

المقدمة

مما لا شك فيه أن مشكلة تصدع المنشآت الخرسانية في العراق قد أصبحت من المشاكل الملحة التي يجب أن تتكاتف الجهود للوصول الى حلها، ومن أهم أسباب هذه المشكلة عدم وجود الوعي الكافي لدى جمهور المهندسين بأسباب التصدع حتى يمكن تلافيتها، وبطرق العلاج حتى يمكن اتباعها.

وطريقة تناول المهندس أو الاستشاري الإنشائي لمشكلة تصدع المنشآت الخرسانية وكيفية إصلاحها يجب أن تماثل طريقة تناول الطبيب لمشكلة المرض وكيفية علاجه، فالطريقتان تشملان: التنقيب عن الأسباب بالسؤال والفحص ثم التشخيص السليم بالتحليل والدراسة فوصف العلاج الناجع بالدواء أو الجراحة، مع الحرص على الوقاية لمنع المرض من الحدوث أصلاً فالوقاية خير من العلاج.

ولكي يتناول المهندس أو الفني مشكلة تصدع المنشآت هذا التناول فلا بد له من معرفة الأشكال المختلفة للتصدع (الأعراض) و(أسباب) حدوثها.

ولابد للمهندس والفني كذلك من أن يتعرف على وسائل (تشخيص) الحالة من فحص وكشف عن العيوب وإجراء التجارب والتحليل اللازمة ثم عمل دراسة وتحليل للأعراض للوصول الى التشخيص السليم وعمل الاختبارات و(التحليل) المختلفة للأعضاء الخرسانية، والتي هي ك(الجسم) الذي يصاب بالعلل والأمراض.

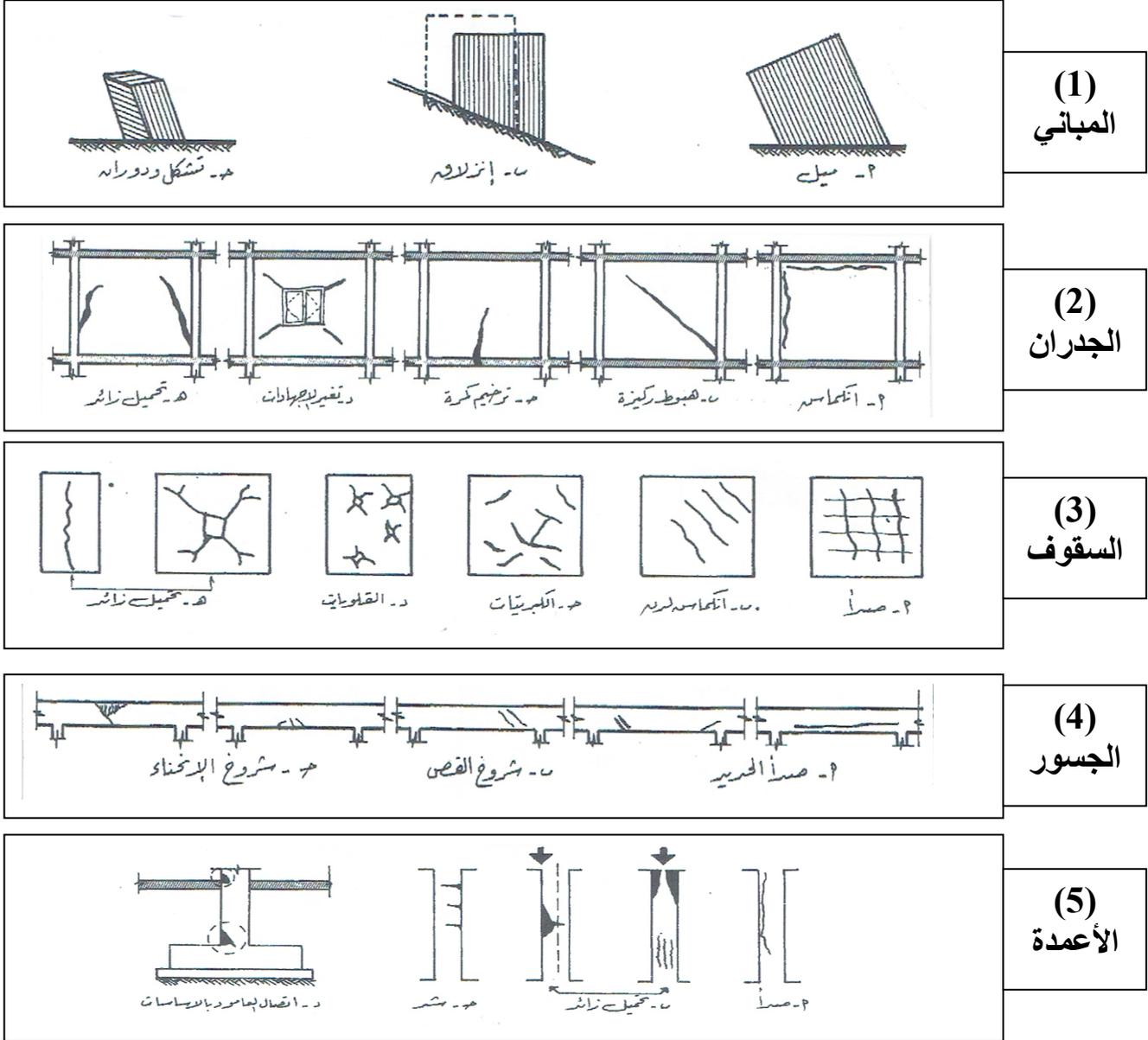
وأخيراً تم التطرق الى طرق (العلاج) المختلفة والمواد المستخدمة في (مداواة) المنشآت المريضة وحمايتها.

وآخر القول من المفيد للمهندس التعرف على وسائل الإنشاء الحديثة والتصدعات المرتبطة بكل منها والاهتمام بوسائل (الوقاية) وحماية المنشآت من التصدع وطرق صيانة وحماية المنشآت، ليتسنى له حماية المنشأ من أن يصاب بالعلل التي تقلل من (عمره) الافتراضي أو تمنع من أدائه لوظيفته الأداء الأمثل.

العيوب

ان التشققات التي تظهر في الاجزاء المختلفة من المنشأ أو البناء، ما هي الا دليل على وجود خطأ او عيوب في البناء والتي إن اهملت قد تنتج عنها كلف اصلاح اضافية مع الزمن او حدوث انهيارات لا سامح الله، ويرجع سبب ظهور العيوب في الابنية الى الاسباب التالية:

