التصدعات والتشققات في قلعة الكرك

❖ مقدمة:

نظرا لظهور التشققات والعديد من المشاكل في مواقع مختلفة من قلعة الكرك وخصوصا في الجدار الغربي حيث يوجود هنلك عدد من الصدوع والفوالق الماره في مدينه الكرك وتحديدا اسفل القلعة.

يمر اسفل القلعة فالق رئيسي يدعى (الفيحاء) بالاضافه لعدد اخرمن الفوالق القديمه والتي تؤثر و تترك اثارسلبيه لها في المنطقه على مر السنين والعصور ولكن يبقى هذا التأثير محدود تقريبا ويرجع ذلك عبر مئات وآلاف السنين.

ولكن ما حدث في السنوات الاخيره من ازدياد نسبة الشقوق و التصدعات في اماكن مختلفة من القلعة ادى الى اغلاق تلك المنطقة (الجهة الشمالية الغربية و تشمل القاعة الناصرية و المسرح و المتحف).

وحسب الدراسات المختلفة التي قمنا باجرائها (جيولوجية ، جيوفيزيائية ، جيواثرية ، انزلاق التربة و الجيوتقنية) حيث اظهرت ان هناك عوامل واسباب اخرى غير تلك الطبيعية (الفوالق والصدوع و انزلاقات التربة) التي تحدث عنها الخبراء و المختصين.

❖ الاعمال والدراسات التي تم القيام بها :

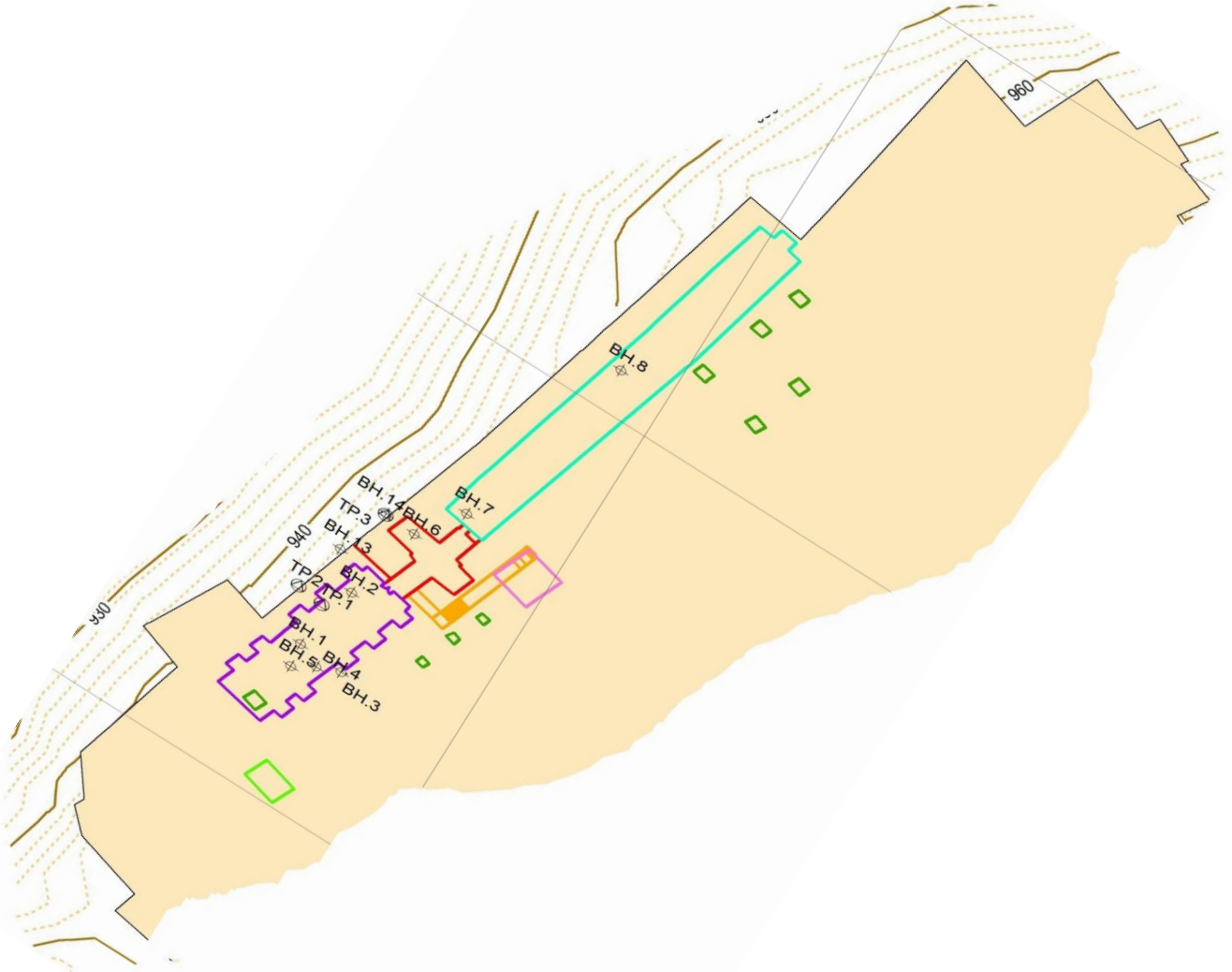
لقد قمنا في مركز الجسر العربي للدراسات والاستشارات الهندسيه وبطلب من دائره الاثار العامه باجراء مجموعة من الدراسات وذلك من اجل دراسة التصدعات والتشققات داخل قلعة الكرك وتحديدا المنطقة الشماليه الغربيه ،حيث تم اجراء الدراسات التاليه:

