مجلة جامعة الملك سعود، م ١٧، العلوم الهندسية (١)، ص ص ١-١٩ بالعربية؛ ١-١٣٠ بالإنجليزية، الرياض (١٤٢٥ هـ/٢٠٠٤م)

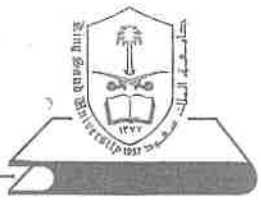
ردمد: ٣٦٣٩-١٠١٨

مجلة جامعة الملك سعود

المجلد السابع عشر

العلوم الهندسية (١)

١٤٢٥ هـ (٢٠٠٤ م)



جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع

مجلة جامعة الملك سعود، م١٧، العلوم الهندسية (١)، ص ص ١-١٩ بالعربية؛ ١-١٣٠ بالإنجليزية، الرياض (١٤٢٥هـ/ ٢٠٠٤م)

مجلة جامعة الملك سعود

المجلد السابع عشر

العلوم الهندسية (١)

١٤٢٥ هـ

(٢٠٠٤م)

النشر والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

المحتويات

صفحة

القسم العربي

الهندسة المدنية

* نظام خبرة لتشخيص الشائعة في المباني الخرسانية بالمملكة العربية السعودية
عبدالله بن محمد الصقير، سعيد بن حسن المصري، عبدالرحمن بن حسن آل الشيخ ١

القسم الإنجليزي

الهندسة المدنية

* تقدير معدلات التبخر المحتملة: الشبكات العصبية الاصطناعية مقارنة بالطرق التقليدية (ملخص عربي)
سعود بن عبدالقادر طاهر ١٤

* تقييم الدقة الكارتوغرافية لبعض طولات الترقيم الإلكتروني (ملخص عربي)
عبدالله الصادق علي، ظافر بن علي القرني ٢٤

الهندسة الكيميائية

* التحكم العشوائي لبدء تشغيل مفاعل الخلط المستمر الكيميائي (ملخص عربي)
عماد الدين مصطفى علي، عزيز أبو خلف ٤٦

* تطبيق طريقة قرين لحل مسائل الهندسة الكيميائية (ملخص عربي)
محمد البشير الأمين أبشر ٥٩

مجلة جامعة الملك سعود، م١٧، العلوم الهندسية (١) ، ص ص ١-١٩(١٤٢٥هـ/٢٠٠٤م)

نظام خبرة لتشخيص الشروخ الشائعة في المباني الخرسانية بالمملكة العربية السعودية

عبدالله بن محمد الصقير*، سعيد بن حسن المصري، وعبدالرحمن بن حسن ال الشيخ*****

*أستاذ مشارك، قسم الهندسة المدنية، جامعة الملك سعود، ص.ب. ٨٠٠، الرياض ١١٤٢١.

**مدير التخطيط الاستراتيجي بتقنية المعلومات، شركه الاتصالات السعودية.

***وكيل الأمين لشئون الخدمات، أمانة مدينة الرياض.

(استلم في ٢٠٠٢/١١/٢٤م،وقبل للنشر في ٢٠٠٣/١٢/٢٤م)

ملخص البحث. تعرض هذه الورقة البحثية نتائج دراسة تمت لتطوير نظام خبرة باللغة العربية لتشخيص الشروخ الشائعة في المباني الخرسانية. يقوم النظام بتشخيص الشروخ التي تظهر علي الأعضاء الخرسانية في المباني و التي تشمل الأساسات و الأعمدة و الكمرات و بلاطات الأسقف. وقد تم استخلاص خبرة هذا النظام من الكتب المتخصصة و الدوريات و الحالات الفعلية الموجودة لدي وزارة الأشغال العامة و الإسكان و من خلال مقابلة الخبراء في هذا المجال. لقد طور البرنامج باستخدام بيئة تطوير أنظمة الخبرة Level 5 Object والذي يدعم اللغة العربية بشكل كامل وهو ما قد يمثل سابقة في هذا المجال حيث أن اغلب الأنظمة الحالية لا تتوفر بها هذه الميزة. لقد صمم نظام الخبرة علي أن يكون سهل الاستخدام و تفاعلي مع المستخدم و بنفس الوقت باللغة العربية حتى يمكن الاستفادة منه من قبل شريحة كبيرة من المهندسين. إن طريقة عمل النظام تقوم على أساس إتباع نفس النهج الذي يتبعه الخبير لتحديد أسباب الشروخ في المباني الخرسانية. تشمل خطوات الاستشارة الهندسية من البرنامج أن يطلب البرنامج من المستخدم أن يحدد العضو الخرساني الذي فيه الشرخ. ثم يعرض البرنامج عددا من الصور للشروخ الخرسانية و يطلب من المستخدم اختيار الصورة التي تماثل الشرخ المراد تشخيصه. وبعد ذلك يقوم البرنامج بطلب معلومات تفصيلية عن الشرخ والتي قد تتضمن إجراء اختبارات للخرسانة و إدخال نتائجها للبرنامج. وبعد أن يحصل البرنامج علي المعلومات الكافية يقوم بتشخيص الشرخ.

كلمات دالة: تشخيص الشروخ الخرسانية، تأهيل المباني، الأعضاء الخرسانية، أنظمة الخبرة.

مقدمة

تعتبر الشروخ من أبرز أنواع العيوب التي تعاني منها المباني الخرسانية وأكثرها انتشاراً وذلك على الرغم من التطور الحاصل في مجال البناء والاهتمام بجودة التصميم وحسن التنفيذ. تتعرض هذه المباني مع مرور الوقت لعدد من العوامل سواء كانت طبيعية (كالتقادم الزمني) أو ذاتية كالتقلص والزحف أو الأخطاء الإنشائية تجعلها عرضة لهذه الشروخ والتصدعات المصاحبة لها مما يترتب عليه إهدار للأموال وقد يكون للأرواح ايضا في حالة انهيارها نتيجة لهذه الشروخ. لذا فانه يكون من الضروري اتخاذ كافة السبل لمعالجة الشروخ والذي يعتمد بصورة أساسية على تشخيص الأسباب المؤدية لها مما يؤدي بدوره إلى المحافظة على المنشآت وسلامتها من مخاطر هذه الشروخ خلال فترة استخدامها حفاظا على تلك الأموال التي أنفقت في تشييدها وعلي سلامة مستخدميها. إن التشخيص السليم لأسباب الشروخ في المباني الخرسانية يعتبر من المهام الشاقة ويجب أن يخضع لأسلوب منهجي يأخذ في الحسبان كافة الأسباب والعوامل الممكنة لحدوث الشروخ حتى يتم القيام به على الوجه الصحيح وذلك نظرا لتنوع هذه الشروخ وتشابه صورها وأشكالها. هذه المهمة يجب أن يقوم بها أشخاص ذوو خبرة ودراية واسعة في ترميم وإعادة تأهيل المنشآت حتى لا يكون التشخيص خاطئاً. ولدعم الخبرات المحلية في مجال ترميم وإعادة تأهيل المنشآت الخرسانية، تعرض هذه الورقة نتائج دراسة تمت لتطوير نظام خبرة لتشخيص الشروخ الشائعة في المباني الخرسانية باللغة العربية ليسهل استخدامه من قبل اكبر شريحة ممكنة من المختصين.