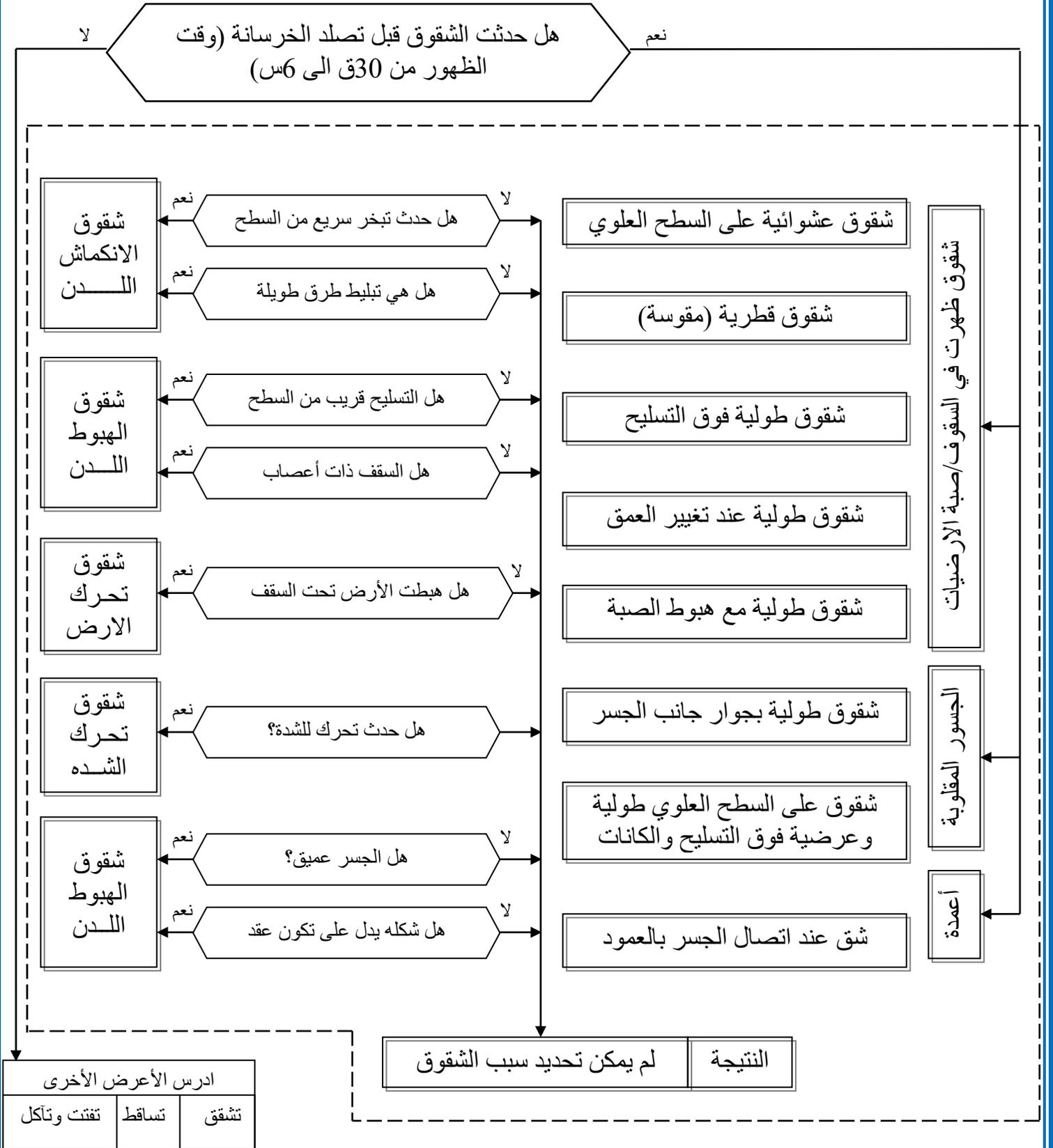
- 1- انتهاء العمر الافتراضي للمنشأ (عامل الزمن)، مع عدم وجود صيانة لمدة طويلة، ومعظم هذه المباني مضى على بنائها أكثر من ستين عاماً.
- 2- سوء استعمال السكان للمرافق الصحية، وعدم صيانة هذه المرافق.
- 3- سوء التنفيذ، سواء عند صب الهيكل الخرساني كعدم الاعتناء بالخلطة الخرسانية أو عدم الاعتناء بوضع حديد التسليح بطريقة سليمة، أو في الانهائيات كأعمال السباكة وعدم وجود طبقات عازلة.
- 4- التشدعات الناشئة عن حدوث هبوط متفاوت للتربة، بسبب عدم دراسة خواص التربة والأساسات قبل إقامة المبنى.
- 5- قصور في التصميم أو تعرض المنشأ لأحمال زائدة عن المسموح بها في مواصفات التصميم.



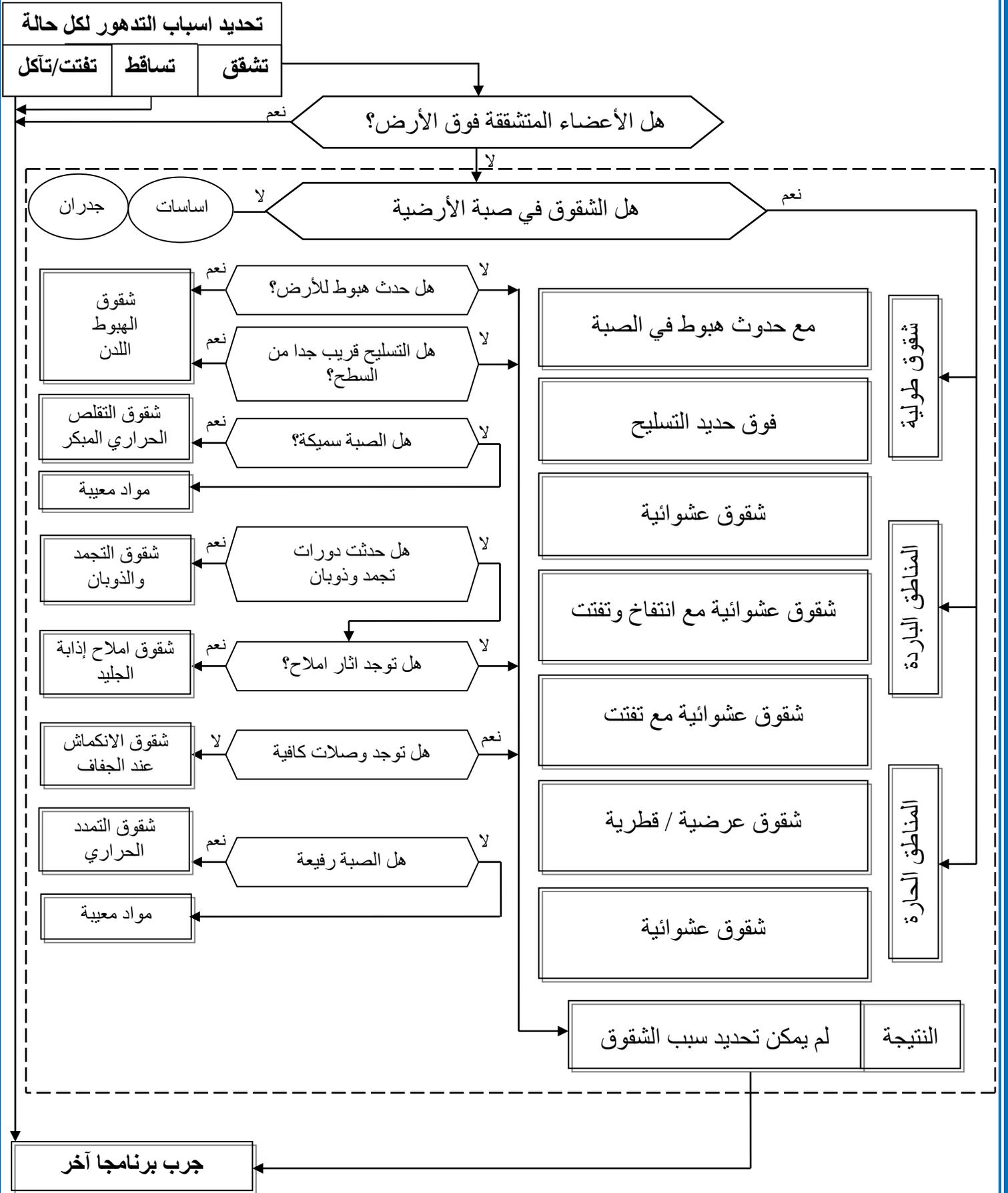
((اشكال العيوب بالمباني وعناصرها الإنشائية))