1) تم عمل خارطة جيولوجية للقلعه (Geological Map)
2) تم عمل خارطة طبوغرافية لداخل وخارج القلعة (Topographical Map).
3) تم عمل دراسة جيوفيزيائية لمنطقة التشققات (Geophysical Study).
4) تم عمل دراسة لانزلاقات التربة (Slop Stability) .
5) تم عمل دراسة جيواثرية (Geoarchaeological).
6) تم حفر آبار سبرية داخل وخارج القلعة (Drilling Boreholes).
7) تم عمل فحوصات مخبرية للتربه (Lab Test) .
8) تم عمل دراسه استطلاع موقع (Site Investigation).
9) ملخص اسباب حدوث التشققات (Cracks and fractures).

10) ملخص للحلول العملية لمشكلة التشققات (Action Plan).

❖ عمل خارطة طبوغرافية للجهة الغربية للقلعة (Topographical Map):

بما ان الخارطة الطبوغرافية هي التي تبين الأبعاد الثلاثة للنقط التي تظهر عليها، أي توضح تضاريس سطح الأرض وتبين ارتفاعات النقط بالنسبة لبعضها البعض أو بالنسبة لمستوى مقارنة ثابت علاوته على بيان الخريطة للمسقط الأفقي للمعالم الموجودة بالمنطقة سواء أكانت طبيعية أو صناعية فكان من الضروري اجراءها وتحليلها وعمل دراسات خاصة بها وتبين ان درجة الميل % 69.70 درجات باتجاه الغرب و هذا الميل يعتبر حاد جدا و طبعية العمل فيه خطرة جدا. حيث لم يكن يوجد مخطط طبوغرافي داخلي و مناسيب محددة لمنطقة الدراسة.



الخارطة الطبوغرافية لقلعة الكرك

❖ عمل خارطة جيولوجية للقلعة (Geological Map):

نظرا لاهمية الدراسات الجيولوجية في معرفة ادق لطبيعة التضاريس والتكوينات المشكلة للمنطقة فقد تم عمل هذه الدراسة وظهرت التكوينات التالية حيث لم يكن يوجد في الدراسات السابقة اي خارطة جيولوجية للقلعة:

التكوينات الجيولوجيه للمنطقه تظهر وجود تكوين عمان وام الغدران وهي تكوينات تحتوي على الحجر الجيري والحوري المتداخل مع طبقات الصوان وهي تظهر بوضوح في العديد من المقاطع .

التكوينات والتراكيب الجيولوجيه (الصخرية) خارج القلعة من الجهه العلوية والجهه السفلية اسفل القلعه تظهر تكشفات صخريه واضحه ولكن مغايره لتلك الموجوده اسفل الجدار الخارجي للقلعه .

