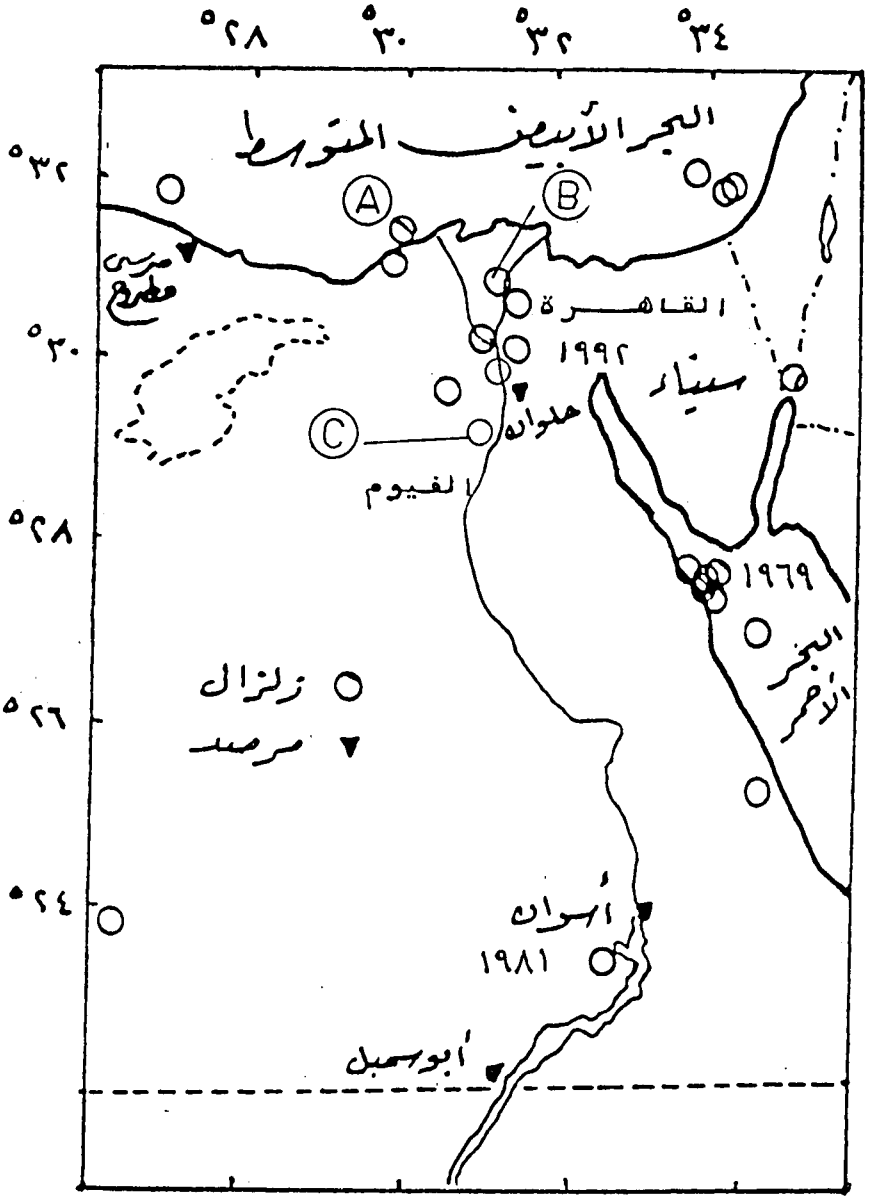
*** في مجال السلامة العامة:**

١٧- يجب اعداد برنامج انقاذ وبرنامج خطط طوارىء للكوارث الزلزالية على الصعيدين المحلي والوطني.

١٨ - هناك ضرورة لتوعية المواطنين داخل المنشآت وخارجها حول كيفية التصرف قبل وأثناء وبعد وقوع الزلزال. وفي المدارس يجب توعية التلاميذ حول كيفية التصرف أثناء حدوث الزلزال من خلال ارشادات واضحة اضافة إلى قرع أجراس الانذار على فترات مختلفة بغرض التدريب.

١٩- اعداد خطط تدريبية لفرق الطوارىء والمنظمات المعنية بالإغاثة والإنقاذ.

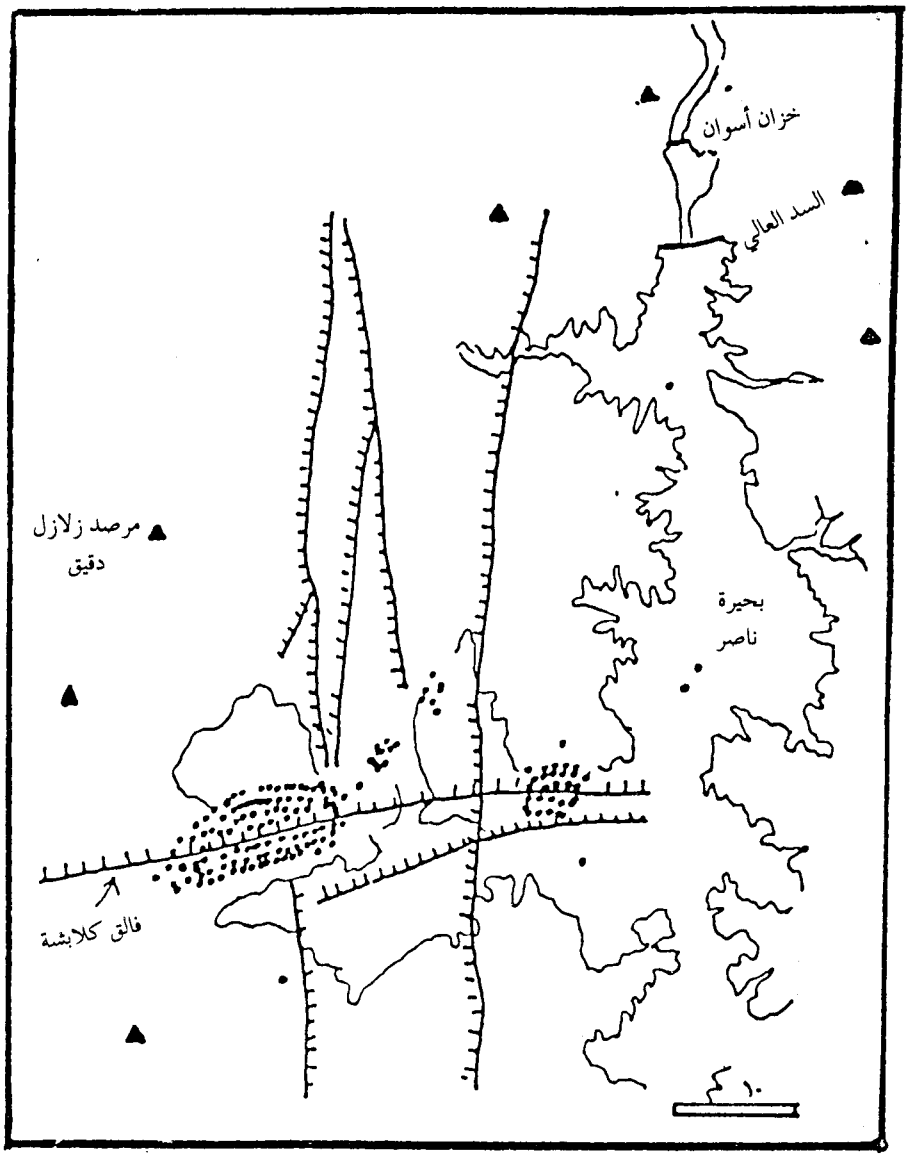
٢٠ - يجب تطبيق خطط الطوارىء للمنشآت الحساسة الحيوية مثل المستشفيات والمدارس والاطفاء وغيرها بحيث يتم ممارسة ذلك على الواقع ومراجعته بشكل دوري.