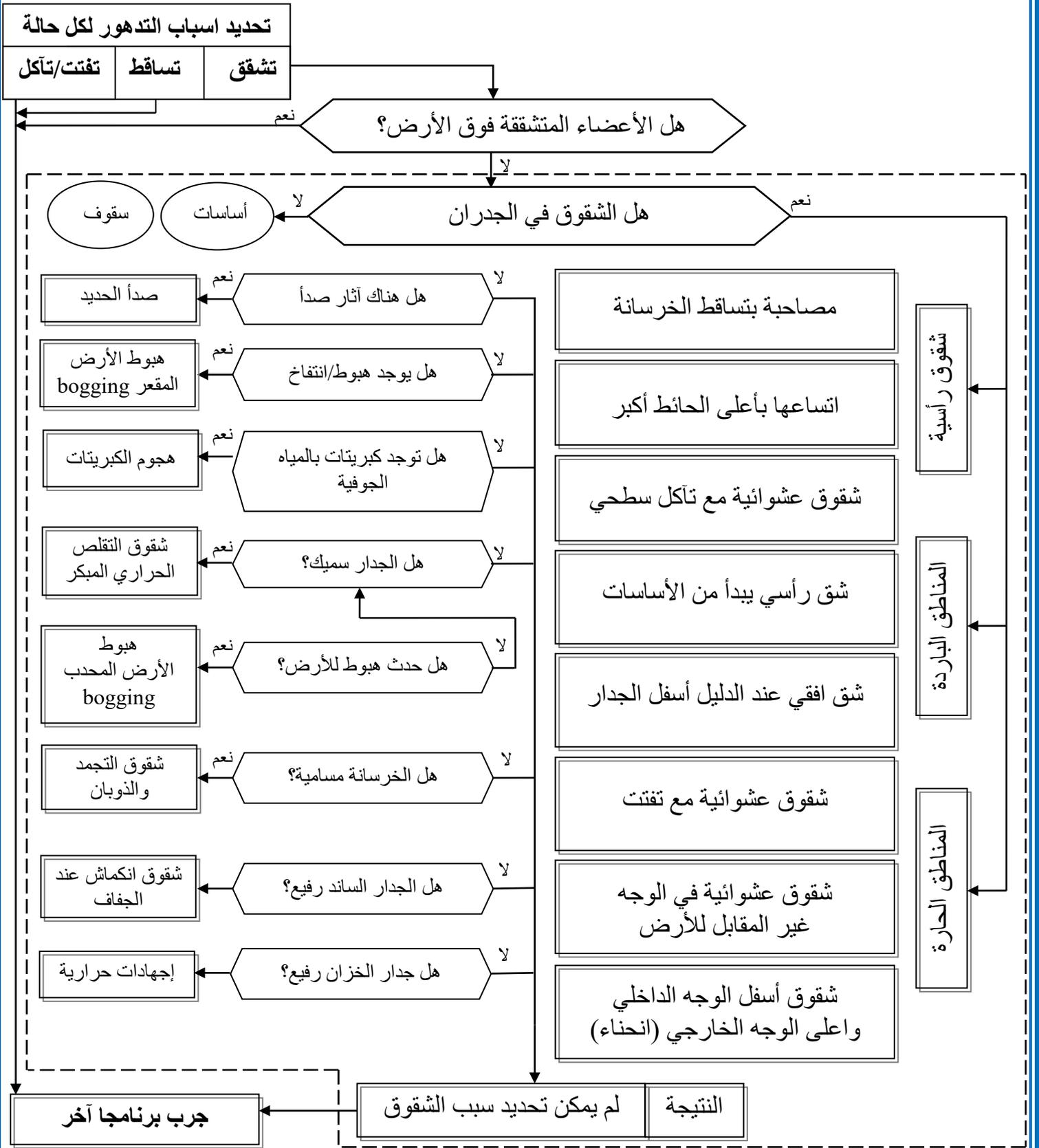
تحديد نوع الشقوق



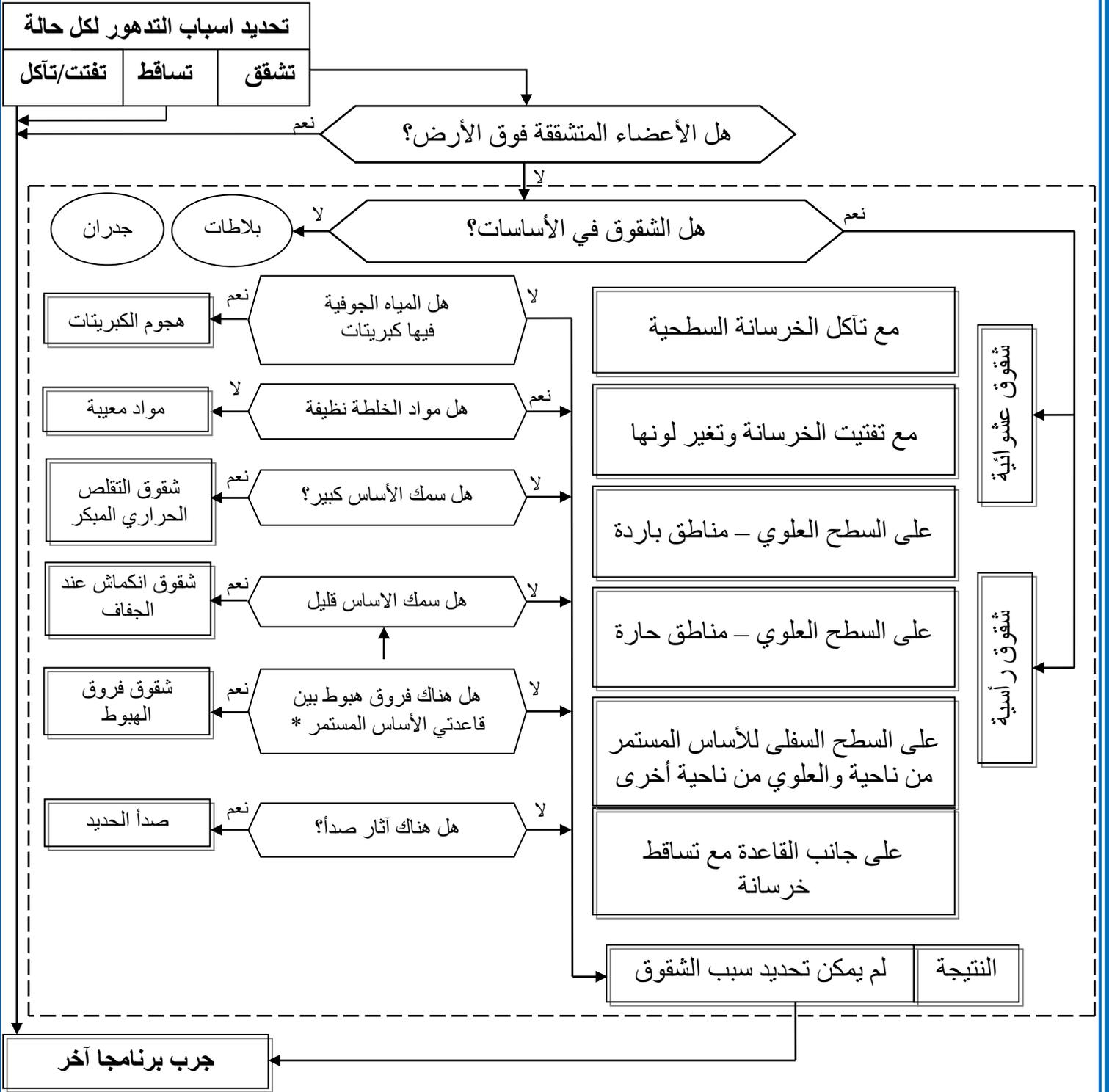
((تحديد أسباب الشقوق في الخرسانة اللدنة))



