

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

* تنويه :

تعقبا على المحاضرة التي نظمتها الجمعية الجيولوجية اليمنية بتاريخ ١٤-١١-١٩٩٢ بجامعة صنعاء ونظرا لاهمية ماتعرضة له المحاضرة حول الجدوى الاقتصادية من معرفة التأثير الزلزالي على المناطق المعرضة لها فقد تقدمت الجمعية بطلب الي الاستاذ المحاضر بالكتابه حول الموضوع حتى تعم الفائدة ويكون ذلك في متناول المهتمين من مختلف المؤسسات
الجمعية الجيولوجية اليمنية

ملاحظات حول الزلايه الهندسيه وجدواها الاقتصادي

الاستاذ الدكتور / سهل عبدالله السنوي

استاذ علم الزلازل / قسم الجيولوجيا

جامعة صنعاء

تعتبر الزلزالية الهندسية والهندسة الزلزالية من الفروع العلمية التطبيقية وهي حلقة الوصل بين علم الزلازل الذي هو احد فروع الجيوفيزياء وبين علوم الهندسة المدنية والانشائية والهدف الاساسي لهذا العلم الحديث نسبيا هو التقليل او التخفيف من المخاطر المصاحبة لوقوع الهزات الارضية ذات المقدار والشدة الكبيرين ٥٠٠ وذلك بالعمل على تصميم الابنية المقاومة للزلازل وتدارس السبل لتقوية الابنية القائمة وتحويرها لتكون قادرة على تحمل الضربة الزلزالية ٥٠٠ وللوصول الى هذا الهدف هنالك مراحل من تجميع المعلومات الخلفية اللازمة لتوفير المؤشرات الكافية لوضع التصميم الهندسي الملائم وباقل كلفة ممكنة ٥٠٠ فالهدف هو التقليل في الخسائر البشرية اولا والاقتصادية للمنشآت الحيوية والاستراتيجية ثانيا والنتيجة عن الزلازل ولتخفيف ذلك لابد من تحديد مدى احتمال وقوع الزلازل ٥٠٠ ومقارنة هذه المخاطر الطبيعية مع التوزيع السكاني ومواقع المرافق العامة والهامة ومدى تعرضها للمخاطر وتأثرها بها وصولا الى تحديد الخطر او احتمالات الخسائر ومن ثم العمل على تخفيف هذه المخاطر عن طريق وضع تصاميم ومعايير للبناء والانشاء وفرض تطبيقها على اوسع مدى ممكن مع التزام التخطيط الملائم للانشطة التنمويه المقبلة على ضوء المعطيات الزلزالية المتوفرة بالاضافة الى اقامة او تطوير هيئات فعالة للدفاع المدني والاغاثة كل هذه العناصر

تعتبر ضرورية لاية خطة منسقة طويلة المدى لتخفيف المخاطر بالاضافة الى عنصر اخر لا غنى عنه
الا وهو التعليم والتدريب في حقول علم الزلازل والهندسة الزلزالية*
* الهندسة الزلزالية واعتباراتها :

يمكن لعلم الهندسة الزلزالية في تصميم المنشآت المقاومة للزلازل وتحديد اقصى درجات
الاهتزاز الآمن الذي سيتعرض له هذا المنشأ عند وقوع الزلزال وذلك بناء على توفير المعطيات الآتية:
١- معرفة الطبيعة الجيولوجية والزلزالية للموقع وتحديد مواقع الصدوع الفعالة والقيم المعروفة لاعلى
شدة زلزالية متوقعة ٠٠٠ وهذا يتطلب توفير خرائط توزيع الشدة الزلزالية وخرائط توزيع البؤر
الزلزالية المبنية على توفر معلومات موثقة في الزلازل المسجلة في المراصد العالمية بعد عام ١٩٠٠ ان
امكن والزلزال التاريخية المستخلصة من كتب التراث التي كثيرا ما تتطرق وباسهاب نحو الكوارث
الزلزالية*

٢- طبيعة التربة وخواصها الديناميكية حيث تتسبب الموجات الزلزالية السطحية والمسببة للتدمير
الزلزالي بتميع التربة وحصول الانهيارات الارضية واخذ هذه الخواص في الاعتبار عند تصميم الاسس
والمشاكل ككل*

٢- دراسة ونمذجة الخواص الديناميكية والاهتزازية للمنشأ حيث يحسب زمن وطور الترددات
الزلزالية المتوقعة وطبيعة التوهين الموجي في الموقع*
٤- طبيعة المنشأ المطلوب اقامته والعمر الاقتصادي للمنشأ ٠٠ فالمعايير التصميمية للسدود ومحطات
توليد الطاقة والمستشفيات والمدارس وجسور المرور السريع تختلف عن تلك المعتمدة لمخازن الحبوب
او الاخشاب مثلا*