الشكل ٧٥ –

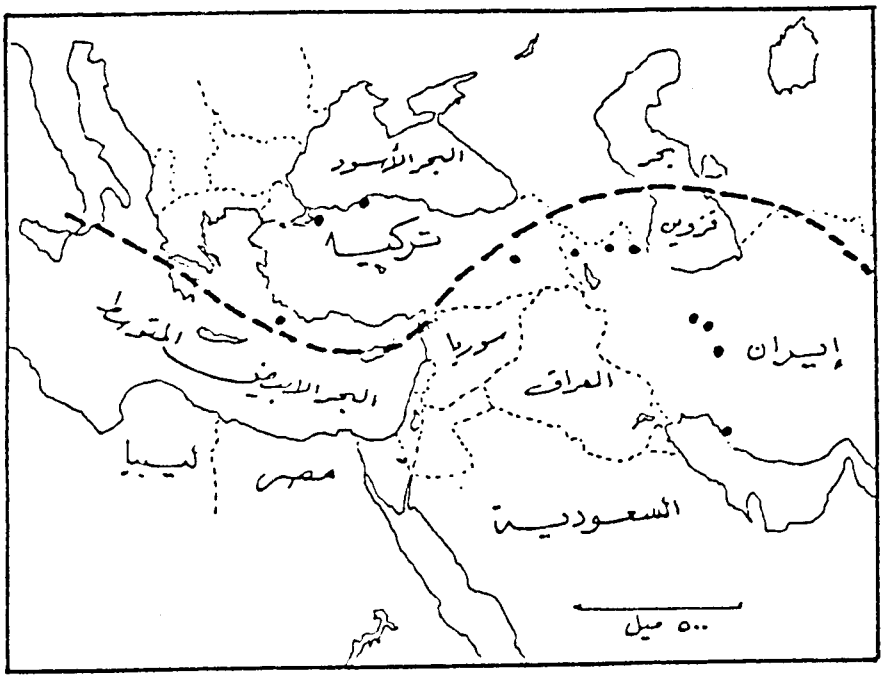
مواقع النقاط السطحية لمراكز الزلازل الشديدة والمتوسطة بمصر.

ويظهر في الشكل مراكز الزلازل التي حصلت عام ١٩٩٢ في جنوب القاهرة وزلزال جنوب أسوان عام ١٩٨١ وزلزال شمال البحر الأحمر عام ١٩٦٩. كما يظهر في الشكل الزلازل التاريخية في المنطقة A (شمال الاسكندرية) والمنطقة B (قرب القاهرة) والمنطقة C (قرب الفيوم) (المصدران ٩٣ و ٩٥).

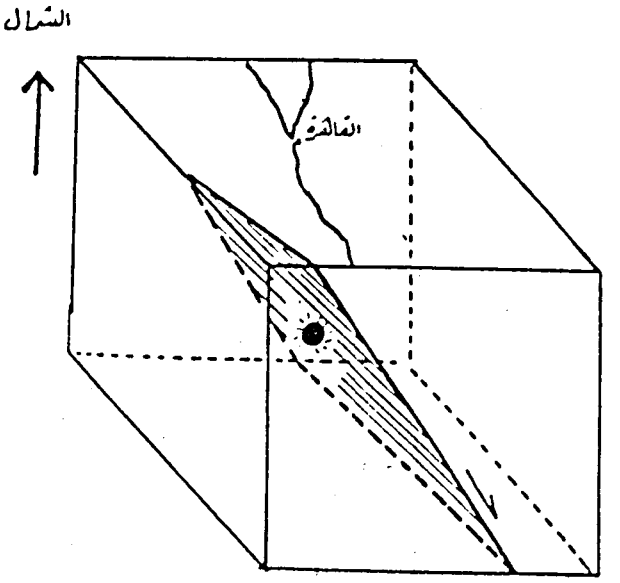


الشكل ٧٦ –

خريطة تبين مواقع الزلازل الدقيقة وفالق كلابشة الذي كان مركزاً لزلزال أسوان عام ١٩٨١ (المصدر ٩٥).