((تحديد أسباب الشقوق في صبة الأرضية))

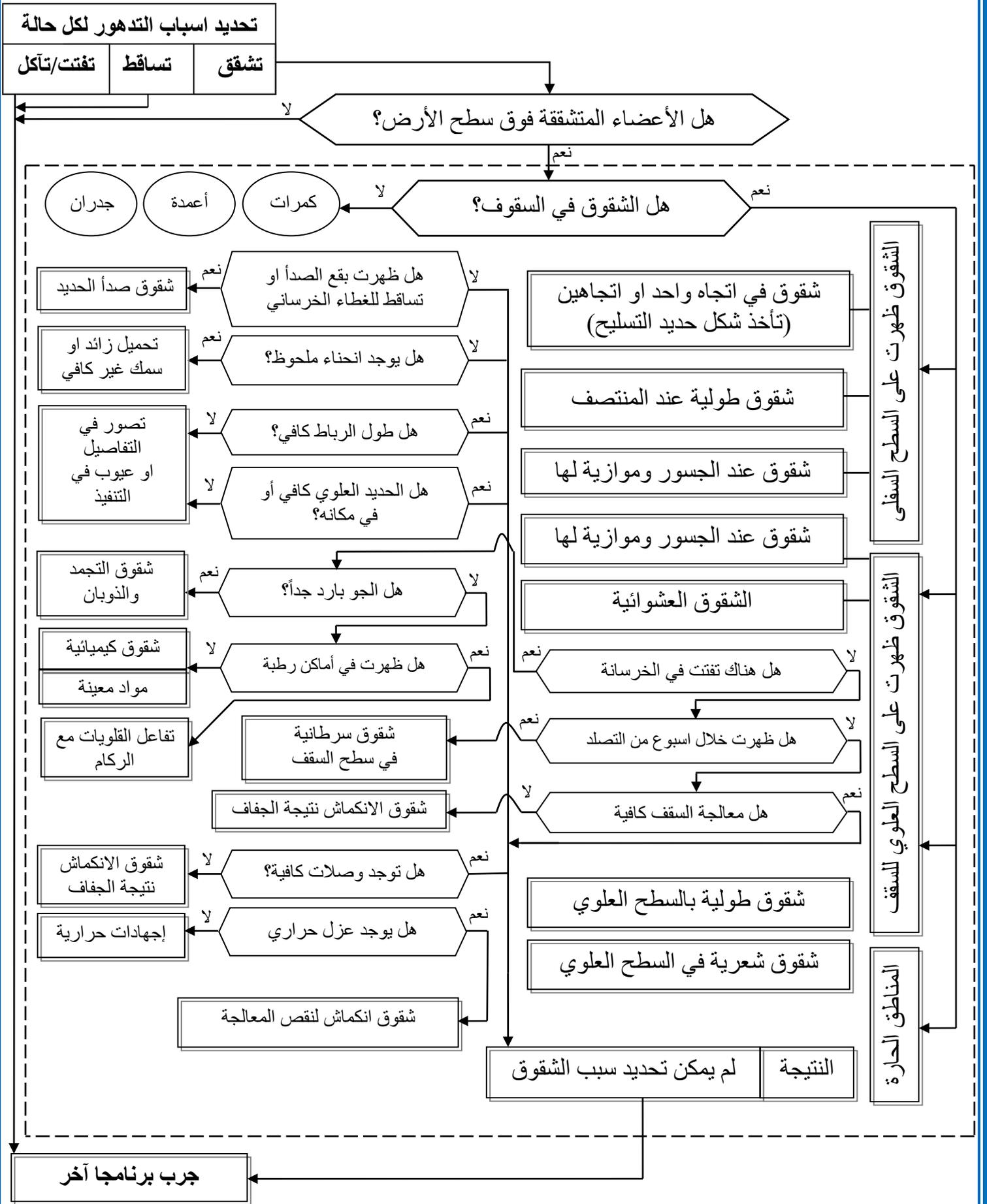


((تحديد أسباب الشقوق في الجدران الساندة وجدران الخزانات))