إن عملية تشخيص أسباب الشروخ في المباني الخرسانية تأتي غالباً في أسلوب منهجي يشمل تقييم المنشأة الجاري ترميمها بهدف الوقوف على حالتها والتعرف على الشروخ الموجودة بها وبالتالي محاولة تشخيص أسبابها [١، ٢]. وذلك نظراً لأن شروخ الخرسانة المسلحة لها العديد من الأنواع وتأخذ هذه الأنواع العديد من الأشكال المختلفة، حيث يتراوح تأثيرها بين التأثير على المظهر فقط وبين التأثير على تحمل الخرسانة مع الزمن، كما تختلف دلالتها ما بين أنها تدل على حدوث أخطاء بسيطة في التنفيذ إلى الدلالة على

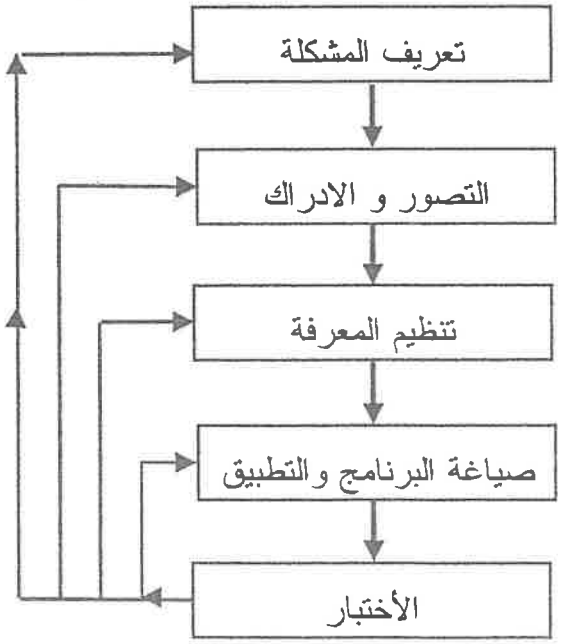
حدوث تدهور إنشائي خطير [٣]. وقد تمثل الشروخ التلف الحادث كله بحيث تنتهي المشكلة بملئها كما قد تمثل مشاكل أعمق وأخطر وتكون كقمة جبل الجليد الذي يظهر منه الجزء الأصغر [١]. ونظراً لأن عملية التشخيص تعتبر مسألة دقيقة تتطلب معرفة شاملة بجميع أنواع الشروخ الموجودة بالمبنى وصورها المختلفة، فإنه لا يمكن الحكم عليها إلا بعد تطبيق أسلوب منهجي يتضمن الكشف على المبنى وشروخه بشكل دقيق [٤]. ولذلك فأن عملية التشخيص تعتبر مناسبة لأنظمة الخبرة و التي تقوم بمحاكاة الخبير من خلال امكانياتها التي تتميز بها في حل المشكلات المعقدة. لقد حظيت تطبيقات الذكاء الاصطناعي (ومنها أنظمة الخبرة) في مجالات التشخيص باهتمام الباحثين وذلك لمقدرتها على حل كثير من المشكلات لاسيما ذات الطابع المعقد والتي تعتمد على الخبرة البشرية التي قد تكون نادرة في كثير من الأحيان وتعتبر الأساس في حل هذه المشكلات [٥].

لقد تم تطوير عدد من أنظمة الخبرة لتشخيص الشروخ الخرسانية و منها نظام خبره لتشخيص عيوب الخرسانة سمي CONCEX [٦]. تم تطوير هذا النظام لتشخيص عدد محدود من عيوب الخرسانة المتكررة الحدوث (٦ عيوب فقط) في الأسقف والكمرات والأعمدة ولم يتضمن منهجية محددة لتصنيف الشروخ. و تم تطوير نظام خبره يسمى (EXOBDR) (An Expert System On Building Diagnosis and Repair) لتشخيص وإصلاح عيوب الأسقف والكمرات بالمباني الخرسانية في سنغافورة [٧]. وكذلك تم تطوير نظام أطلق عليه (REPCON) (An Expert System For Building Repair) [٨] يقوم بتشخيص عيوب المباني وطرق إصلاحها. وتنحصر تطبيقات هذا النظام على الأنواع التالية من العيوب: التشققات الخرسانية، تفكك أجزاء الخرسانة وسقوطها، تشققات أعمال البلوك، الرطوبة و تسربات الماء ولم يتطرق النظام إلى الأعضاء الخرسانية التي تظهر عليها هذه العيوب. وفي نفس الإطار تم تطوير نظام WADI وهو نظام خبره تم تطويره للتشخيص المبدئي لتدهور الحوائط الساندة [٩]. وفي مشروع بحثي لزين العابدين وشرف الدين [٥] تم تطوير أسس نظام

المعرفة لتقويم تشققات الخرسانة والأضرار بالمباني في المملكة العربية السعودية، وذلك لإيجاد نظام يدمج تقنيتي قواعد البيانات وأنظمة الخبرة لمحاكاة دور الخبراء في تقويم تصدعات المباني والحكم عليها.

تطوير نظام الخبرة لتشخيص شروخ المباني الخرسانية

لقد مر تطوير نظام الخبرة لتشخيص الشروخ في المباني الخرسانية [١٠] Expert System for Diagnosing Cracks in Concrete Building (ESDCCB) بالعديد من الخطوات خلال مراحل تطويره. تتكون مراحل تطوير هذا النظام والتي يشار إليها بدورة حياة أنظمة الخبرة (Expert System Life Cycle) [١١] من تعريف المشكلة؛ والتصور و الإدراك؛ و تنظيم المعرفة؛ و صياغة البرنامج والتطبيق؛ و الاختبار كما هو موضح بالشكل (١). هذه الخطوات الخمس التي يقوم النظام بالمرور خلالها في مراحل بنائه يتم من خلالها استنباط الخبرات المطلوبة لحل المشكلات من مصادر الخبرة أو المعرفة المختلفة وصياغتها في برنامج الحاسب وتعد هذه المرحلة بمثابة عنق الزجاجة في عملية بناء نظام الخبرة.



الشكل رقم (١) .دورة حياة أنظمة الخبرة.