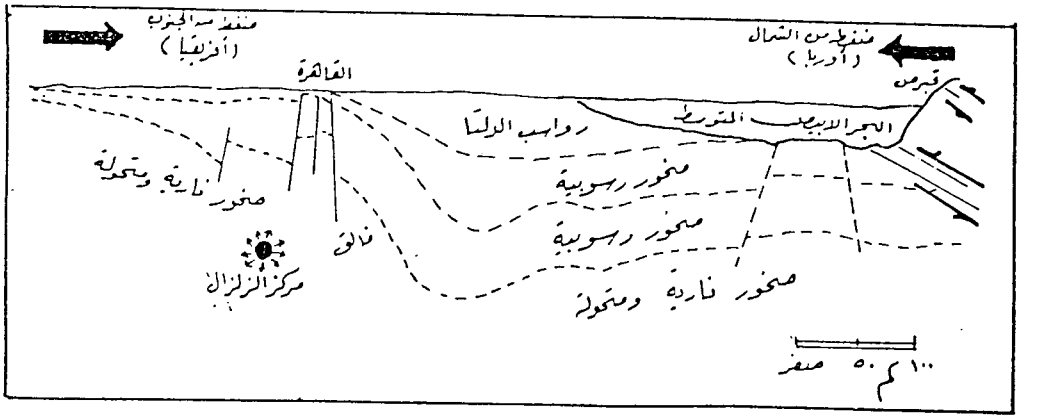


الشكل ٧٧ –
محور الأخطار الزلزالية القصوى لمنطقة شرق البحر الأبيض المتوسط وإيران (الخط السميك المتقطع) وتبين النقاط السوداء مواقع الزلازل الشديدة. (المصدر ٩٥).



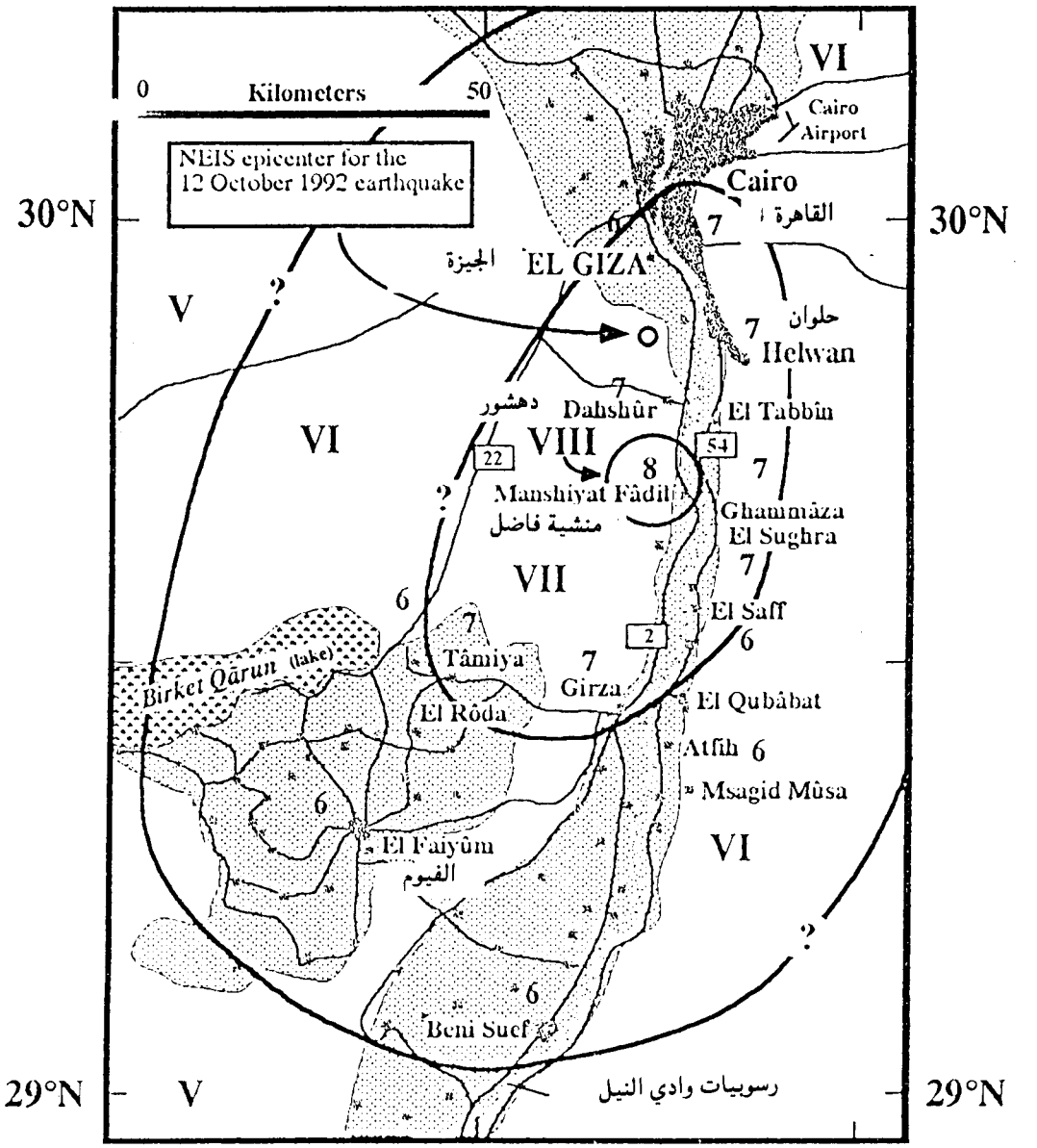
الشكل ٧٨ –

رسم لموقع زلزال يوم الاثنين ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ عند عمق ٢٥ كيلو متراً وعلى فالق يتجه شمال غرب بزاوية٥٦ ويميل في اتجاه شمال شرق بزاوية ٥٦ حسب استنتاج جامعة هارفارد (٢٨ أكتوبر ١٩٩٢) . نتج عن ذلك تحريك الكتلة التي تحتوي القاهرة إلى أسفل.