ان التصميم المقاوم للزلازل الامثل لابد وان يحقق في ضوء ما جاء في مذكراته الشروط الآتية:
أ) ان تقع الزلازل الضعيفة (ذات المقدار والشدة الواطئة) دون وقوع اية اضرار او خسائر*
ب) ان يكون للزلازل المتوسطة الشدة والمقدار اضرار انشائية طفيفة فحسب*
ج) ان يكون للزلازل القوية (والتي تفوق الزلازل التصميمي) اضرارا انشائية كبيرة ودون خسائر بشرية
٠٠٠ وان تكون كلفة اصلاح المنشأ المتأثر بهذه الهزة ممكن اقتصاديا (بان تكون كلفة الترميم اقل من
كلفة اقامة المنشأ)*

ان المباني تتعرض خلال الزلازل الى اهتزاز ديناميكي موقت يستمر من (عدة ثوان الى ثلاثة
دقائق كحد اقصى) ويتمثل في القوى الافقية التي تؤثر على الاسس العمودية فقط عادة مع احتساب
لمقاومة الرياح في بعض المناطق*

المنشآت اذا تتعرض للمخاطر الزلزالية اعتمادا على مستوى ودرجة الخطر الزلزالي ومدى قابليتها للتأثر المرن به ٠٠ كما ان درجة التعرض لايرجع بالضرورة الى ارتفاع مستوى الخطر والاهتزاز الزلزالي بقدر مايعود الى ان هذه المباني قد اقيمت باستخدام مواد بناء وتقنيات انشاء لا تكفل لها سوى القدر القليل من المقاومة عند وقوع الزلزال ٠٠٠ وهذا ما وقع في القاهرة حيث كانت الابنية المتأثرة غالبا هي الابنية التاريخية والمساكن القديمة التي لم تجرى عليها اية صيانة منذ عشرات السنين عدا بعض المباني الاخرى المتعددة الطوابق الحديثة وغير المستوفية اصلا للشروط الهندسية التقليدية ٠٠ ليس غريبا اذا ان نلاحظ ان النسب العالية للخسائر البشرية والمادية تنحصر تقريبا في الزلازل التي تصيب الدول النامية والفقيرة والتي لم تبادر لاعتماد خطة محكمة وطويلة النفس لتخفيف المخاطر الزلزالية.

* الكود الزلزالي :

عمدت العديد من دول العالم المتأثرة بالحوادث الزلزالية الى اعتماد واصدار مايسمى بالكود او الدستور الزلزالي والذي تهتدي به الجهات المكلفة بتصميم المنشآت العامة والحساسة حيث يوفر (الكود) الحدود التصميمية المطلوبة وصولا الى اعلى درجات الحماية وضمن التغطية التأمينية ٠٠ فالتأمين ضد الزلازل واجب التنفيذ في عدد من دول العالم شريطة الالتزام بالتصاميم الزلزالية المقترحة من الجهات الفنية ٠٠ وان اصدار الدستور الزلزالي يعتبر مرحلة متقدمة جدا في عملية تخفيف المخاطر الزلزالية ؛ فالكود الزلزالي يقسم البلد المعين الى مواقع مختلفة الشدة الزلزالية ويقترح المعاملات التصميمية اعتمادا على طبيعة المبنى وموقعه وحجمه ومواد البناء المقترح استعمالها ٠٠٠ واعتماد الدستور او الكود الزلزالي عند التصميم الهندسي يعني الالتزام بتصميم يتحمل تاثير زلزال ذو شدة ومقدار معين وزمن تردد محدد وهذا مايسمى (بالزلزال التصميمي) ٠٠٠ وان كافة الدراسات الجيولوجية والزلزالية وعمليات الرصد والتحليل لها اهداف محددة من اهمها معرفة او تخمين الزلزال.

* المخاطر الزلزالية ٠٠ تحديدها وجدواها الاقتصادي:

ان اعداد التصاميم المقاومة للزلزال بالنسبة للمنشآت المطلوب توفير الحماية لها لسنوات طويلة ٠٠ فان هذا يقتضي توفير المعلومات الزلزالية والخرائط الزلزالية الدقيقة ٠٠٠ وهذا لا يتم الا بعد نصب شبكات الرصد الزلزالي ومواقع لرصد الحركات العنيفة بالاضافة الى تغطية مواقع معينة من البلد بشبكة متنقلة من الاجهزة الصغيرة للدراسات التفصيلية.