تعريف المشكلة Identification

يتم في هذه الخطوة توضيح الأهداف والتعرف على أهم خصائص المشكلة و تحديد الموارد المطلوبة (مصادر المعرفة، إمكانيات حاسوبية، موارد مالية..الخ) والمشاركين في بناء النظام وأدوارهم (مهندس المعلومات، الخبير) وكذلك نطاق الدراسة. قاعدة المعرفة لنظام الخبرة تم اكتسابها من بعض الجهات الحكومية و الشركات المتخصصة في أعمال الترميم والإنشاءات مثل وزارة الأشغال العامة والإسكان في المملكة العربية السعودية بالإضافة إلى بعض الكتب والمراجع العلمية المتخصصة في هذا الشأن والمذكورة في مرجع [١٠]. يتضمن نطاق الدراسة تشخيص الأسباب لأهم أنواع شروخ المباني الخرسانية الشائعة التي تظهر على أعضاء المباني الخرسانية والتي تشمل الكمرات و الأعمدة و الأساسات و بلاطات الأسقف. تشمل أنواع الشروخ التي يشخصها نظام الخبرة ما يلي [١٢]:

١. شروخ الخرسانة اللدنة وتشمل شروخ انكماش الخرسانة اللدنة، وشروخ هبوط الخرسانة اللدنة، وشروخ التحرك أثناء التنفيذ.
٢. شروخ الخرسانة المتصلده و تتضمن الشروخ الانشائيه وغير الإنشائية. الشروخ الإنشائية هي التي تحدث نتيجة أسباب إنشائية وتشمل شروخ قصور التصميم، وشروخ التحميل الزائد، وشروخ الزحف، وشروخ فروق الهبوط، وشروخ أخطاء التنفيذ. الشروخ غير الإنشائية هي التي تحدث لأسباب غير إنشائية وتشمل الشروخ الطبيعية والشروخ الكيميائية والشروخ الحرارية.

وقد تم تحديد عينة الشروخ التي سيتعامل معها النظام وتتكون منها قاعدة المعرفة بسبعة وعشرين شرخاً كما هو موضح بالشكل رقم (٢).

وكذلك تم في هذه الخطوة اختيار بيئة التطوير المناسبة. وقد تم اختيار برنامج Level 5 Object [١٣] كبيئة تطوير لنظام ESDCCB نظراً لأنه يمكن استخدامه في مجال كبير من التطبيقات سواء كانت عادية أو معقدة ؛ و لا يحتاج إلى خبرة كبيرة في البرمجة ؛ ويعتبر أداة تطوير ونقل في نفس الوقت حيث أنه بمجرد إنشاء تطبيق معين يمكن نقلة بسهولة إلى المستخدمين ؛ ويوفر خصائص فريدة من نوعها للتعامل مع المشاكل ذات الطابع التشخيصي في العديد من المجالات من خلال أدواته ووسائله المتعددة التي توفر الدعم المطلوب لهذا النوع من المشاكل ؛ بالإضافة إلي إمكانية صياغة قاعدة المعرفة و واجهة المستخدم باللغة العربية.

التصور أو الإدراك Conceptualization

يتم في هذه الخطوة تحديد الأفكار والعلاقات الرئيسية التي تساهم في القيام بعملية التشخيص وكذلك صياغة المعلومات عن العناصر والعلاقات المتعلقة بكل عضو إنشائي والشروخ التي تظهر عليه بعبارات تساهم في التشخيص كما هو موضح بالشكل رقم (٣).

العضو الإنشائي	نوع الشرخ	وصف الشرخ
كمرات	شرخ رأسي رقم١	شروخ رأسية عند نهايتي الكمرة تبدأ من السطح السفلي عند إحدى النهايتين ومن السطح العلوي عند النهاية الأخرى.
	شرخ رأسي رقم٢	شروخ رأسية عند منتصف الكمرة تبدأ من أسفل.تكون مصحوبة بترخيم زائد.
	شرخ رأسي رقم٣	شروخ رأسية بنهاية بحر الكمرة تبدأ من أسفل.
	شرخ أفقي رقم١	شروخ أفقية بالسطح العلوي للكمرة.
	شرخ أفقي رقم٢	شروخ أفقية تظهر بأسفل جنب الكمرة وبطنها، غالبا ما تكون عند مستوى أسياخ التسليح مع وجود آثار للصدأ.
	شرخ مائل رقم١	شروخ مائلة رأسية الميل عادة تظهر بكمرات الدور الأخير في المناطق الحارة، تظهر في الأسطح الغير معزولة حراريا، تكون شعرية الشكل.
	شرخ مائل رقم٢	شروخ رأسية الميل تميل ميلا مختلفا على كل من وجهي الكمرة تكون عند نفس الركيزة.
	شرخ مائل رقم٣	شروخ رأسية الميل تميل في اتجاه واحد على الوجهين تكون قرب الركيزة.
أعمدة	شرخ رأسي رقم١	شروخ رأسية غالبا ما تكون انفصالية يصاحبها انبعاج بالعامود.
	شرخ رأسي رقم٢	شروخ رأسية تظهر باركان الأعمدة تكون مصحوبة بتساقط لزاوية حافة العامود مع احتمال وجود آثار للصدأ.
	شرخ رأسي رقم٣	شروخ رأسية في شكل سلسلة من الخطوط المتوازية عادة تظهر بالأماكن الرطبة مصاحبة بتمدد عرضي للخرسانة يكون عامودي على اتجاه منع الحركة.
	شرخ أفقي رقم١	شروخ أفقية أو شرخ واحد يكون على شكل عقد يظهر عادة عند منطقة اتصال الكمرة بالعامود.
	شرخ أفقي رقم٢	شروخ أفقية في الغالب شرخ واحد يلاحظ هبوط بالأساسات تحت العامود.
	شرخ عشوائي رقم١	شروخ عشوائية مائلة تظهر على أوجه العامود تكون مصحوبة بتفتت إذا ظهرت في أماكن رطبه وإذا ظهرت خلال أسبوع من التصلد تكون على هيئة شروخ سرطانية.
أساسات	شرخ راسي رقم١	شروخ رأسية تظهر على جانب القاعدة تصاحب بتساقط للخرسانة.
	شرخ راسي رقم٢	شروخ رأسية تظهر على السطح السفلي للميدة والعلوي من ناحية أخرى.
	شرخ عشوائي رقم١	شروخ عشوائية تظهر على السطح العلوي للقواعد الغير سميكة تظهر بالمناطق الحارة.
	شرخ عشوائي رقم٢	شروخ عشوائية تظهر على السطح العلوي للقواعد تظهر بالمناطق الباردة.
	شرخ عشوائي رقم٣	شروخ عشوائية تظهر على أسطح القاعدة تكون مصاحبة بتفتت وتغير في لون الخرسانة.
	شرخ عشوائي رقم٤	شروخ عشوائية تظهر على أسطح القاعدة يصاحبها تآكل في الخرسانة السطحية
الأسقف	شرخ طولي رقم١	شروخ طولية تظهر على السطح العلوي للبلاطة تظهر هذه الشروخ في المناطق الحارة مع وجود قيد على الحركة.
	شرخ طولي رقم٢	شروخ تظهر على السطح العلوي للبلاطة عادة ما تكون عند التقاء البلاطة بالكمرة وتكون موازية لها.
	شرخ طولي رقم٣	شروخ طولية تظهر على السطح السفلي للبلاطة تكون عند الكمرات وموازية لها.
	شرخ طولي رقم٤	شروخ طولية تظهر على السطح السفلي للبلاطة تظهر عادة عند منتصف البحر للبلاطة تكون مصحوبة بترخيم زائد.
	شرخ طولي رقم٥	شروخ تظهر بالسطح السفلي للبلاطة يلاحظ وجود بقع بنية كآثار للصدأ تكون في اتجاه واحد أو اثنين تأخذ شكل أسياخ التسليح.
	شرخ عشوائي رقم١	شروخ عشوائية مائلة تظهر بالسطح العلوي للبلاطة تكون مصحوبة بتفتت سطحي غائر إذا ظهرت في أماكن رطبه خلال اسبوع من التصلد تكون على هيئة شروخ سرطانية.
	شرخ عشوائي رقم٢	شروخ شعرية تظهر في الأسطح الأخيرة للبلاطات غير المعزولة حراريا.

