منظومات بلدية دبي الذكية لرصد تأثير الهزات الأرضية

م/ إيمان الفلاسي
مدير قسم المسح الجيوديسى والبحري
إدارة المساحة
بلدية دبي

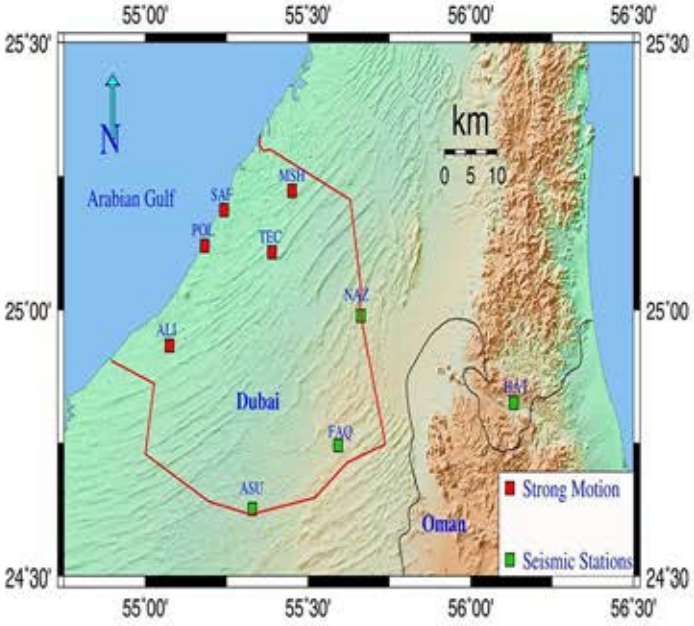
د. كمال محمد أبو العينين عطيه
أخصائي زلازل أول
قسم المسح الجيوديسى والبحري-إدارة المساحة
بلدية دبي

مقدمة

تقع دولة الإمارات العربية المتحدة بالقرب من النشاط الزلزالي بجنوب إيران و الممتد على سلسلة جبال زاجروس و منطقة مكران. و لهذه المصادر القدرة على إحداث هزات أرضية متوسطة و قوية و بالرغم من بعدها عن إمارة دبي بمئات الكيلومترات إلى أنها تسبب اهتزازات طويلة المدة للأبراج والمباني المرتفعة مما تسبب قلق و خوف لقاطني تلك الأبراج.

بعد وقوع زلزال جزيرة قشم في27 نوفمبر 2005 و شعور سكان إمارة دبي و خصوصا قاطني الأبراج المرتفعة بتلك الهزة و صدور أوامر إخلاء لعدد من الأبراج و المباني الحكومية طالب مقيمي إمارة دبي بضرورة وجودة أنظمة لرصد تلك الهزات ودعم بيانات تلك الأنظمة لخطط الطوارئ و تحديث كود البناء بإمارة دبي. استجابت بلدية دبي لتلك المطالبة بسرعة وكفاءة عالية و قامت بتدشين اول شبكة لرصد الهزات بأعلى تقنية للأنظمة الموجودة بالولايات المتحدة الأمريكية في ابريل عام 2006 (شكل 1). و تم ربط بيانات تلك المنظومة بغرفة العمليات بشرطة دبي وأبوظبي و الدفاع المدني و الهيئة الوطنية للازمات والكوارث. كما قامت البلدية بعقد ورش عمل للتوعية بإجراءات السلامة عند حدوث تلك الهزات المحسوسة وكذلك تدريب بعض الكوادر على كيفية استخدام تلك البيانات. و لتقوية منظومة دبي لرصد الهزات الأرضية قامت البلدية بتبادل البيانات مع المركز الوطني للأرصاد لدولة الأمارات و كذلك مع مركز الرصد الزلزالي التابع لجامعة السلطان قابوس بسلطنة عمان و بعض المحطات من الكويت و السعودية وبعض محطات الشبكة الدولية لرصد الهزات الأرضية بالولايات المتحدة.

قامت البلدية بتطوير منظومة الرصد في ابريل عام 2012 بإضافة 5 محطات لرصد الحركة القوية للزلازل بالقرب من الأماكن العمرانية لرصد الحركة الفعلية المؤثرة على مباني إمارة دبي وكذلك حساب فوري لخرائط الشدة الزلزالية لدعم متخذي القرار بمدى تأثير الهزة على أمارة دبي.