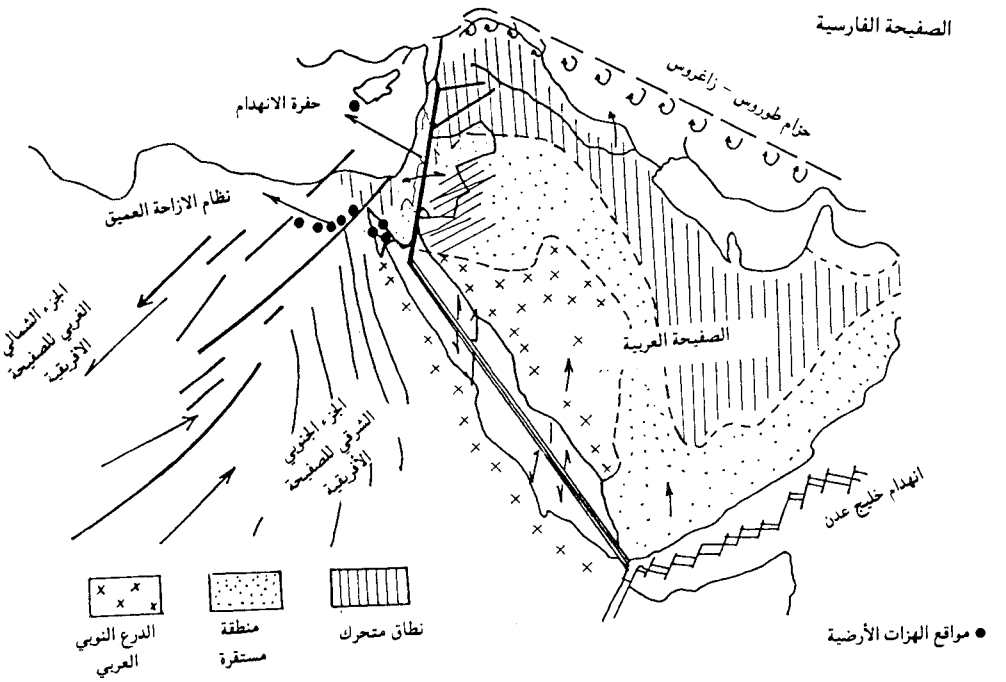
الشكل ٧٩ –

قطاع رأسي بين القاهرة وقبرص يبين موقع القاهرة بعيداً عن التحركات الأرضية أسفل قبرص (مبينة بالأسهم السوداء الصغيرة) .. مركز زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ عند عمق ٢٥ كيلو متراً من سطح البحر وبالقرب من القاهرة وداخل صخور نارية ومتحولة قديمة جداً. تحرك الصخور عند مركز الزلزال يقابله تحرك الصخور الرسوبية، والمنشآت المقامة على سطحها (المصدر ٩٥).



الشكل ٨٠ –

الخريطة الأولية لتوزيع الشدات الزلزالية لزلزال القاهرة (١٢/١٠/١٩٩٢) حسب مقياس ميركالي المعدل (المصدر ٩٦).



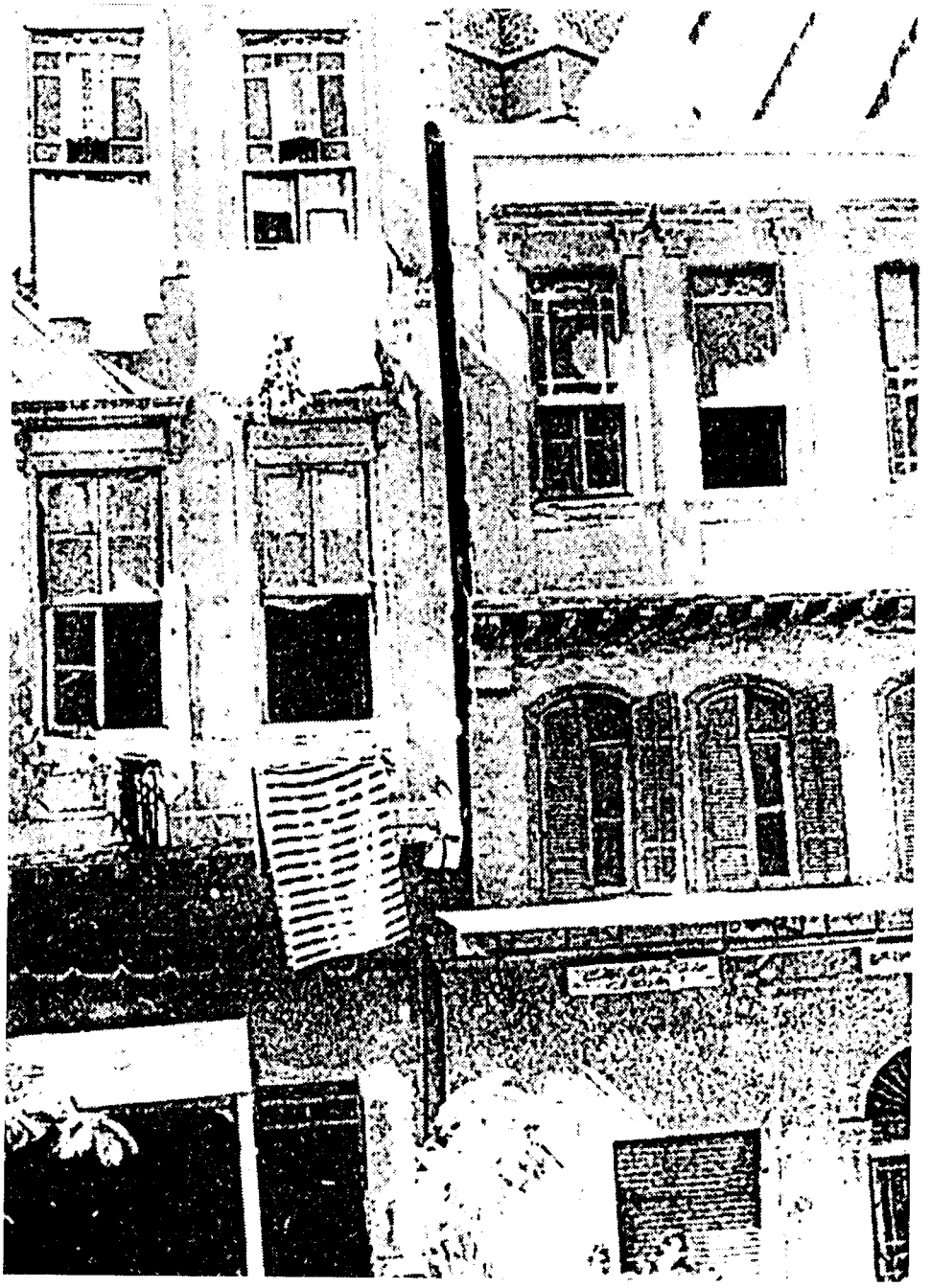
الشكل ٨١ –

تكتونية الشرق الأوسط ومواقع الهزات الأرضية التي ضربت منطقة مصر منذ بداية شهر تشرين الأول ١٩٩٢ وفالق الازاحة العميقة الذي يقسم افريقيا الى قسمين. (المصدر ٩٧).