الشكل رقم (٢) . الشروخ التي تتكون منها قاعدة المعرفة.

العنصر	الوصف
العضو	العضو الإنشائي المتصدع.
التصنيف	تصنيف الشرخ حسب اتجاهه.
العيب(الشرخ)	نوع العيب (الشرخ).
الأعراض	وصف الشرخ والسمات المتعلقة به.
الأسباب	الأسباب المحتملة لحدوث الشرخ.
الفحوصات	هي الاختبارات التي يجب أجراؤها والدراسات والتحليلات التي تؤدي إلى تشخيص الأسباب بشكل قطعي.
التشخيص	عملية اختزال لكافة الأسباب الممكنة لحدوث الشرخ من خلال الفحوصات إلى حين التوصل إلى أكثر الأسباب احتمالا.

الشكل رقم (٣) . العناصر المتعلقة بالشرخ.

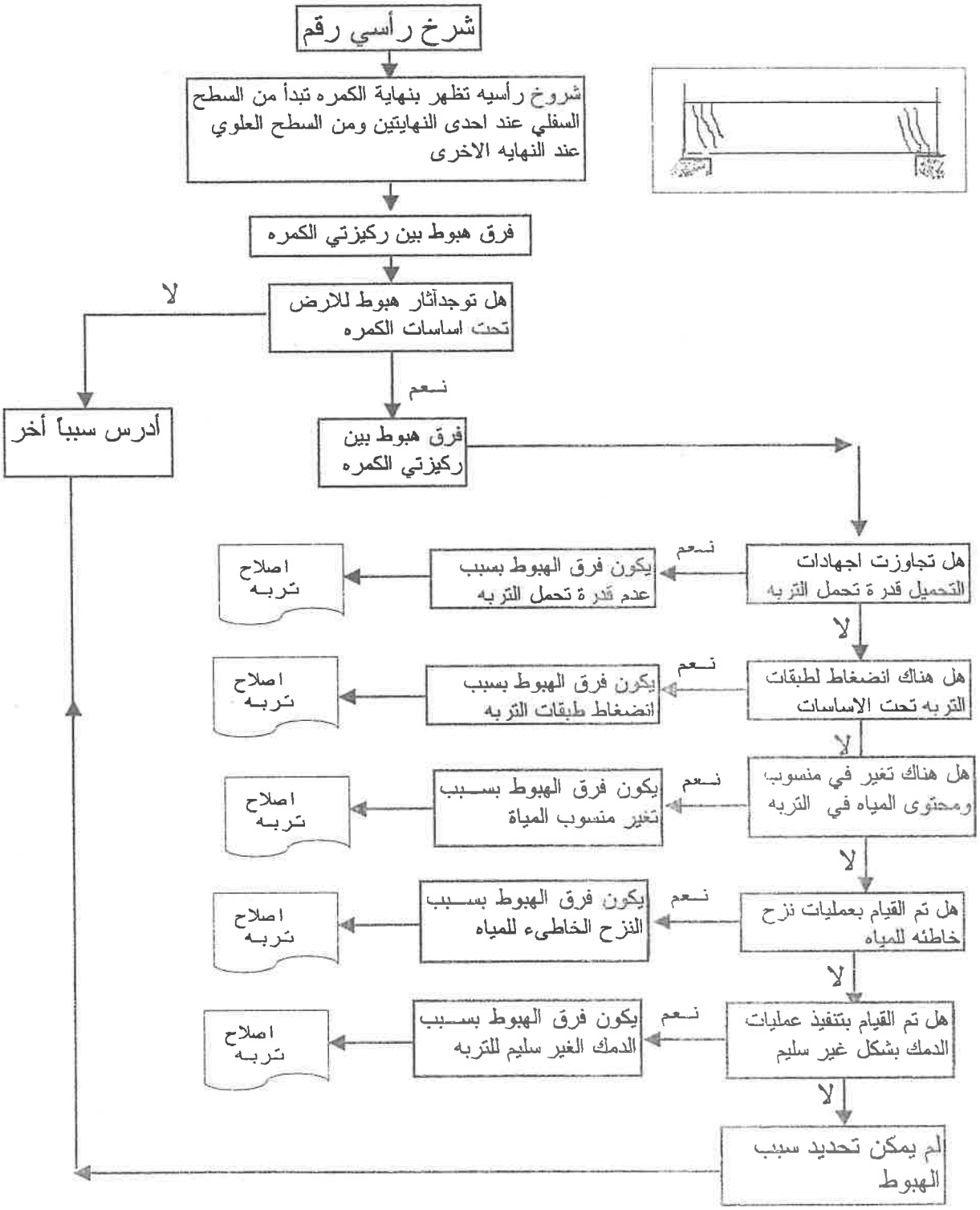
بعد تحديد العناصر المطلوبة للشروخ يتم استنباط المعرفة لها وهو ما يشار إليه بعملية اكتساب المعرفة (Knowledge Acquisition). وقد تمت هذه العملية من خلال مراجعة ما هو متوفر من المراجع والدوريات والكتب المتخصصة بالإضافة إلى الإطلاع على حالات موجودة بوزارة الأشغال العامة والإسكان. وكذلك مقابلة الخبراء في مجال الترميم والصيانة والتعرف على خبرتهم في المجال. بعد ذلك تم القيام بدراسة وتحليل المعرفة المكتسبة عن كل شرخ للوصول إلى الصيغة المناسبة لعرضها بالنظام ومن ثم تم توثيق هذه المعرفة في قوائم منفصلة لكل شرخ أشير إليه بحالات الشروخ وتشتمل هذه الحالات على منهجية التشخيص التي يعتمد عليها النظام. ويوضح الشكل رقم (٤) حالة شرخ يظهر على الكمرات. المعلومات الموثقة بحالات الشروخ تمثل كافة المعلومات عن الشرخ والتي تم استخلاصها من جميع مصادر المعرفة وتم صياغتها وفقا لنفس النمط الذي يتبعه الخبير للقيام بهذه المهمة.