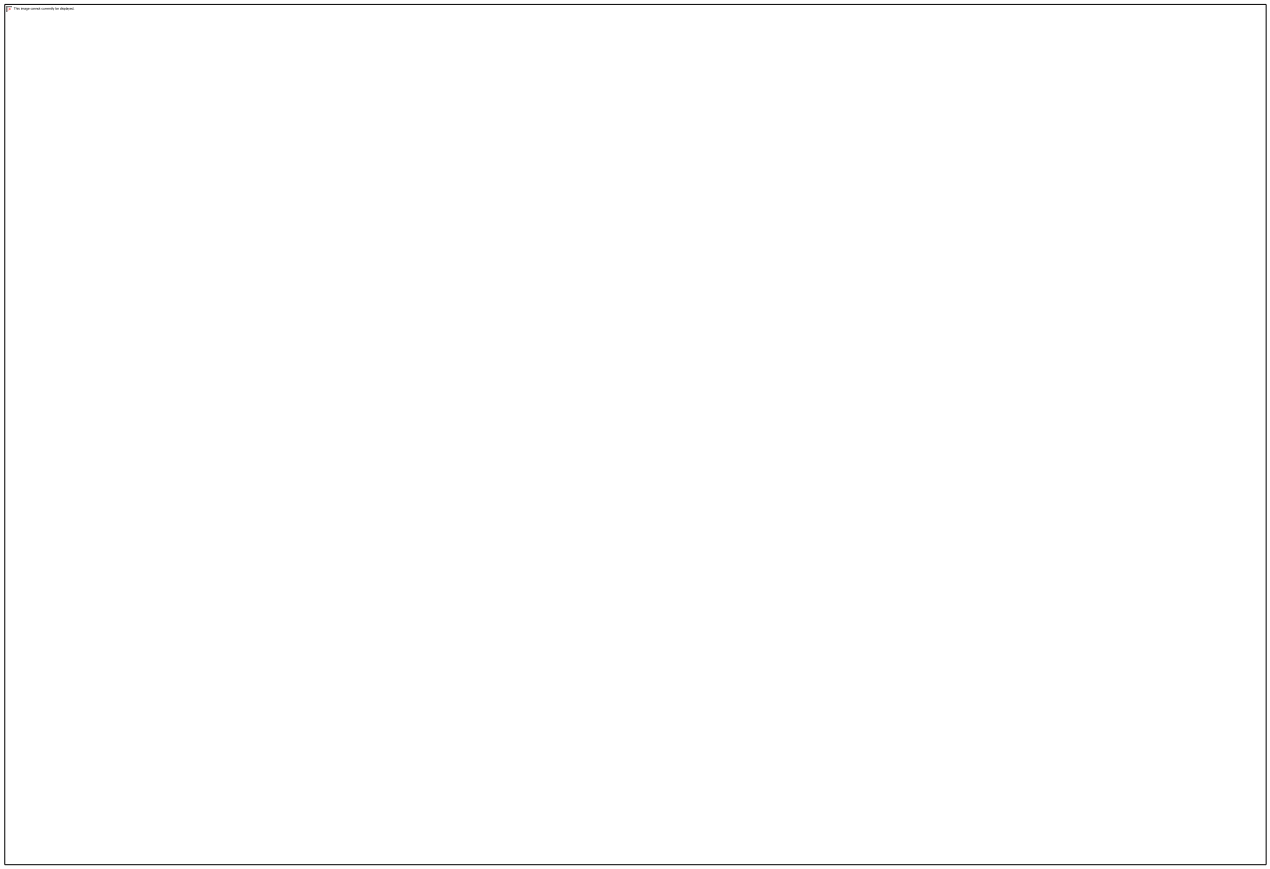
من هنا ولهذا السبب تحديدا ذهب معظم المختصين والخبراء الى فرضيه التاثير المباشر للفوالق والصدوع وايضا حدوث عمليه الانزلاق لتلك المنطقة.

الخريطة الجيولوجية لقلعة الكرك

❖ الدراسة الجيوفيزيائية لمنطقة التشققات (Geophysical Study).

قام باعداد هذه الدراسة فريق مختص من الجامعة الهاشمية و قد تم استخدام تقنية التحليل متعدد القنوات لأمواج السطح ام ساو(MASW) و هي موجات سطحية بترددات منخفضة و تستخدم هذه التقنية للاعماق السطحية و الضحلة (من بضع امتار الى بضع عشرات من الامتار) و عند ادخال هذه التقنية في اواخر التسعينيات ازداد استخدامها لسببين رئيسيين هما:

1- توفير سرعة موجة القص و هي تعتبر من اهم الخصائص الجيوتقنية في الهندسة المدنية.
2- اسهل الطرق في الاستخدام مقارنة بالطرق الاخرى المشتركة في دراسة الخصائص الزلزالية مثل (الانكسار و مسوحات الموجات السطحية).
3- وباستخدام جهاز رصد الزلازل الذكي سيس S2 الذي يتألف من 24 جيفون ذات تباعد يبلغ 3 أمتار ومصدر طاقة زلزالية ، تم الحصول على ملف بيانات زلزالية في مجال الموجة الكاملة بخمسة وعشرين ضربة وحوالي 1،5 متر مسافة تباعد بين الشقوق. وتم الحصول على ستة خطوط الزلزالية (MASW) في مواقع مختلفة في منطقة قلعة الكرك كما هو موضح في الشكل التالي:

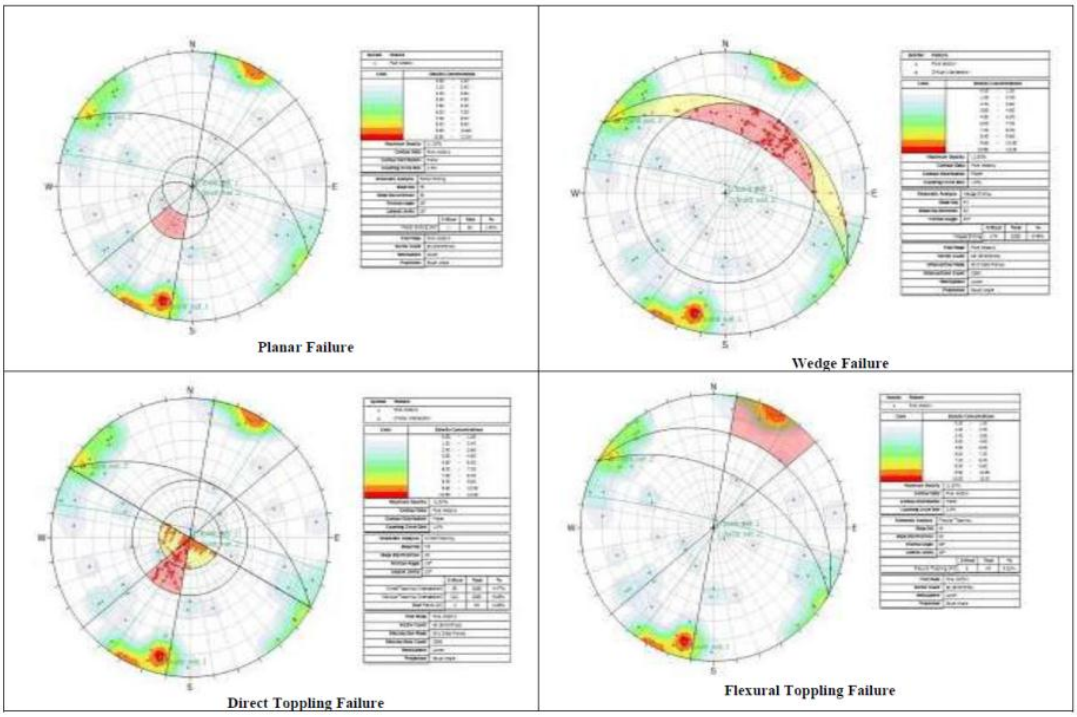


خريطة الموقع العام تبين ستة خطوط زلزالية تم رصدها في منطقة قلعة الكرك

❖ دراسة انزلاقات التربة (Slop Stability)

قد لوحظ انزلاق الأرض في الجزء الغربي من القلعة،لذلك تم حفر بعض الآبار في الجزء السفلى من القلعة والتي تشير إلى وجود التربة الحمراء والبنيه وبعض مواد الطمم، المشبعة بالماء وهي عالية اللدونة ومن أجل تقييم استقرار ظروف المنحدر الغربي للقلعة تم اخذ عينات التربة والصخور للمختبرة من آبار الجزء السفلي للقلعة .

والنتائج التي تم الحصول عليها من اختبار القص المباشر ظهرت كما هو مبين في الشكل .