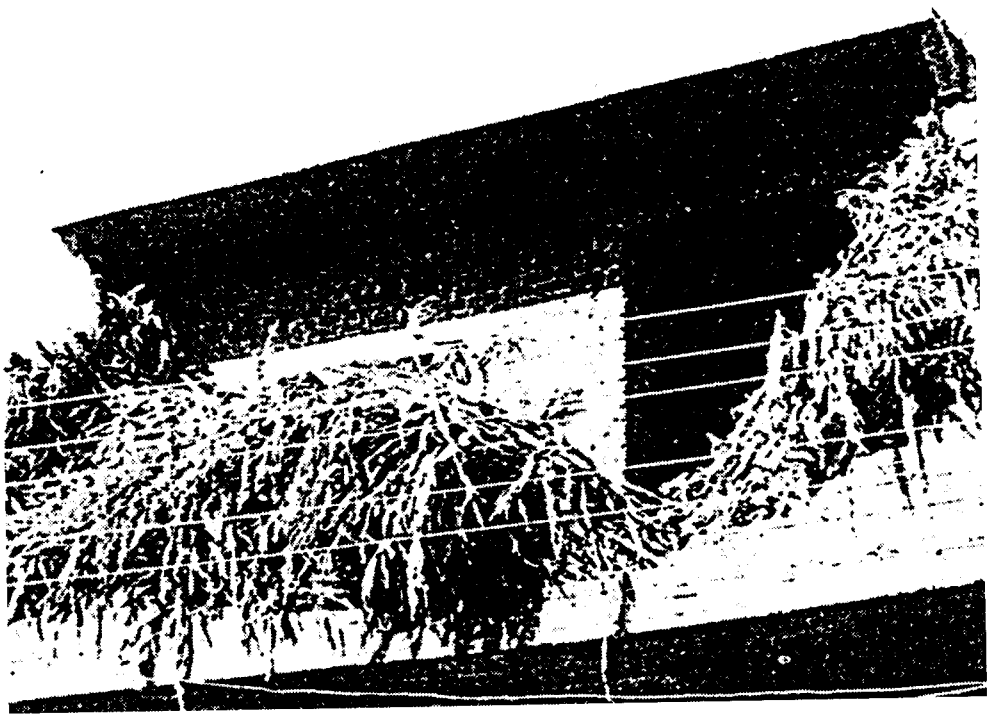
الشكل ٨٢ – أبنية متضررة مبنية بخليط من الحجارة والبلوك الطيني (المصدر ٩٣).

الشكل ٨٣ – أبنية متضررة في منطقة القاهرة القديمة مبنية من الجدران الحجرية الحاملة والأسقف الخشبية غير المربوطة (المصدر ٩٣).

الشكل ٨٤ – أضرار حاصلة لمباني حجرية غير مسلحة (المصدر ٩٤).