الشكل (1): مواقع محطات منظومة رصد الهزات الأرضية بإمارة دبي.

تمثل الاستثمارات في بناء الأبراج جزء كبير من اقتصاد إمارة دبي و نظرا لوجود حوالي 20% من أعلي مائة برج بالعالم بإمارة دبي سميت بمدينة الأبراج. وتشير الأبحاث و الدراسات إلى أن إمارة دبي أمنة من الزلازل المؤثرة لعدم وجود مصادر مؤثرة للزلازل بدولة الأمارات وكذلك لإتباع بلدية دبي لكود بناء آمن. ومع ذلك، هناك خطر حقيقي على السلامة ناجم عن عمليات الإخلاء الجماعي و التزاحم للأبراج المرتفعة أثناء تلك العمليات في ظل عدم وجود خطط واضحة و مصدر بيانات محلى دقيق و مسئولين غير مدربين جيدا على تلك الأحداث خصوصا إذا حدثت تلك الهزات المحسوسة في فصل الصيف الحار. وقد ظهر ذلك في عمليات الإخلاء التي صاحبت هزات ابريل ومايو عام 2013 ويوليو عام 2014 و التي تسببت في حالة من الذعر العام و العديد من عمليات إخلاء المباني (شكل 2). بالإضافة إلى المخاوف المتعلقة بالسلامة، هناك أيضا مخاطر عالية للخسارة الاقتصادية الواسعة النطاق بسبب توقف العمل خلال فترات الإخلاء وأضرار السمعة من فترات التوقف غير الضرورية وعدم الاستعداد. فلم يكن لدى مديري تلك الأبراج والقائمين بها الأدوات والخطط الكافية للتعامل مع تلك الهزات و معرفة الإرشادات الصحيحة للتعامل معها قبل و أثناء و بعد حدوثها.

هل هناك آمان للعودة للعمل؟

هل نحتاج إلى عملية إخلاء؟

الشكل (2): صور من عمليات الإخلاء للهزة الأرضية بجنوب إيران يوم 16 أبريل عام 2013 بدوله الأمارات.