الأعراض	شروخ رأسيه عند نهايتي الكمرة تبدأ من السطح السفلي عند إحدى النهايتين ومن السطح العلوي عند النهاية الأخرى.
الأسباب المحتملة	فرق هبوط بين ركيزتي الكمرة.
المكان	أسفل وأعلى نهايتي الكمرة.
الملاحظات	مجاوره أشجار كبيرة، مجاري مياه، تسرب مياه من شبكات تغذيه ونحوه، عمليات نزح مياه خاطئة، اهتزازات لمعدات ثقيلة أو نحوه.
الفحوصات/ملاحظات أخرى	- هل يمكن ملاحظة آثار هبوط للأرض بالمنطقة المحيطة بالعضو؟ - بدراسة المنطقة المحيطة بالعضو هل يمكن ملاحظة أي من العوامل الآتية : - هل يوجد حفريات بالمنطقة ؟ أو هل تم تنفيذ عملية الردم ودمك التربة بطريقه غير سليمة؟
الاختبارات	اختبار تحليل نوع التربة –للتأكد من نوعية التربة وخصائصها.

الشكل رقم (٤) . حالة شرخ رأسي رقم١ في كمرة.

تنظيم المعرفة Formalization

تتضمن هذه الخطوة التعبير عن الأفكار الرئيسة والعلاقات التي تم التطرق إليها في المرحلة السابقة وتحسينها (عرض المعرفة). وذلك من خلال استخدام أسلوب عرض بياني للأفكار والعلاقات بواسطة ما يسمى بشجرة القرارات (Decision Tree) أو المخطط الانسيابي للوصول إلى القرار وتحقيق النتائج المطلوبة. تم إعداد المخططات الانسيابية لنظام الخبرة ESDCCB والتي ينتهجها النظام للقيام بمهمة التشخيص والوصول إلى القرار المطلوب من واقع حالات الشرخ التي تم تطويرها في المرحلة السابقة وتتضمن منهجية عملية التشخيص بالنظام. يوضح الشكل رقم (٥) شجرة القرارات لشرخ رأسي يظهر على الكمرة.



الشكل رقم (٥) . شجرة القرارات لشرخ رأسي رقم١-كمرات.

صياغة البرنامج والتطبيق Implementation

يتم في هذه المرحلة تحويل وصياغة محتويات المعرفة المنسقة بالمخططات الانسيابية إلى مجموعة قواعد (Rules) يتم إدخالها إلى الحاسب للقيام بمهمة التشخيص. تعتبر القواعد الشرطية (IF-THEN Rules) من اشهر الطرق التي يمكن من خلالها تمثيل المعرفة في قواعد البيانات للقيام بحل المشكلات. كما أن هناك وسائل أخري تؤدي نفس الغرض مثل الأساليب (Methods) وهي عبارة عن مجموعة من الأوامر المرتبطة بعناصر المشكلة. توفر بيئة تطوير L5OBJECT كلتي الوسيلتين لتمثيل المعرفة والقيام بعملية معالجة البيانات بالحاسب للوصول إلى القرارات المطلوبة. وقد تم استخدام طريقة (WHEN-CHANGED Method) لأعداد برنامج النظام. يعتمد هذا الأسلوب على منهجية التسلسل الأمامي (Forward chaining) في البحث في قاعدة المعلومات. و يتطلب تعريف الصنف (الشرخ) والخصائص (اتجاه الشرخ) والحدث (أفقي).

الاختبار Testing

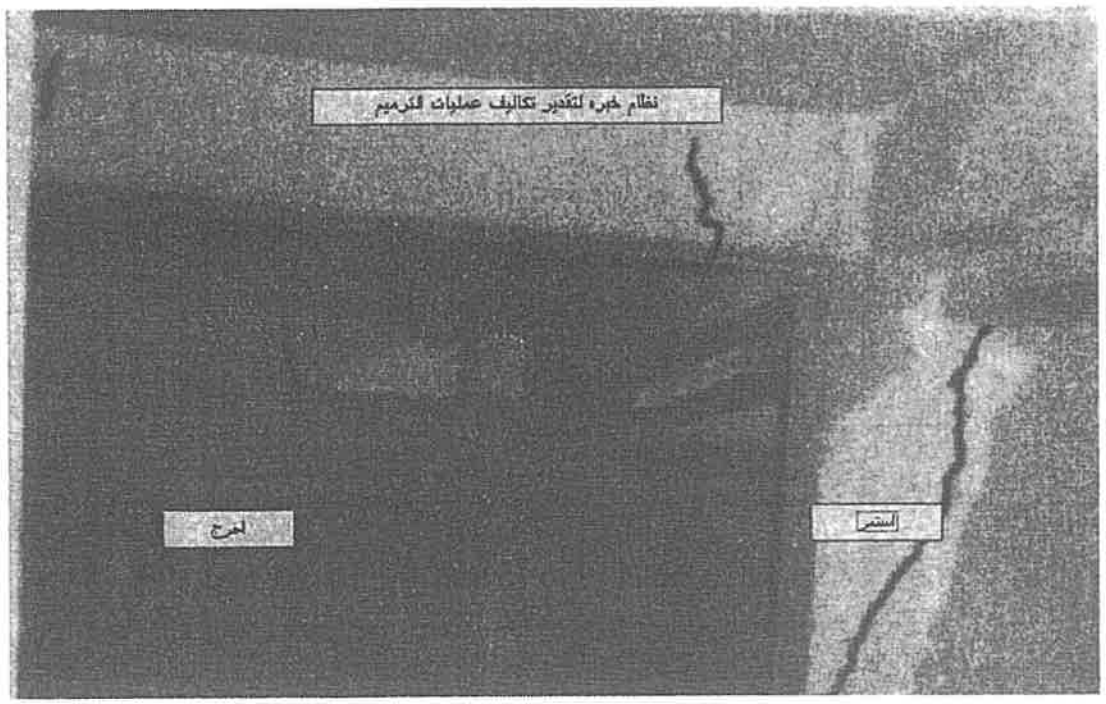
تشمل مرحلة الاختبار التدقيق والتحقيق. يتم في مرحلة التدقيق التأكد من أن برنامج الخبرة قد تم تطويرية بالشكل الصحيح بحيث لا يحتوي علي أخطاء في البرمجة وان يكون تسلسل البحث في قاعدة المعلومات مطابقاً للتسلسل المصمم. وقد تم تدقيق البرنامج بإدخال بيانات تغطي جميع الاحتمالات الممكنة. يتم في التحقيق التأكد من أن محتويات قاعدة المعرفة تطابق معرفة الخبير في هذا المجال. وقد تم تحقيق البرنامج بواسطة عرضه على الخبراء وابدوا موافقتهم علي طريقة و نتائج التشخيص.