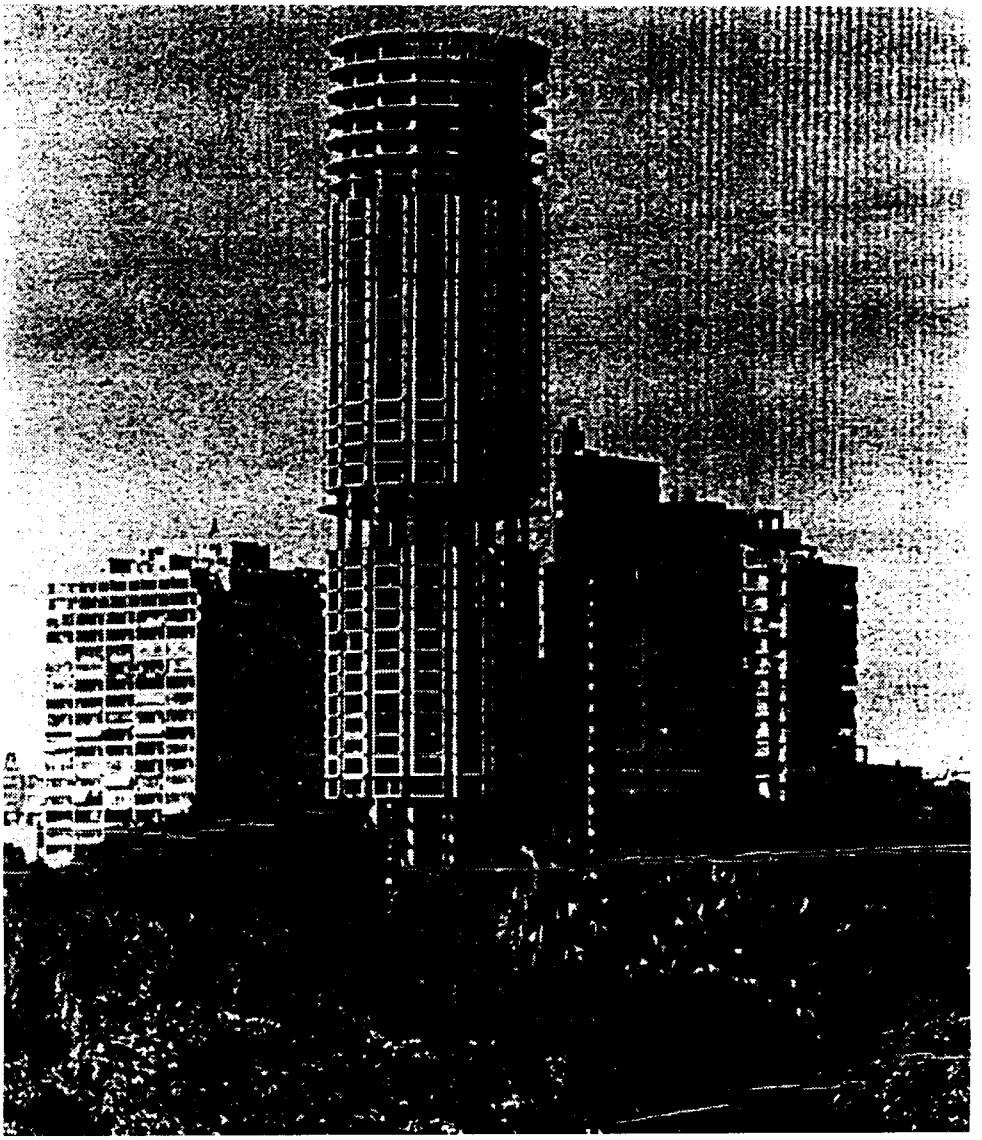


الشكل ٨٥ – انفصال المباني عند فواصل التمدد وميلان بعضها (المصدر ٩٣).

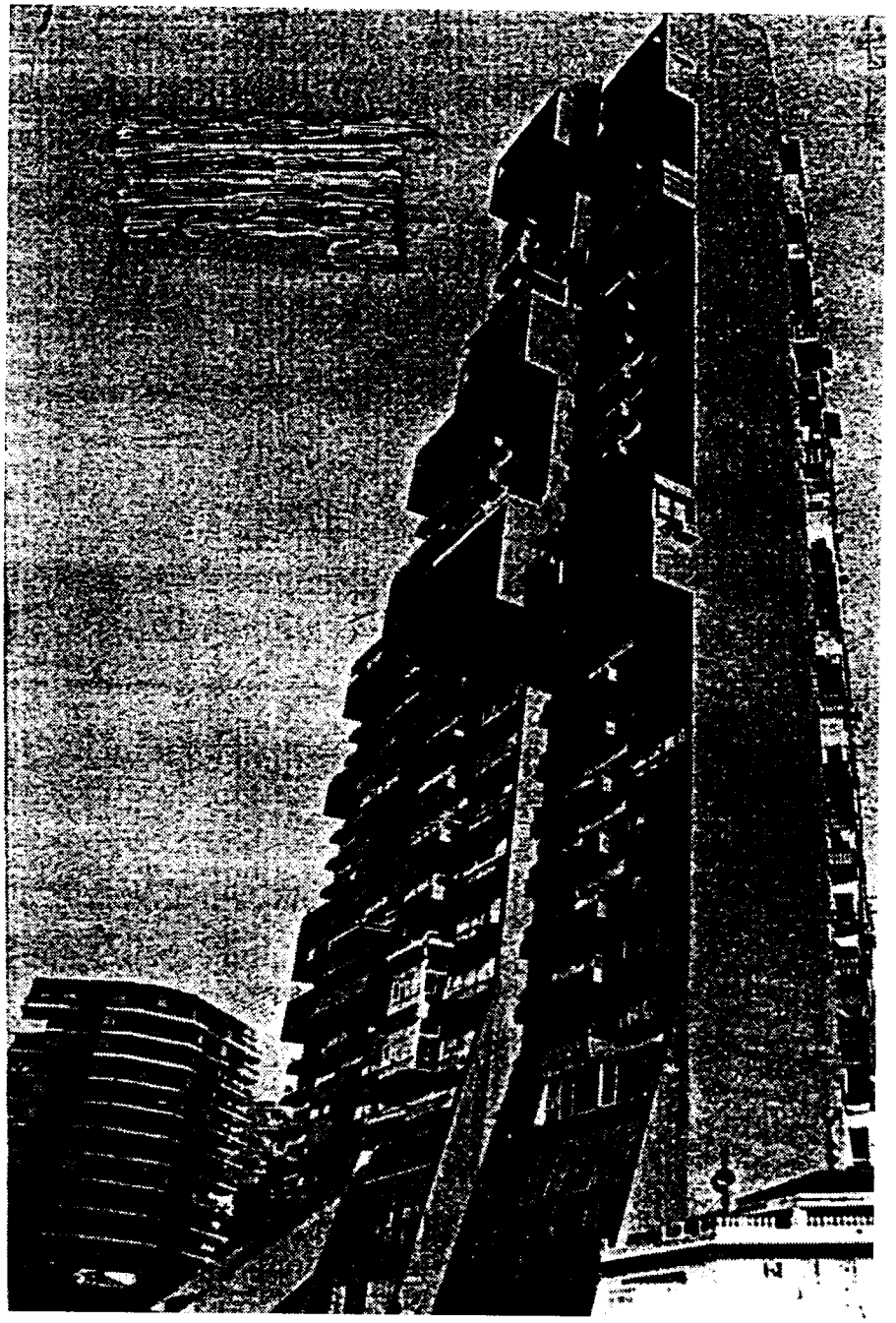


الشكل ٨٦ – مبنى ريفي مقام من البيتون المسلح وجدران داخلية حجرية، ولوحظ مقاومته الجيدة للزلزال (المصدر ٩٣).