المنظومات الذكية على الأبراج

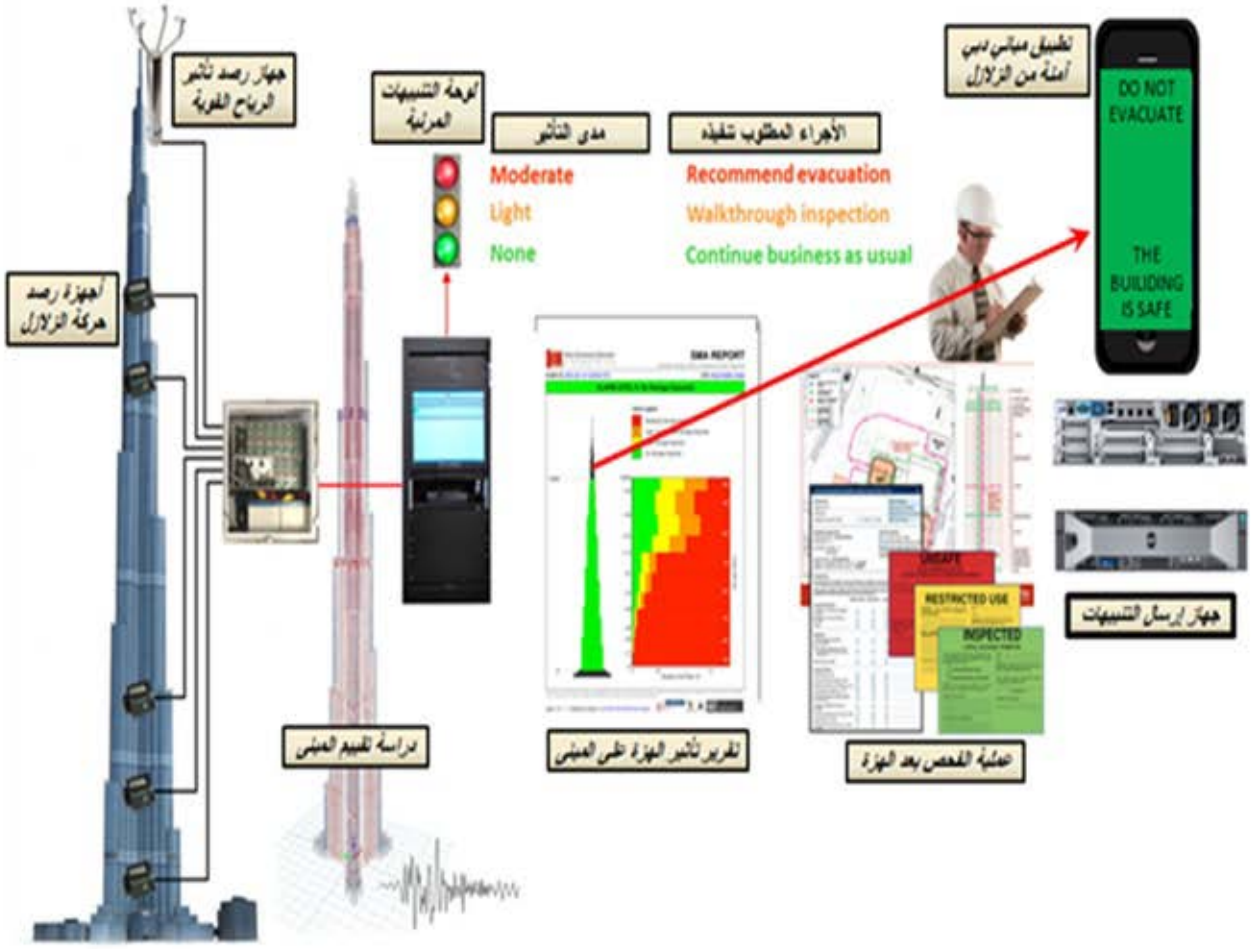
خلال عامي 2015 و 2016 قامت البلدية بتدشين احدث منظومتين لمراقبة تأثير الهزات الأرضية على أهم برجين بإمارة دبي وهما برج خليفة كأعلى برج بالعالم و برج راشد والذي تدار فيه أعمال البورصة المالية حيث تراقب تلك الأنظمة على مدار الساعة تأثير أية هزات أرضية أو رياح قوية على جسم البرج و تصدر تقرير فوري إذا تخطى التأثير الحدود الآمنة على السكان و التي تم تحديدها بناء على دراسات تفصيلة لتصاميم تلك الأبراج. أضافه إلى إصدار تلك المنظومات إشارات ضوئية (احمر – أصفر – أخضر) تعكس مدى التأثير و مدى الحاجة لعملية إخلاء أو فحص أو استمرار العمل.

وخلال عامي 2017 و 2018 قامت بلدية دبي بتثبيت منظومتين حديثتين على مبنى الأدلة الجنائية بشرطة دبي ومبنى البلدية الرئيسي كمبان إستراتيجية. وتم دعم جميع المنظومات بتطبيق ذكي يسمى مباني دبي آمنة من الزلازل (DB-safe) يمكن من خلاله التواصل بين المقيمين بكل الأبراج والمباني التي بها الأنظمة و مسئولي تلك المباني لحظيا إذا حدثت أية هزات محسوسة. حيث تدعم تلك المنظومات المقيمين بمعلومات حول ما يجب عمله قبل الزلزال وأثناءه و بعد الهزة، و يرشدهم حول كيفية الحفاظ على استمرارية العمل و كيفية تطبيق إرشادات السلامة على أكمل وجه. و قد قامت البلدية بتنفيذ هذه المشاريع الإستراتيجية لاتخاذ كافة الإجراءات اللازمة لضمان سلامة سكان دبي و تقليل الآثار السلبية و الخوف و التوقف عن العمل في حالة حدوث أي زلازل محسوسة.