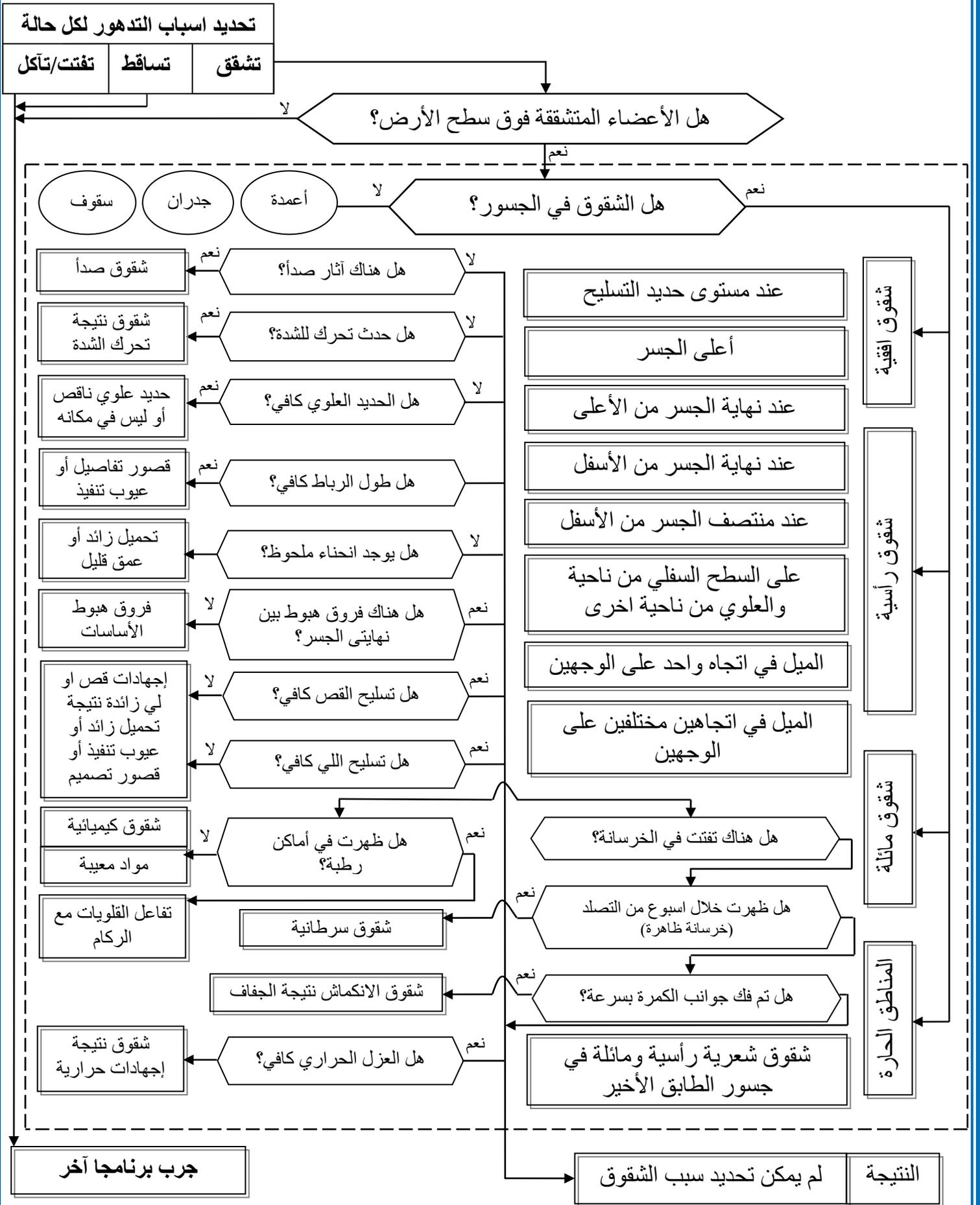


* عندما يستند الجسر الرابط على القواعد المنفصلة مباشرة

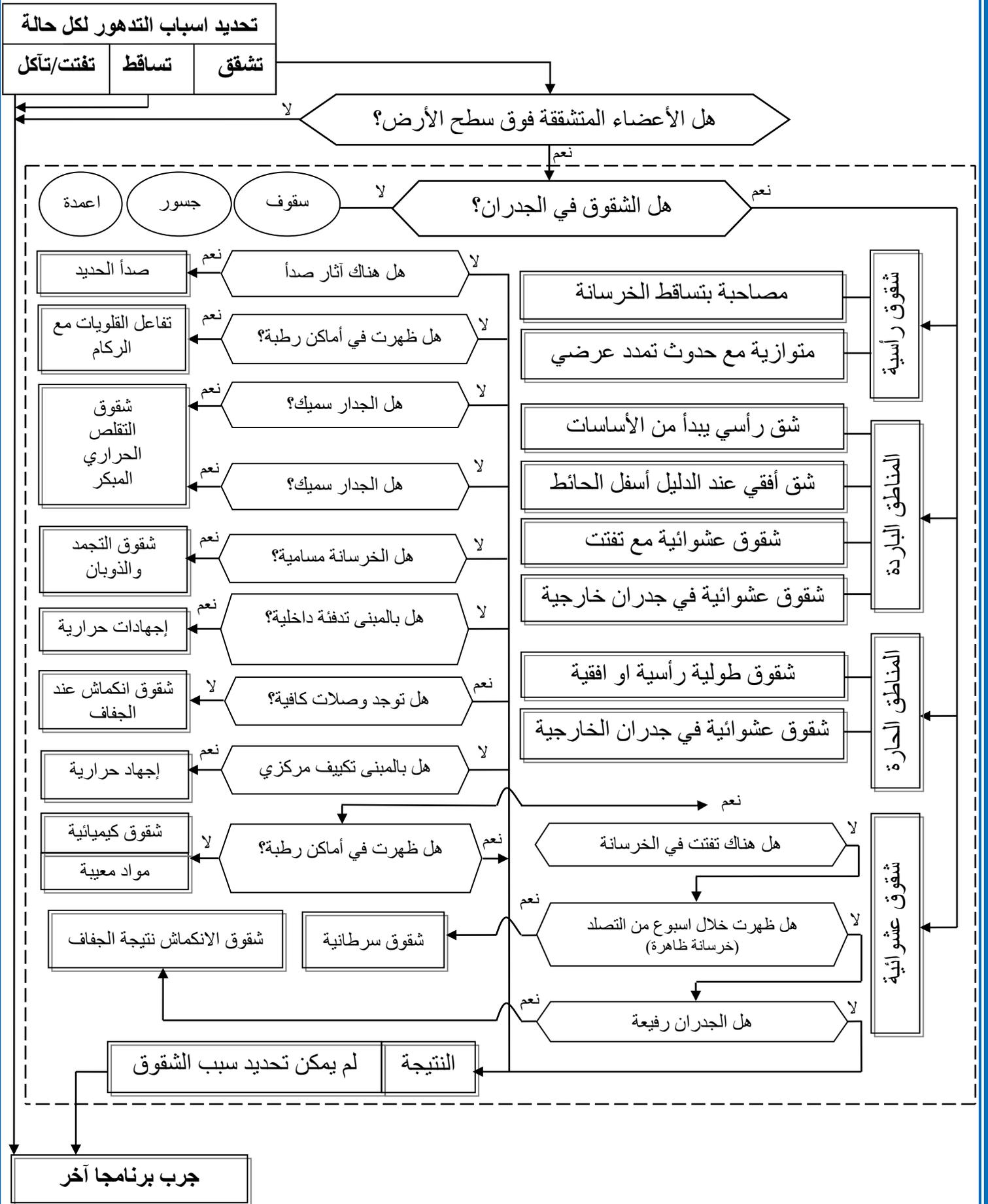
((تحديد أسباب الشقوق في الأساسات))



((تحديد أسباب الشقوق في السقوف))