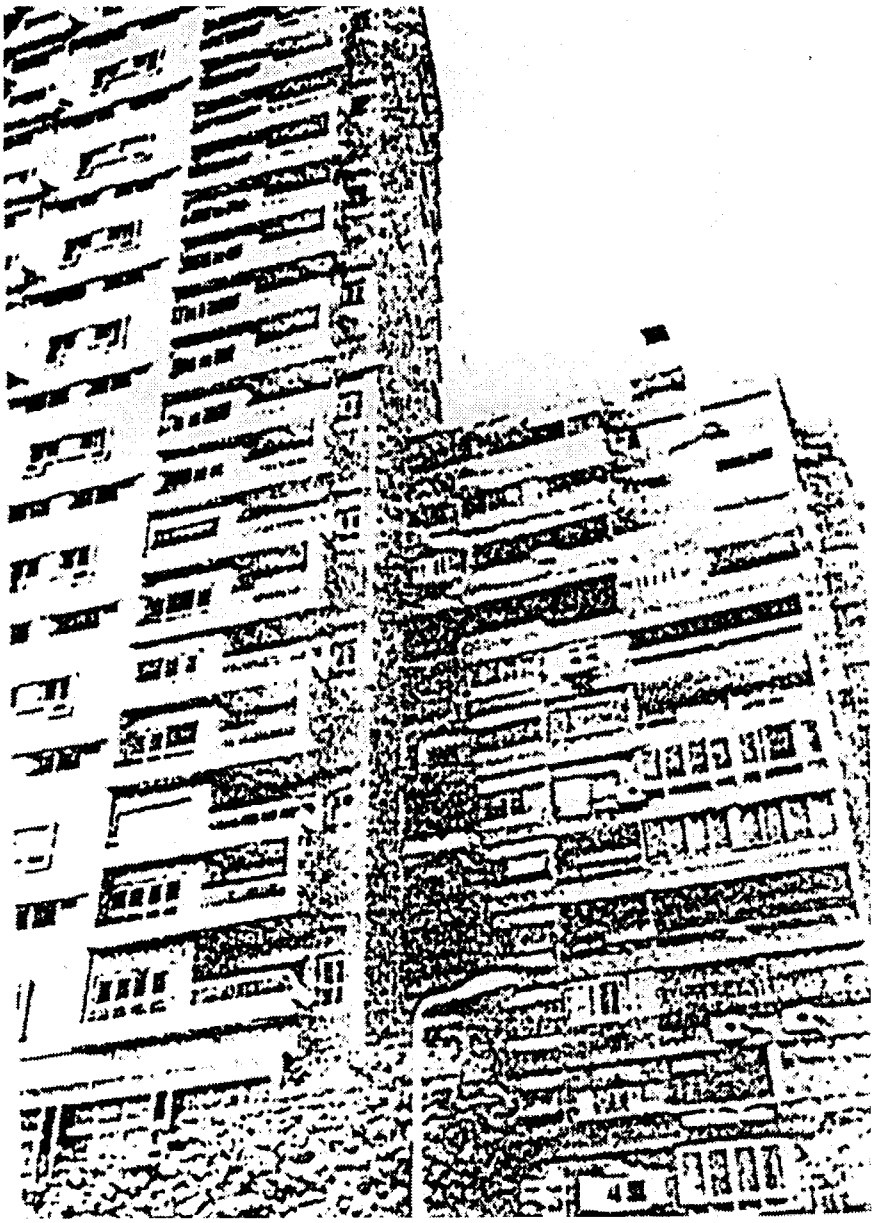
الشكل ٨٧ – انهيار مبنى بيتوني هيكلي مكون من ١٤ طابقاً (مبنى الهيليوبوليس)



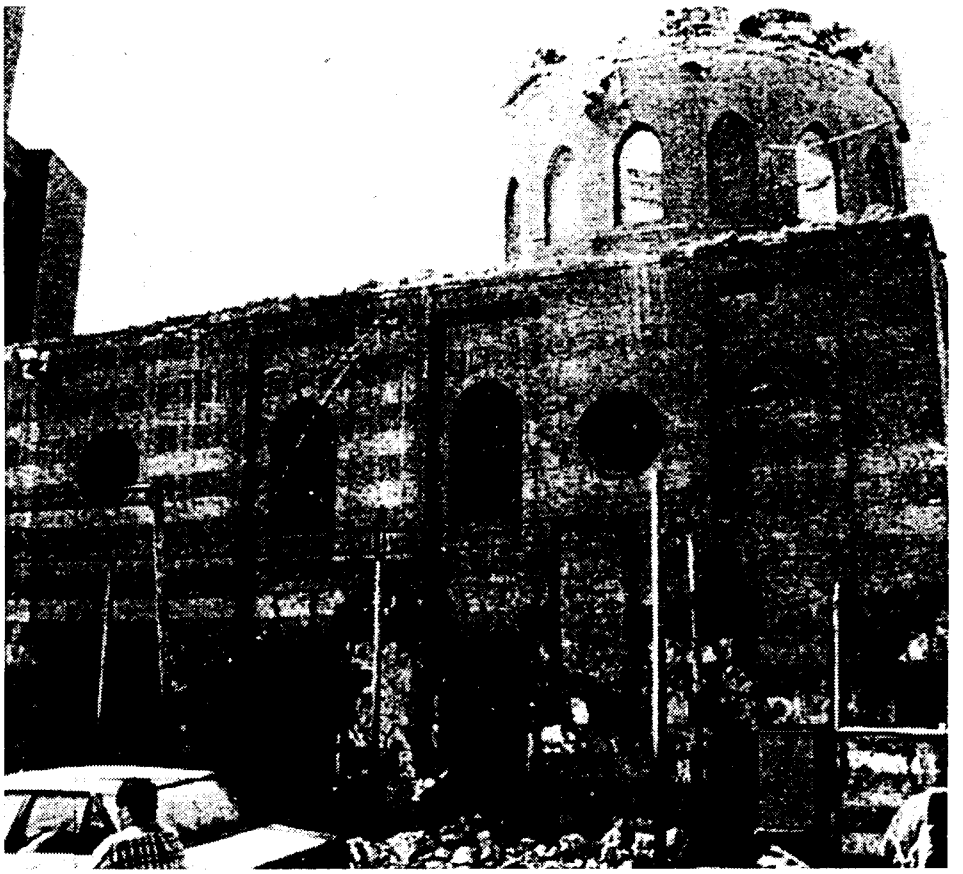
– شكل ٨٨ – برج الجزيرة (٤٥ طابقاً) في الزمالك – نموذج لفوضى الأبراج، وأبراج بيتونية عالية أخرى (من ٤٢ طابقاً) تصرفت كلها بشكل جيد أثناء الزلزال.