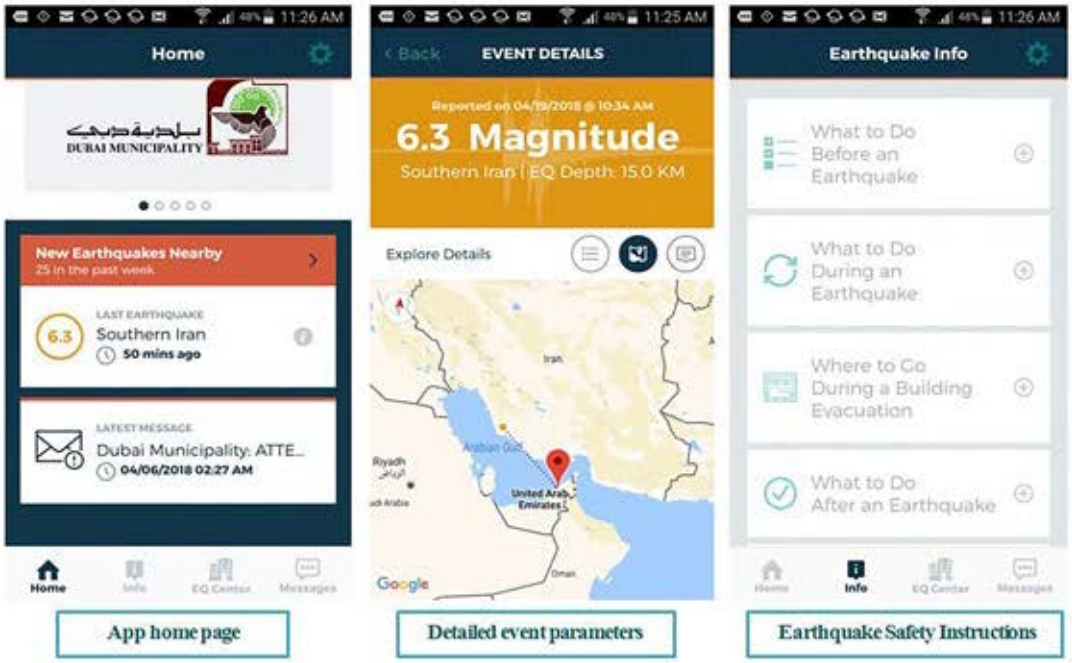
وبني عمل تلك المنظومات (شكل 3)على تحديد مستويات الحركة الآمنة و المؤثرة من دراسة تصاميم تلك المباني وتثبيت أجهزة لرصد تأثير الهزات الأرضية على ارتفاعات مختلفة بداخل تلك المباني. ويتم ضبط هذه القيم من الدراسة على النظام لتوفير ثلاثة إنذارات ضوئية (احمر للإخلاء- واصفر للفحص – واخضر لاستمرار العمل) في لوحة الفريق المسئول عن المباني . كما يقوم النظام بإرسال رسائل نصية و بريد الكتروني بصورة فورية للمسئولين عن تلك المباني و المهندسين مراقبي المنظومات موضحا مدى تأثر المبنى لدعم اتخاذ القرار. كذلك، تدعم الأنظمة المقيمين بتلك المباني بتنبيهات فور وقوع أية هزة ذات مستوى حركة قد يسبب إزعاج للسكان موضحا لهم الإرشادات الواجب إتباعها وكيف يمكنهم الاستجابة وخطة الطوارئ و المخارج الآمنة إذا تطلب الأمر عملية إخلاء بطريقة ذكية في غضون وقت محدود للغاية على هواتفهم الذكية. كما يتيح التطبيق الذكي استقبال كل بيانات الاستجابة للمقيمين و تحديد واضح لمدى التأثير والاستفسار عن حدوث أية إصابات أو أية إخطار بالمبنى من خلال ردود و صور المقيمين. كما يمكن استخدام تلك التطبيق في حالات الإخلاء أثناء حدوث أية حرائق لما له من إمكانية تحديد المخارج وأماكن التجمع وأماكن توزيع طفايات الحريق ومستلزمات الإسعافات الأولية بكل مبنى.