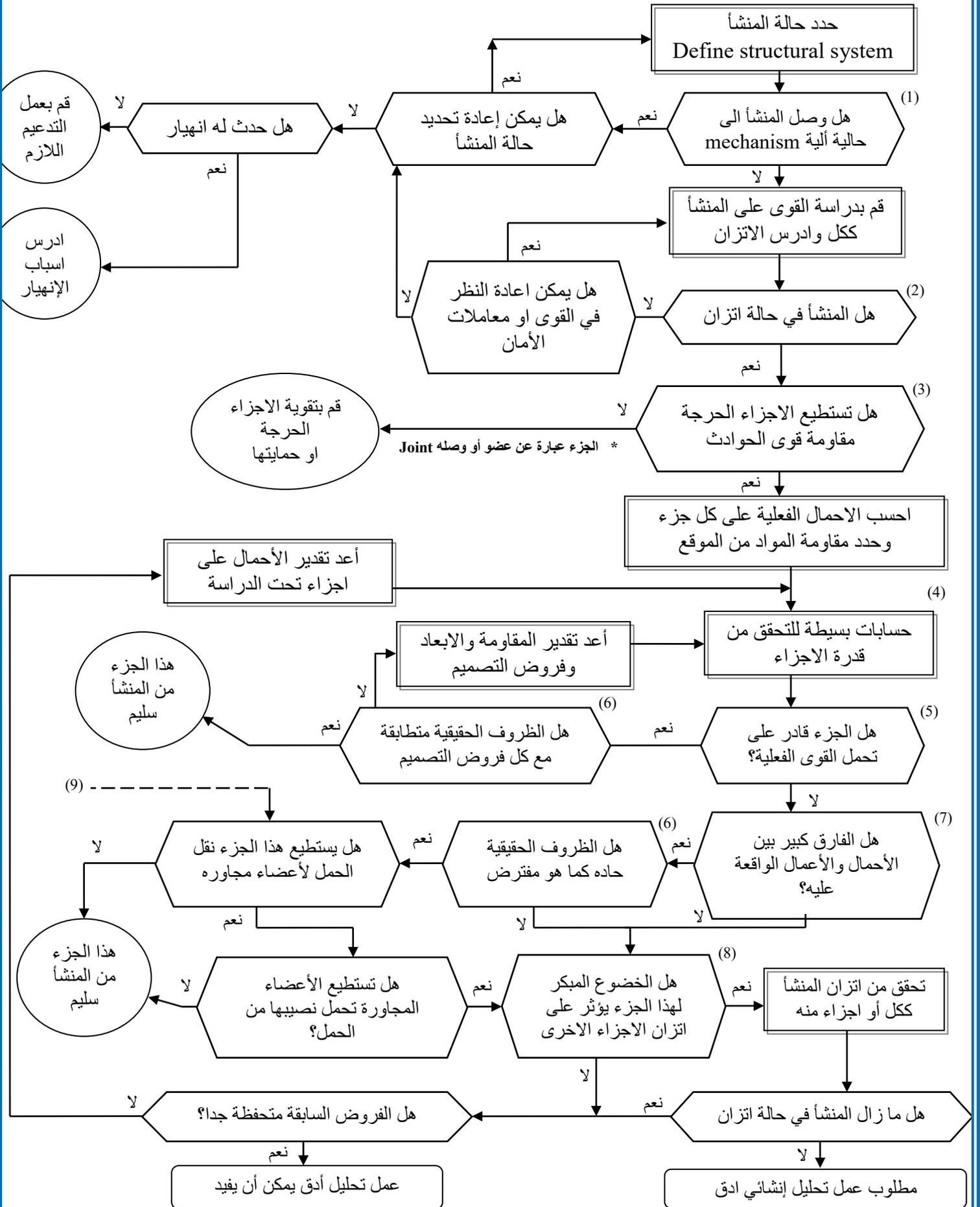


((تحديد أسباب الشقوق في الجسور))



((تحديد أسباب الشقوق في الجدران الحاملة))

تحديد صلاحية البناء

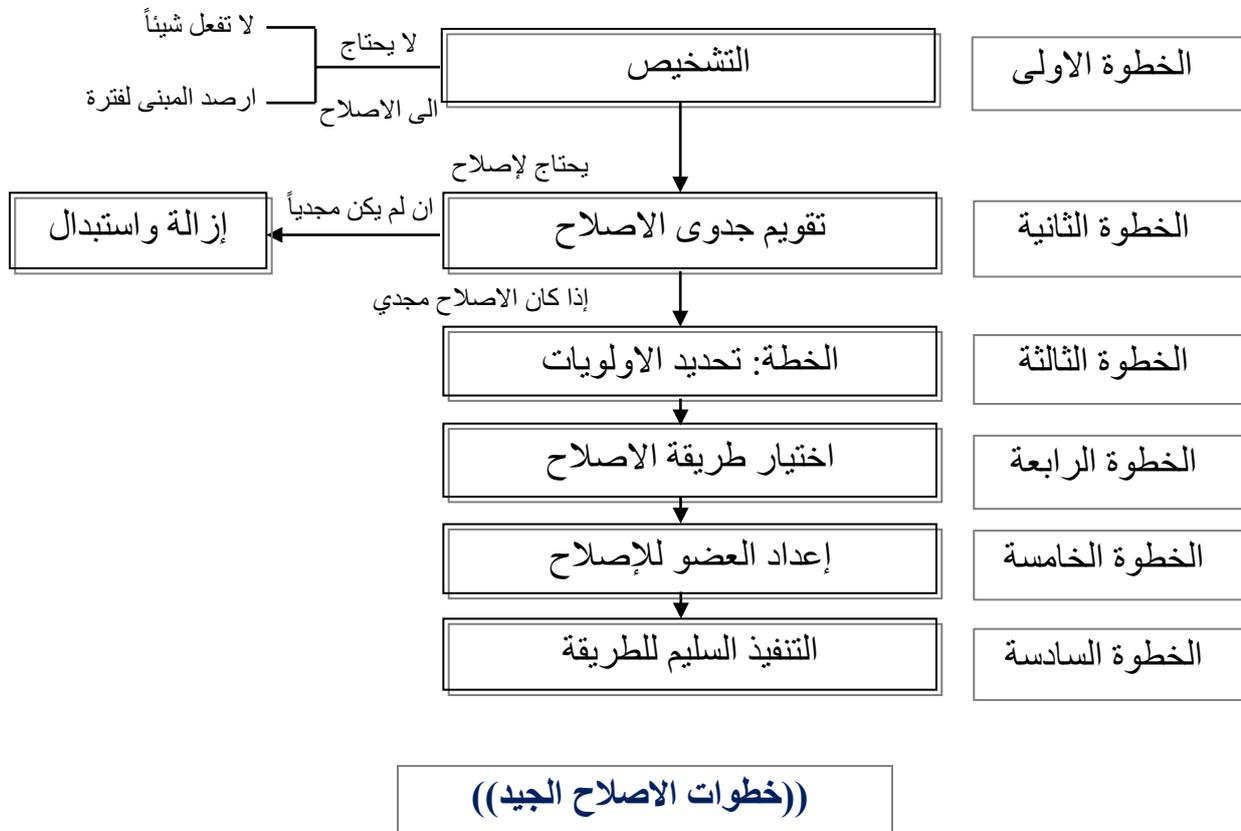


((خطوات الحكم على سلامة المنشأ أو جزء منه))

الإصلاح

إن تحديد الغرض من الإصلاح في ضوء الاعتبارات الاقتصادية - التكلفة - وفي ضوء الاعتبارات المعمارية - مظهر العضو وحجمه بعد الإصلاح - لابد منه ليتمكن من اختيار أنسب الطرق للوصول الى هذا الغرض، فالغرض من الإصلاح قد يكون استرجاع قدرة العضو كما كانت، أو تحسين بعض الخواص التي تقلل من احتمالات التشقق المستقبلي وأهداف الإصلاح يمكن تقسيمها إلى:

- 1- استرجاع أو زيادة مقاومة (Strength).
- 2- استرجاع أو زيادة الجساءة (Stiffness).
- 3- تحسين التحمل مع الزمن (Durability).
- 4- تحسين أداء الوظيفة (Function).
- 5- تحسين مظهر الخرسانة (Appearance).
- 6- تحسين العزل ضد الماء.
- 7- حماية صلب التسليح بمنع وصول مسببات الصدأ إليه.