تطبيق عملي على استخدام البرنامج (حالة دراسية)

تعتمد طريقة عمل برنامج ESDCCB أساساً على وجود تفاعل مشترك بين المستخدم والنظام والذي يقوم بنفس الدور الذي يقوم به الخبير في عملية تشخيص أسباب الشروخ. يبدأ النظام بإعطاء المستخدم مجموعة من الخيارات وهي عن نوع العضو الخرساني الذي تظهر عليه الشروخ وعن التصنيف الرئيسي للشرخ (شروخ رأسية، أفقية،

مائله... الخ) وعن نوع الشرخ وأعراضه، ثم يقوم النظام باقتراح أسباب محتملة للشرخ بناء على اختيارات المستخدم. بعد ذلك يبدأ النظام في عملية التشخيص للشرخ بتوجيه أسئلة للمستخدم وفقا للإجابات التي يتلقاها منه إلى أن يتم تشخيص السبب. و فيما يلي خطوات استشارة برنامج الخبرة لتشخيص شرخ في كمرة:

١. بعد تشغيل البرنامج تظهر شاشة العنوان. للبدء باستخدام النظام يتم اختيار مفتاح الاستمرار كما هو موضح بالشكل رقم (٦).

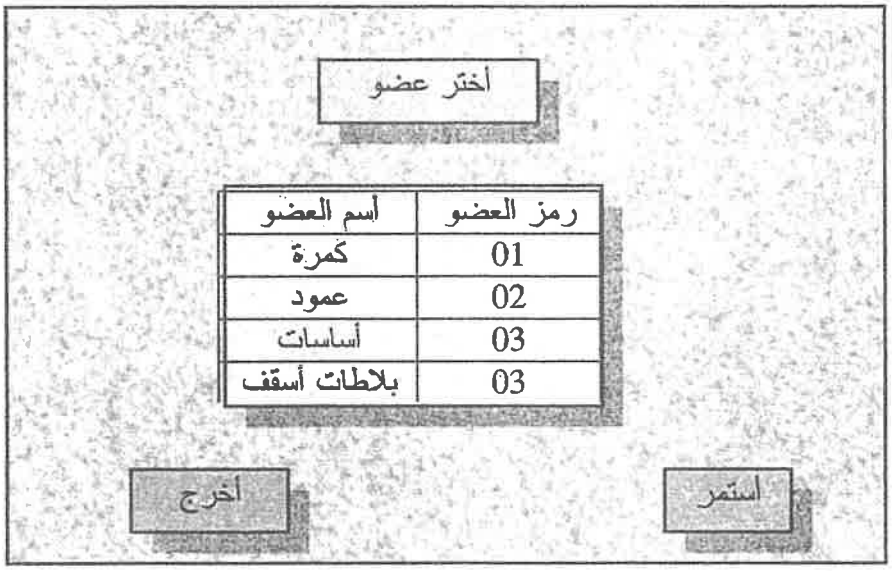


الشكل رقم (٦) . شاشة العنوان.

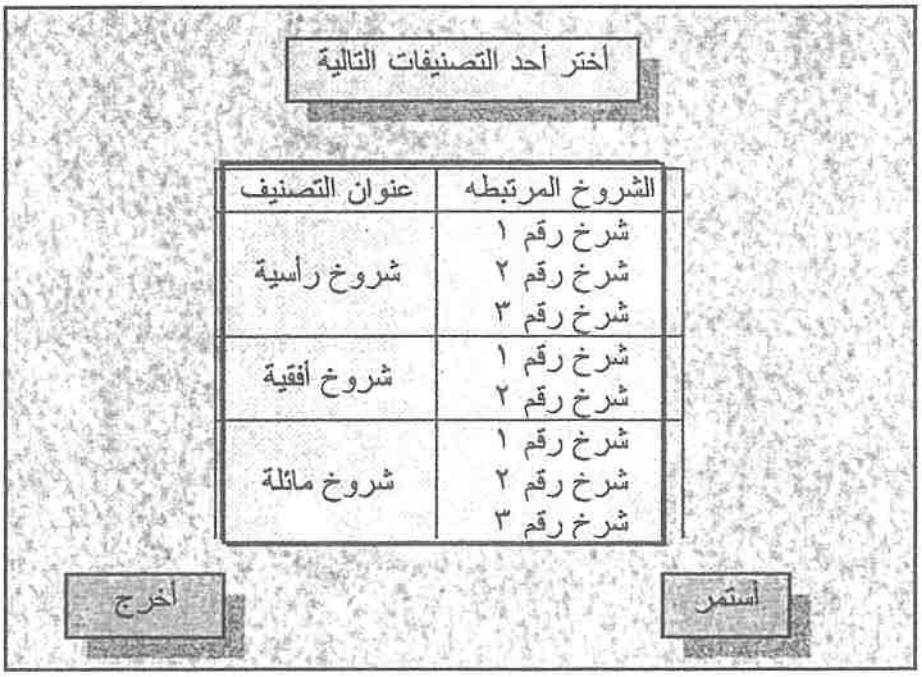
٢. بعد ذلك تظهر شاشة الأعضاء الخرسانية وتعرض الأعضاء الخرسانية التي يتعامل معها النظام ويتم الطلب من المستخدم أن يختار العضو الذي تظهر عليه الشروخ كما هو موضح بالشكل رقم (٧).

٣. بعد اختيار الأعمدة والضغط على مفتاح الاستمرار تظهر شاشة التصنيف وتعرض أصناف الشروخ الرئيسية التي تظهر على الكمرة (شروخ رأسية وشروخ أفقية وشروخ مائلة) وأنواع الشروخ المرتبطة بهذه التصنيفات كما هو موضح بالشكل رقم (٨).

٤. يتم اختيار احد هذه الأصناف الرئيسية ولتكن شروخ رأسية على سبيل المثال ومن ثم الضغط على مفتاح الاستمرار.