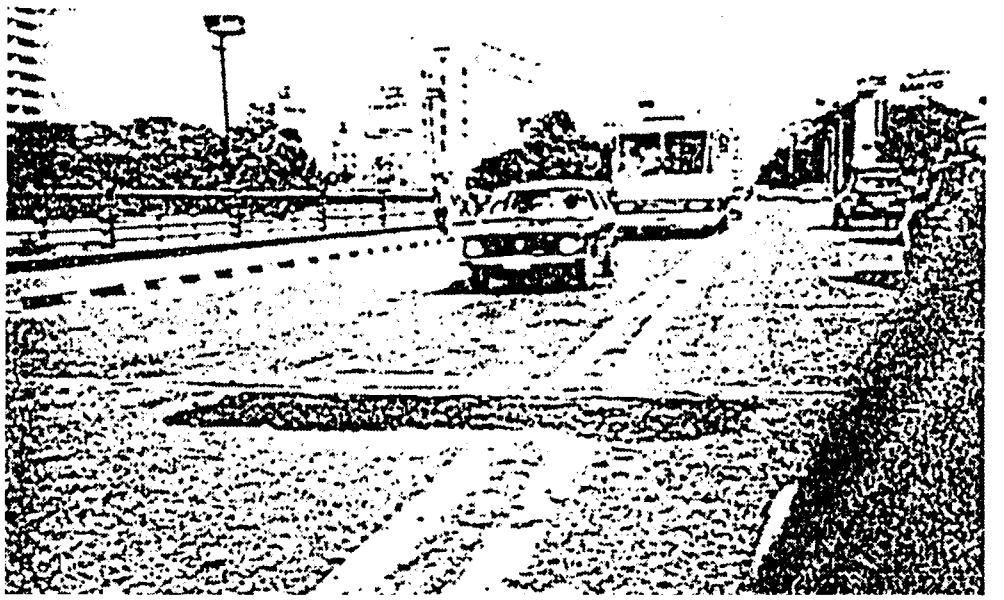
الشكل ٨٩ – برج من أبراج آغا خان على كورنيش النيل مقام على مساحة صغيرة من الأرض ولكنه ارتفع مثل غيره إلى أكثر من ٢٠ طابقاً ولا توجد سلالم مطافىء بنفس الارتفاع.



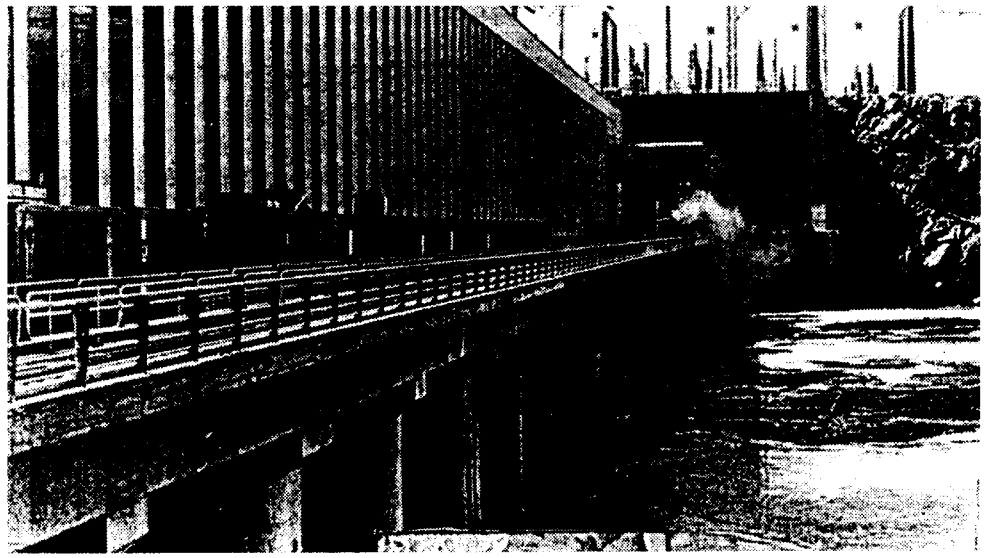
الشكل ٩٠ – الأضرار الانشائية الحاصلة بسبب تصادم مبنى عالي ملاصق لمبنى قصير (المصدر ٩٤).



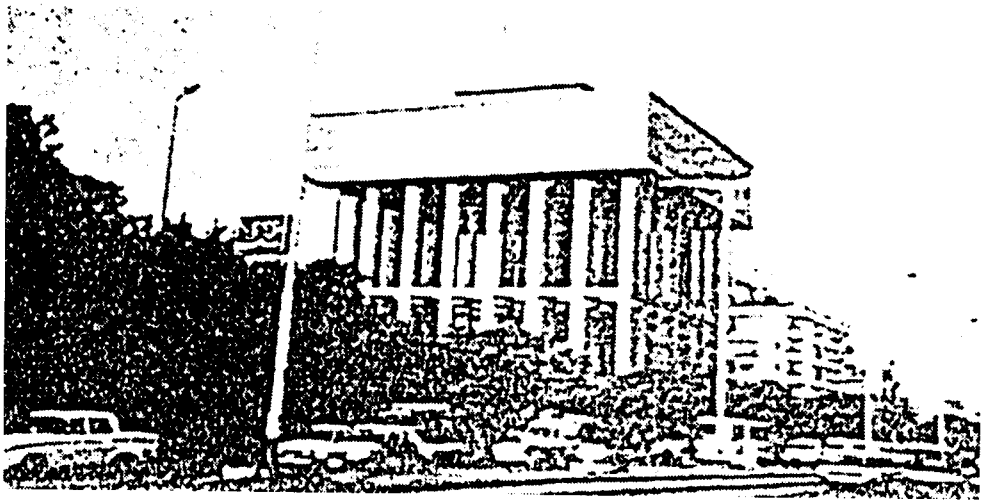
الشكل ٩١ – قبة الدشطوطي بميدان الشعرية وقد سقطت بالكامل



الشكل ٩٢ – جسر قديم مبنى من جوائز فولاذية يقطع نهر النيل في القاهرة فقد جزءاً من غطائه البيتوني أثناء الزلزال (٩٤).



الشكل ٩٢ ب – أحد الجسور في القاهرة لم يتأثر بالزلزال.



الشكل ٩٣ – تضرر السقف لخزان مياه شرب مرتفع عن سطح الأرض في مدينة الجيزة (٩٤).

الشكل ٩٤ – انهيار احدى المدارس في القاهرة.