أولاً / الإصلاحات غير الإنشائية:

والمقصود بها الإصلاحات التي لا تؤدي الى زيادة قدرة العضو الخرساني على تحمل

الأحمال، وتشمل:

- 1- إزالة البقع والتلميح.
- 2- إصلاح تساقط الخرسانة.
- 3- إصلاح تعشيش الخرسانة.
- 4- سد الشقوق وملئها، وتشمل:
 - دهان الشقوق.
 - العلاج بالبخر Vacuum impregnation.
 - الملى اليدوي Dry Packing.
 - الثقب والحشو Drilling & plugging.
 - الحقن بالإيبوكسي Epoxy injection.
 - الحقن بالمونة Grouting.
 - التشرب بالبوليمرات Polymer impregnation.
 - الالتئام الذاتي Autogenous healing.
 - التغطية بمادة مطاطة Flexible sealing.
- 5- إصلاح صدأ الحديد.
- 6- وقف تقدم الشقوق عن طريق:
 - التزير Stitching.
 - التثبيت Crack arrest.

ثانياً / الإصلاحات الإنشائية:

1- الحقن بالإيبوكسي:

يستعمل الحقن بالإيبوكسي لإصلاح شقوق الخرسانة المسلحة إصلاحاً إنشائياً، أي يستعمل عندما يكون المطلوب استعادة المقاومة والجساءة للعضو الخرساني المصاب، وذلك لأن الإيبوكسي مادة قوية تتمتع بمقاومة عالية للضغط، كما أن قوة تماسكها مع الخرسانة عالية.

وقد بدأ استعمال الحقن بالايوكسي ينتشر في البلاد المتقدمة من الستينات، ومنذ ذلك الوقت حدث تطور كبير في المواد والمعدات والخبرة المستقاة من أعمال الإصلاح المتعددة التي تمت، وقد مكن هذا التطور في خواص الايوكسي وفي أساليب الحقن ومعداته من حقن الشقوق الرفيعة (0,1-0,2 مم) ودخول الايوكسي فيها بعمق كبير.

2- استبدال الخرسانة المعيبة / زيادة القطاع الخرساني:

وتستعمل عند الحاجة الى استرداد مقاومة العضو أو تحمله مع الزمن أو مظهره - إذا كان من الخرسانة الظاهرة - إذا كان التدهور نتيجة الخرسانة معيبة أو تسليح غير ملائم، كما تستعمل بكثرة في إصلاح الأعضاء التي أصابها صدأ الحديد، ويأخذ الإصلاح بهذه الطريقة إحدى صورتين: إما ملئ أجزاء معينة من الأعضاء الخرسانية - نتيجة التعشيش مثلاً - أو إعادة تشكيل أوجه الكمرات والأعمدة أو إضافة طبقة خارجية للجدران أو صب طبقة إضافية للسقف. وهناك نقطتين مهمتين يجب أخذهما في الاعتبار:

أ- إزالة الحمل:

ما لم يتم إزالة الحمل من العضو المراد إصلاحه، فإن العضو الأصلي سيستمر محملاً بالأحمال الآتية:

1- كل الحمل الميت.

2- الجزء من الحمل الحي الموجود قبل عمل الإصلاح أو إضافة أعضاء التقوية.

3- نسبة من الحمل الحي الذي سيضاف بعد ذلك، وهذه النسبة تتناسب مع جساءة

العضو الأصلي الى جساءة الإصلاح أو الأعضاء المضافة للتقوية.

ب- المشاركة في حمل الاحمال.

3- تقوية الأعضاء الخرسانية:

أن إصلاح الأعضاء الخرسانية عادة ما يكون عن طريقين: إما إضافة مادة جديدة لقطاع الخرسانة الأصلي - أي زيادة حجمه - أو إزالة جزء من المادة الأصلية المعيبة واستبدالها بمادة جديدة، وسواء في حالة الإضافة أو الاستبدال فإن الإصلاح يتضمن وضع المادة الجديدة بإحدى طرق ثلاثة:

أ- الصب - في شدة تثبت على العضو الأصلي.

ب- الرش - بمعدات خاصة.

ج- طلس - وهو وضع المادة الجديدة باليد.

أما تقوية الأعضاء الخرسانية ليمكنها من تحمل أحمال أكبر، فرغم أنه قد يشمل كثيراً من الطرق المستخدمة في الإصلاح فإن الفرق الأساسي أن الأحمال الجديدة سيبدأ تأثيرها بعد أعمال التقوية، أما في حالة الإصلاح فإن الأحمال موجودة قبل أعمال الإصلاحات الإنشائية وفي هذا فرق كبير .

4- إصلاح وتقوية الأساسات:

أولاً: إصلاح الشقوق:

وشقوق الأساسات إما أن تكون بسبب صدأ الحديد ، وإما بسبب فرق الهبوط ، وشقوق صدأ الحديد منتشرة في الأساسات نتيجة وجود المياه الجوفية التي توفر جواً رطباً حول الأساسات باستمرار ، كما قد تؤدي الى تعرضها لهجوم الكبريتات إذا كانت نسبة هذه الكبريتات في المياه الجوفية عالية و فرق الهبوط قد يحدث نتيجة لأحمال جديدة غير موزعة بانتظام أو نتيجة عدم تجانس التربة تحت المبنى أو نتيجة حفر مبنى مجاور أو نتيجة سحب المياه بشدة من موقع مجاور ، والإصلاح المطلوب في هذه الحالة إما أن يقتصر على إصلاح الجسور الرابطة أو يحتاج الى تدعيم الأساسات بصفة عامة ، والإصلاح الإنشائي للأساسات الشريطية يتبع نفس الخطوط العامة لإصلاح الكمرات وخاصة إصلاح شقوق القص .

ثانياً: تدعيم الأساسات:

ويختلف أسلوب التدعيم باختلاف نوع الأساس، فتدعيم اساس حصيري يكاد يقتصر على زيادة عمقها، أما تدعيم الأساسات المنفصلة فيأخذ صوراً عدة:

أ- زيادة مساحة التحميل على الأرض:

ويتم ذلك بعمل كتلة من الخرسانة المسلحة أو العادية تحت القاعدة، وغالباً ما يحتاج الأمر الى تخفيض أو إزالة حمل القاعدة قبل إصلاحها، ويمكن ربط الكتل الخرسانية الجديدة بشبكة من الأساسات المستمرة للوصول الى هبوط المكافئ.

ب- زيادة مساحة القواعد المنفصلة:

ومن الممكن زيادة مساحة القاعدة نفسها بدون الحفر أسفلها ، وهي طريقة أقل تكلفة وأقل خطورة من الأولى ولكن لا بد من الأخذ في الاعتبار أن عمل قميص (إطار خارجي خرساني) للقاعدة القديمة - كما هو مبين - سيؤدي الى تولد قوى قص كبيرة عند

اتصال الخرسانة الجديدة بالقديمة عندها يحدث هبوط للقاعدة المركبة تحت تأثير الحمل الجديد، ولذا فإن أسطح الاتصال يجب أن تخشن جيداً وتزود بمسامير قص Shear dowels كافية لنقل قوى قص أكبر من تلك الناتجة من حاصل ضرب جهد التربة تحت القاعدة المركبة في مساحة القطاع المضاف ، كما يستحسن لحام الحديد الأصلي بعد فرده واستعداله في الحديد المضاف لزيادة المقاومة للقص .