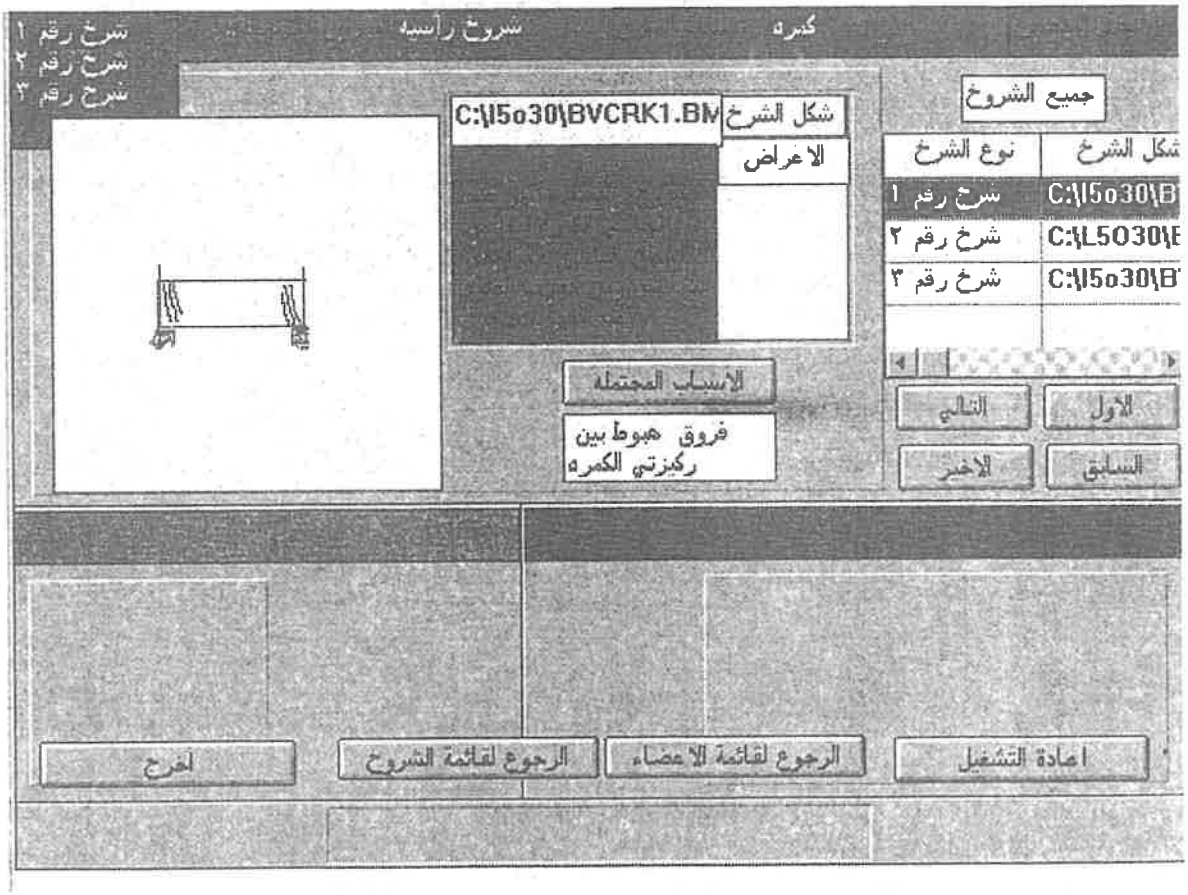


الشكل رقم (٧) . شاشة الأعضاء الخرسانية.



الشكل رقم (٨) . شاشة تصنيف الشروخ.

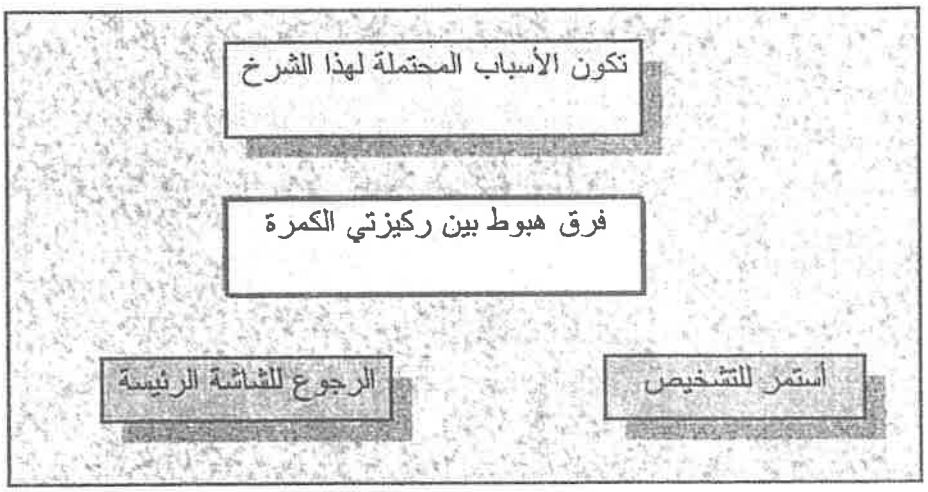
٥. تظهر على ضوء ذلك الشاشة الرئيسية والتي تشتمل على إطار بيمين الشاشة يعرض قائمة بأنواع الشروخ الرأسية التي تظهر على الكمرات والموجودة بقاعدة النظام كما هو موضح بالشكل رقم (٩). وتشتمل هذه الشاشة أيضا على إطار لوصف أعراض الشرخ بوسط الشاشة بالإضافة إلى إطار صورة يسار الشاشة لتوضيح شكل الشرخ لتسهيل عملية التعرف عليه. كما تعرض هذه الشاشة إطاراً صغيراً بأسفل إطار الأعراض يوضح الأسباب المحتملة للشرخ. كما توجد بهذه الشاشة العديد من المفاتيح مخصصة لاستعراض أنواع الشروخ ولتنفيذ الأوامر الخاصة بالبدء بعملية التشخيص ومن هذه المفاتيح هناك أربعة مفاتيح (مفاتيح الأول والتالي والأخير والسابق). يتم استخدام هذه المفاتيح للتنقل عبر قائمة أنواع الشروخ والتعرف على أشكال الشروخ الموجودة بهذه القائمة ومقارنتها بشكل الشرخ المطلوب تشخيص أسبابه والذي يظهر على العضو الخرساني المتصدع تحت الدراسة.



الشكل رقم (٩). الشاشة الرئيسية.

٦ - يتم التحرك عبر إطار قائمة أنواع الشروخ واستعراض أعراض الشروخ وصورها التي تسهل من مهمة التعرف عليها ومن ثم اختيار واحد منها وليكن شرخ رأسي رقم ١ على افتراض أنه يطابق وصف الشرخ المطلوب تشخيصه بالحالة. تظهر بالشاشة على ضوء ذلك صورة الشرخ ووصف لأعراضه وهي لشروخ رأسية تظهر عند نهايتي الكمرة تبدأ من السطح السفلي عند إحدى النهايتين ومن السطح العلوي بالنهاية الأخرى كما هو موضح بالشكل رقم (٩). للبدء بعملية التشخيص للشرخ يتم اختيار مفتاح الأسباب المحتملة الموجودة أسفل إطار الأعراض مباشرة.

٧ - تظهر عندئذ شاشة الأسباب المحتملة والتي تعرض الأسباب المحتملة للشرخ وفي هذه الحالة تكون الأسباب المحتملة للشرخ فروق هبوط بين ركيزتي الكمرة. ويظهر بأدنى الشاشة مفتاح للاستمرار يطلب من المستخدم اختياره للاستمرار بعملية التشخيص كما هو موضح بالشكل رقم (١٠).



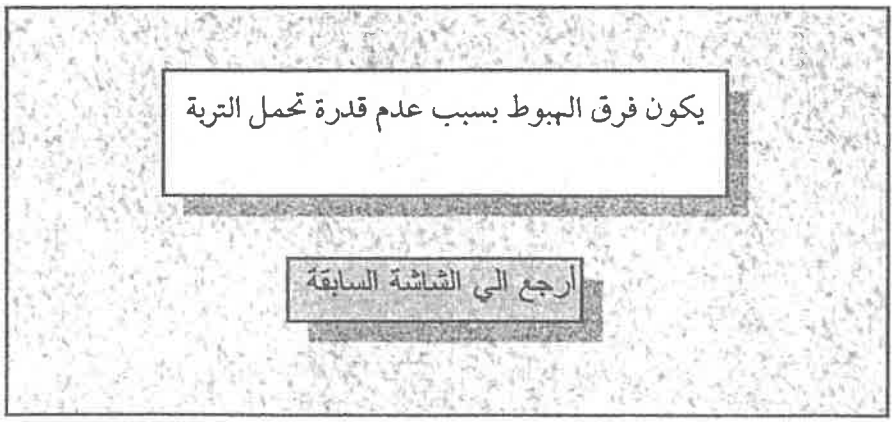
الشكل رقم (١٠) . شاشة الأسباب المحتملة.