تطبيق مباني دبي آمنة من الزلازل (DB-Safe)

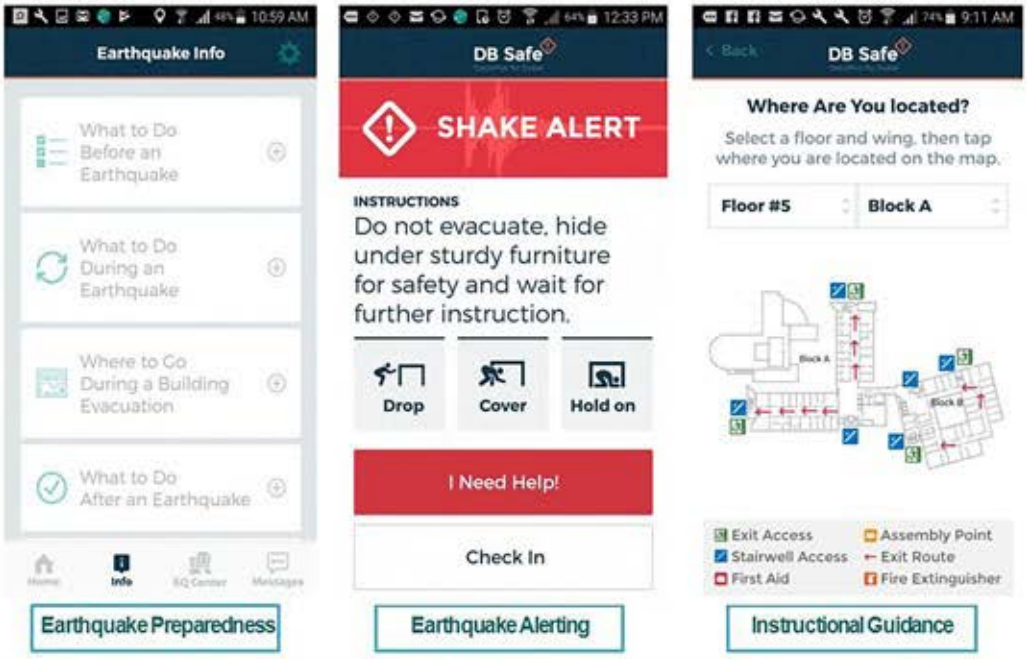
هو تطبيق يستخدم المخرجات من المنظومات الذكية المثبتة على الأبراج إضافة إلى بيانات شبكات الرصد للهزات الأرضية و المثبتة بالأماكن النائية و بالقرب من المنشآت والتقارير الفورية من تلك المنظومات لإرشاد و دعم قاطني الأبراج و العامة قبل و أثناء و بعد حدوث أية هزات أرضية محسوسة من خلال استخدام التقنيات الحديثة للهواتف الذكية. يوفر هذا التطبيق المعلومات في الوقت الحقيقي للهزة الأرضية (شكل 4 و شكل 5). كما يساعد التطبيق في وصول المقيمين بالأبراج إلى الخدمات الأساسية و يمكن استخدامه للقيام بسيناريوهات لتجارب إخلاء وهمية لقياس مدى استجابتهم في حالة حدوث الطوارئ. و أخيرًا ، يمكن استخدام التطبيق كأداة للمقيمين لطلب المساعدة أو الإبلاغ عن المخاطر.



الشكل (3): يوضح مراحل عمل المنظومة الذكية لرصد تأثر الهزات الأرضية والرياح القوية في برج خليفة.



الشكل (4): خدمات التطبيق للعامة بإمارة دبي و دول الخليج العربي.



الشكل (5): خدمات التطبيق للمقيمين بالأبراج المثبت بها الأنظمة الذكية لرصد تأثير الهزات

الفوائد العامة لمنظومات رصد تأثير الهزات الأرضية على الأبراج الاستراتيجية و التطبيق الذكي.

1. **مديري الأبراج:** تعزيز القدرة على تنفيذ إجراءات الاستجابة المناسبة وقت حدوث أية هزات أرضية محسوسة تلقائيًا و بشكل مباشر.
2. **قاطني الأبراج:** زيادة الثقة و الاطمئنان لديهم في قدرة مسئولي الأبراج على التعامل مع الحالات الطارئة.
3. **مالكي الأبراج:** توفير المال عن طريق تجنب انقطاع العمل من عمليات الإخلاء غير الضرورية / أو فترات التوقف الطويلة.
4. **صناع القرار و البلدية:** تحسين إجراءات السلامة و الثقة لكل قاطني إمارة دبي مما يساهم في النمو الحضري لمدينة دبي.