أما إذا كان المقصود من عمل القميص للقاعدة القديمة زيادة عمقها لتعويض النقص الناشئ في مساحة صلب التسليح نتيجة الصدأ، فإن قوى القص بين القطاع الجديد والقديم لن تكون كبيرة، ويمكن الاكتفاء بدهان سطح الاتصال بمادة تزيد تماسك الخرسانة الجديدة بالقديمة.

ج- ربط قاعدتين منفصلتين أو أكثر لعمل قاعدة شريطية:

من المشاكل التي تصادف المصمم في هذه الحالات ما يلي:

1- اختلاف سمك الخرسانة المسلحة للقواعد مما يجعل حديد التسليح بها ليس في مستوى افقي واحد - ويمكن في هذا الحالة عمل ميل خفيف في الخرسانة العادية التي تصب بين القاعدتين مع تكسير الخرسانة العادية القديمة بميل لزيادة الارتباط.

2- عدم وجود القواعد على خط واحد - وفي هذه الحالة يمكن زيادة عرض القاعدة الشريطية أو ربط كل مجموعة على خط واحد تقريباً بقاعدة شريطية.

د- تحويل القواعد المنفصلة الى أساس حصيري مسلح:

وخاصة إذا كانت القواعد المنفصلة المسلحة على حصيرة من الخرسانة العادية، ويتم حساب السمك والتسليح اللازمين للحصيرة بالطريقة المعتادة، ويجري لحام التسليح الجديد بالقديم لزيادة الترابط.

ذ- وقف صدأ حديد التسليح:

من الممكن وقف صدأ صلب التسليح عن طريق الحماية الكهروكاثية له وإن كانت هذه الطريقة مكلفة جداً، ويمكن كذلك وقف الصدأ بعزل الأساسات عزلاً جيداً - وإن كان عزل السطح السفلي إذا لم يكن معزولاً غير عملي - أو زيادة الغطاء الخرساني أو تحسين خواص هذا الغطاء باستعمال أنواع المونة التي تمنع تغلغل الكبريتات أو الرطوبة.

ر- زيادة سمك الأساس الحصييري:

في حالة الرغبة في تعويض النقص الناشئ في مساحة حديد التسليح نتيجة الصدأ أو الرغبة في تقوية الحصيرة الخرسانية نتيجة زيادة الأحمال على الأعمدة، فإنه يمكن إضافة طبقة جديدة أعلى الحصيرة المسلحة لزيادة العمق، ويراعى في هذه الطبقة أن يتم ربطها بالحصيرة القديمة بواسطة مسامير قص كافية لنقل قوى القص المتولدة بين السطحين لكي يعمل القطاع الجديد كقطاع واحد.

ز- نقل الحمل لطبقة أعمق:

إذا كانت هناك طبقة متماسكة وعلى عمق أكبر أقدر على تحمل الحمل من الطبقة الموجودة أسفل القواعد مباشرة، فإنه يمكن نقل الأحمال لهذه الطبقة عن طريق الخوازيق وتنفيذ الخوازيق العادية فيتم بإحدى الصور الآتية:

- 1- دق الخازوق بميل خفيف ثم ربطه بالقاعدة الأصلية أو سحبه تحتها.
- 2- ثقب القاعدة الأصلية في أماكن الخوازيق، ثم عمل رأس للخازوق أسفل القاعدة، مع ملئ الثقوب بالمونة المناسبة.

- 3- دق الخوازيق خارج القاعدة ثم صب الوسادة الأعرض تحت القاعدة الأصلية بطريقة الركام الموضوع مسبقاً.

س-حقن التربة:

إن حقن التربة عادة ما يستخدم في حالات نزح المياه عندما تكون التربة مسامية لدرجة تجعل عملية النزح صعبة جداً ، ولكنها نادراً ما تستخدم في تقوية التربة لزيادة قدرتها على تحمل الأحمال ، والسبب الأساسي في هذا هو أنه في حالة الإنشاء الجديد فإن زيادة مساحة الأساسات للوصول الى الإجهاد الذي تستطيع التربة تحمله عادة ما يكون أقل تكلفة من زيادة قدرة التربة بحقنها ، كما أنه مضمون أكثر ، أما في حالة الرغبة في زيادة قدرة الأساسات القائمة على تحمل أحمال جديدة فإن الوضع قد يكون معكوساً أي أن زيادة قدرة التربة بالحقن قد يكون أقل تكلفة من زيادة مساحة القاعدة أو إضافة قاعدة أكبر تحتها .

وهناك عدة اعتبارات يجب مراعاتها عند اختيار طريق الحقن، منها:

- 1- أن تكون التربة مسامية بدرجة كافية لتقبل الحقن.
- 2- اعتبارات الهبوط الكلي - حيث إن الهبوط دالة في الحمل الكلي وليس دالة في الإجهاد على التربة السطحية.

3- أن تكون مواصفات البناء المحلية تسمح باستخدام هذه الطريقة في زيادة قدرة التربة وزيادة الاجهاد المسموح به تحت الأساسات القائمة.

ويجب عمل الاختبارات اللازمة للتأكد من سلامة وفعالية عملية الحقن بالطرق المعروفة مثل الحفر وأخذ عينات القلب (Cores) واختبارها.

ش-رفع المبنى بالروافع الهيدروليكية:

هناك بعض المباني التي تعاني من الهبوط المستمر نتيجة وجود طبقات ضعيفة وعميقة ، أو وجود الطبقات القوية على أعماق كبيرة لا يمكن الخوازيق الوصول إليها أو وجود مباني ملاصقة تمنع انتشار الأحمال أفقياً ، هذا الانتشار الذي من شأنه أن يقلل الهبوط ، وفي هذه الحالات يمكن معالجة الهبوط المستمر - كمشكلة صيانة - أي أنه كل فترة يتم إرجاع المنشأ الى وضعه الأصلي بالروافع الهيدروليكية ، وتظهر هذه المشكلة أكثر في المدن ذات التربة الضعيفة كمدينة نيومكسيكو بالمكسيك ويصبح من الضروري تركيب روافع دائمة في نقاط مختارة بعناية ، كما أن وجود نقاط ثابتة (Reference levels) للتحقق من المستوى الأفقي بسهولة ضروري لتحديد الفترات الزمنية التي يلزم عندها رفع المبنى ، وهذا الحل مكلف بعض الشيء ، وقد يكون من الممكن كبديل ترك المبنى يغوص مع زيادة عدد السلالم المؤدية الى البدروم كل سنة .

المصادر

- 1- أ.د. حمدي شاهين، د. شادية الإبياري، د. منير كمال، التصدعات والتتكيس للمباني القديمة، تقرير فني بقسم الخرسانة المسلحة، الهيئة العامة لبحوث البناء والإسكان والتخطيط العمراني.
- 2- حبيب زين العابدين، الحكم على سلامة المنشآت الخرسانية، طبع بشركة العبيكان للطباعة والنشر، المملكة العربية السعودية، 1987.
- 3- ACI Committee 318-83, Building Code Requirements for Reinforced Concrete. ACI 318-83, American Concrete Institute, 1983.