٨ - عند اختيار مفتاح الاستمرار للتشخيص تظهر شاشة الفحوصات والاختبارات كما هو موضح بالشكل رقم (١١) ويطلب النظام من المستخدم الإجابة على بعض الاستفسارات التي تتطلب القيام ببعض الفحوصات أو القيام بإجراء اختبارات تأكيديه (مسار التشخيص) تؤدي في نهاية الأمر إلى تشخيص أسباب الشرخ. وبناء على نوع الإجابة التي يقوم بها المستخدم قد تظهر شاشات أخرى متتابعة تعرض استفسارات أو

توجيهات أخرى ويتعين على المستخدم الإجابة عيها بدقة حتى يتم تشخيص السبب الفعلي للشرخ أو أكثر الأسباب احتمالا. يجب التنويه انه في بعض الحالات وبناء على إجابات المستخدم أيضا على الاستفسارات قد لا يتمكن النظام من تشخيص الأسباب حيث يوجه في تلك الحالة بدارسة أسباب أخرى.

الشكل رقم (١١). شاشة الفحوصات والاختبارات.

٩ - تتم الإجابة على الاستفسارات التي تظهر على شاشة الاختبارات والفحوصات إلى أن يتم التوصل إلى نتيجة التشخيص النهائية وليفترض أن هبوط التربة تحت الأساسات بسبب عدم قدرة تحمل التربة كانت هي النتيجة النهائية للتشخيص (الأسباب الفعلية للشروخ) كما هو موضح بالشكل رقم (١٢).



الشكل رقم (١٢) . شاشة التشخيص النهائي.

الخلاصة

عرضت هذه الورقة نتائج دراسة تمت لتطوير نظام خبره باللغة العربية لتشخيص الشروخ في المباني الخرسانية. وقد تم تطوير هذا النظام بحيث يكون تفاعلياً مع المستخدم وسهل الاستخدام حيث تم دعم الأسئلة بعدد من الأشكال حتى تسهل الإجابة علي المستخدم. ولكي يتم استخدامه من قبل شريحة واسعة من المهندسين فقد تمت كتابه البرنامج و واجهة المستخدم باللغة العربية كما هو موضح في الحالة الدراسية والتي تعتبر سابقه في هذا المجال. يقوم هذا النظام بتشخيص سبعة وعشرين نوعاً من الشروخ الخرسانية الشائعة محلياً في الأعضاء الخرسانية و التي تشمل الكمرات و الأعمدة و الأساسات وبلاطات الأسقف. هذا النظام سوف يساعد و بشكل كبير الممارسين لأعمال الترميمات الخاصة بالشروخ الخرسانية في المباني.

المراجع

(١) شريف أبو المجد (١٤١٣ هـ) " تصدع المنشاءات الخرسانية وطرق إصلاحها"، دار النشر للجامعات المصرية، مكتبة دار الوفاء، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

(٢) عبداللطيف أبو العطا البقري (١٩٩٤) "الإنشاء و الانهيار"، دار الحرمين، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

(٣) محمد زكي حواس (١٩٩٠) "أمراض المباني كشفها و علاجها و الوقاية منها"، عالم الكتب، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

(٤) Eldridge, H. J. "Common Defects in Buildings." London: Her Majesty's Stationary Office, 1976.

(٥) حبيب زين العابدين وشرف الدين، احمد(١٤١٩هـ) "نحو نظام خبرة لتقويم تدهور المباني الخرسانية في المملكة العربية السعودية"، سجل ندوة الإبداع والتميز للنهضة العمرانية بالمملكة خلال مائة عام، محور الهندسة المدنية (ص٣٢٣ - ٣٥٤)، الرياض.

(٦) Hamed, G. M. "Expert System for Concrete Diagnosis." Master Thesis, Civil Eng. Dept., . King Fahad University of Petroleum & Minerals, Dhahran, Saudi Arabia, 1993.

(٧) Koo, T. K. and Tiong, R. "EXSOBDR: An Expert System for Assessing the Performance of RC Beams and Slabs." *Journal of Construction Management and Economics*, 11, No. (5 Sept., 1993), 347 - 357.

(٨) Kalyanssundarm, P., Rajeef, S. and Udayakumar, H. "REPCON: An Expert System for Building Repair." *Computing in Civil Engineering*, 4, No. 2 (April, 1990), 84 -101. - Chahine,

(٩) J.R and Janson, B.N. "Interfacing Databases with Expert Systems: A Retaining Wall Management Application." *J. of Microcomputer in Civ. Eng.*, ASCE, 2, No. 1 (1987).

(١٠) سعيد حسن المصري (١٤٢٠هـ) "نظام خبرة لتشخيص شروخ المباني الخرسانية وتقدير تكلفة إصلاحها"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المدنية، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

(١١) Buchanan, B. G., Barstow, D., Bechtel, R., *et.al.* "Constructing an Expert System." *Building Expert Systems*. Hayes-Roth *et.al.*, (Eds.), pp 127-167, Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.1983.

(١٢) حسين محمد جمعة (١٩٩٤) "مقاييس ومواصفات وأسعار الترميمات والدهانات والعزل"، مكتب الدراسات والاستشارات الهندسية، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

(١٣) Guide Information Builder, Inc. "Level 5 Object for Microsoft Windows." Reference Release 3.0, 1993.

An Expert System for Diagnosing Common Cracks in Concrete Buildings in Saudi Arabia

Abdullah M. Alsugair[1], Saeed H. Almasry[2] and Abdulrahman H. Al-Ashikh[3]

[1]Associate Professor, Civil Engineering Department,
King Saud University, .P.O.Box 800, Riyadh 11421
[2]Manaer of Strategic Planning, Saudi Telecom Company
[3]Deputy of Riyadh Mayor for Services, Municipality of Riyadh, Saudi Arabia

(Received 24 November, 2002; accepted for publication 24 December, 2003)

Abstract. This paper presents results of a study that was done to develop an Arabized expert system for diagnosing common cracks in concrete buildings. The system is designed to diagnose concrete cracks in foundations, columns, beams and roof slabs. The knowledge-base for the system was elicited from specialized books, journals, actual case studies from the archives of the Ministry of Public Works and Housing in Saudi Arabia, and meeting experts in the domain. The expert system is developed using Level 5 Object which supports Arabic language, hence makes it possible to use Arabic language both in the interaction with the user and writing the program. Using Arabic language in an expert system is considered to be unique in this field. The system is designed to be user friendly and interactive through presenting pictures or statements to select from, and support Arabic language so it could be used by wide range of local engineers and specialists.

Keywords: Concrete cracks, diagnosing concrete cracks, concrete members, expert systems.