الجوانب الاقتصادية تفرض نفسها في هذه الحالات ٠٠ حيث لابد من تحديد الاولويات عند

تخصيص المبالغ في خطط التنمية الشاملة وإذا لم تعتبر محطات الرصد والتفسير الزلزالي ومراكز اعداد الدراسات مجددة اقتصاديا ٠٠ فانها ستوضع في اخر المتطلبات وبالتالي يترتب على ذلك ان تصرف الملايين لاقامة المشاريع الاقتصادية دون اخذ الاعتبار الزلزاليه في الحسبان ٠٠٠ ولنتصور مثلا ان هنالك مشروعا لاقامة سد او خزان مائي كبير او محطة لتوليد الطاقة في حالة انعدام المعلومات الزلزالية الهندسية المطلوبة فان امام المصمم ومتخذ القرار مسارين : الاول ٠٠ هو عدم اخذ الجوانب الزلزالية في الاعتبار والمسار الثاني هو المبالغة في تقدير المعاملات الزلزالية للمنطقة مما سينعكس على كلفة التنفيذ بنسب قد تزيد على ٤٠٪ من الكلفة الاصلية ٠٠٠ وهذه تقدر بالملايين وهي لمشروع واحد ؛ فكيف الامر بالنسبة لخطة تنمية خمسية او عشرية ٠٠٠ ان كلفة اقامة وتشغيل محطات الرصد الزلزالي وتوفير الكوادر والمستلزمات الاخرى توفر على المدى البعيد مبالغ جسيمة لخزينة الدولة وتضمن امانا وسلامة للمنشآت الكبرى ذات النفع العام ٠٠٠ لذلك نقول ان توظيف المبالغ في اقامة الشبكات الزلزالية له مردودات اقتصادية ٠ ولناخذ نموذجا اخر ولنلاحظ قيام العديد من الدول باعتماد تصميم موحد للمدارس والمستشفيات ودور الحكومة ؛ مع العلم ان المخاطر الزلزالية قد تتباين بين موقع واخر ٠٠٠ مما يتطلب اولا اعتماد عدد من التصاميم الملائمة لمواقع متعددة في البلد الواحد ؛ ومصممة لمقاومة الزلازل وفق معايير اقتصادية تضمن السلامة والجودة والكلفة المعقولة ٠٠٠٠ ان توفير هذه الخيارات يتطلب توفر مراكز للخبرة في مجالات علم الزلازل والهندسة الزلزالية .

* توفير القاعدة العلمية :

ان الوصول الى اعتماد دساتير زلزالية دقيقه يتطلب كما اسلفنا خطوات مسبقة لاقامة وتشغيل شبكات الرصد الزلزالي المتنوعة وتجميع البيانات ثم تقويم المخاطر وتحديد درجات التعرض واحتمالات النشاط الزلزالي وصولا الى وضع معايير البناء المقاوم للزلازل ضمن التخطيط الاتمائي ووضع الاستعدادات للطوارئ والدفاع المدني وتوفير التحليلات الاقتصادية ودراسات التكلفة والمنفعة عند اعتماد خطط متكاملة لتخفيف المخاطر وان هذه الخطوط قد اثبتت فاعليتها في دول كاليابان حيث تنخفض فيها معدلات الخسائر البشرية والمادية بالرغم من تعرض اليابان المستمر للحركات الزلزالية العنيفة ٠٠٠ يضع كل هذا امامنا موضوع تهيئة الاطارات العلمية المتخصصة سواء في حقل العلوم الزلزالية او في حقل الهندسة الزلزالية ٠٠٠ وهنا ياتي دور الجامعات في التصدي لهذا الامر والتوسع في برامج الدراسات التطبيقية في تدارس وتخفيف اثار الكوارث الطبيعية ٠٠ وتاتي مشاريع الدراسات العليا في كليات العلوم لاقسام الجيولوجيا وكليات الهندسه لاقسام الهندسه المدنيه والانشائه

والهندسه المعماريه من اجل تغطيه المتطلبات الاساسيه وتوفير المعطيات العلميه الدقيقه وبالاعتماد على العناصر الوطنيه لخلق بنيه تحتيه متكامله من الكوادر الكفوفه والمتحمسه والدائمه والتي بدونها تصبح عمليه اقامه مشاريع الرصد والتفسير والتحليل الزلزالي عبئا اقتصاديا وبندا في مشاريع التنميه لا يتمتع بالاولويه .