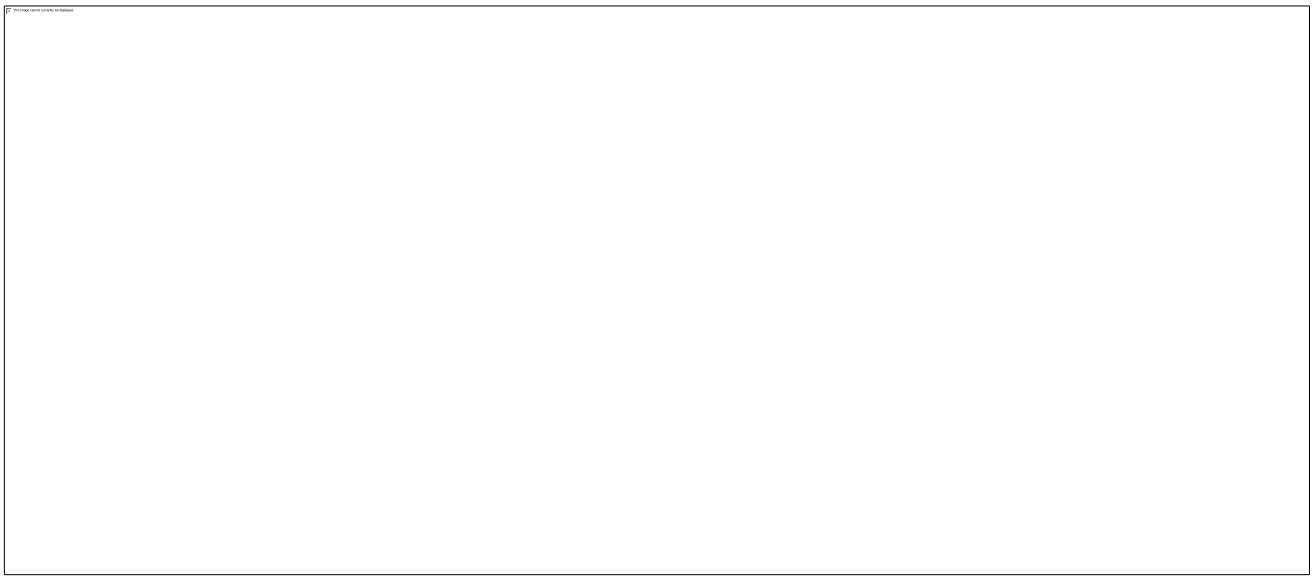
❖ الدراسة الجيواثرية (Geoarchaeological).

قام فريق متخصص بعمل دراسة جيو اثرية للجهة الغربية للقلعة من أجل الحصول على مزيد من المعلومات حول التشقق الهيكلي للعناصر المعمارية في قلعة الكرك و والطرق والمواقع المقترحة لنظام الرصد للإجراءات المستقبلية.
وزار الفريق والمواقع والمناطق المحيطة بها، والعناصر الجيولوجية القريبة. وفي الزيارات التي جرت باشر الفريق بالعمل وكانت المهام الرئيسية تهدف إلى :

1- تقييم الحالة الراهنة
2- قياس الخصائص الجيولوجية المختلفة.
3- تحديد مختلف المعايير التي يتعين مراعاتها.
4- لاصلاح نظام الرصد لتتناسب مع الوضع الحالي من حيث التشققات و حجمه.

وكانت الدراسة مفيدة جدا في توضيح تفاصيل القضايا الجيولوجية في منطقة القلعة واتضح أيضا أن هناك حاجة إلى المعلومات التالية:

1- المعلومات المتعلقة بالهياكل في المناطق السكنية القريبة من الموقع.
2- المعلومات المتعلقة بنظام الرصد.
3- أي نوع من التدابير التي سيتم توفيره للسلطة.
4- ما هي تدابير السلامة (الزوار، والموظفين، والمجموعات الأثرية).
5- طريقة جمع النفايات الصلبة والتخلص منها.
6- تحليل قدرة نظام الصرف الصحي في القلعة.



❖ **الدراسة الجيوتقنية (Geotechnical Stydty):**

تضمن العمل حفر 14 بئر سبري (Boreholes) و 3 حفر تجريبية (Test Pits) داخل اسوار القلعة وخارجها موزعة في القاعة الناصرية والمسرح وبجانب الجدار الخارجي الغربي للقلعة واخذت العينات من خلالها لاجراء الفحوصات المخبرية .

كان من الصعوبه وصول معدات الحفر (الحفاره) الى داخل القلعه وتحديدا منطقه المسرح والصاله حيث تم ايجاد حفاره مناسبه يمكن نقلها وتفكيكها والوصول للمكان المحدد للحفر ، وتم اعادة فتح الطريق الخلفي للقلعة لوصول معدات الحفرالاخرى (كمبريسر ضغط عالي) .

- **نتائج حفر الابار السبرية (الاستكشافية):**

حيث ظهر من خلال عمليه الحفر (الابار السبريه الاستكشافيه) وكذلك العينات اللبيه التي تم استخراجها من خلال عمليه حفر الابار الداخليه والخارجيه اظهرت بوضوح ما يوجد اسفل الصاله والمسرح وكذلك الجدار الخارجي للقلعه من تراكيب جيولوجيه ومواد حيث ظهرت مواد الطمم المختلفه والتي كانت تحتوي على حجاره باحجام مختلفه مخلوطه مع مواد طينيه سلتيه وبعد ذلك ظهور طبقات من الحور والحور الطيني المشبعه بالماء وايضا الحجر الجيري الرطب.

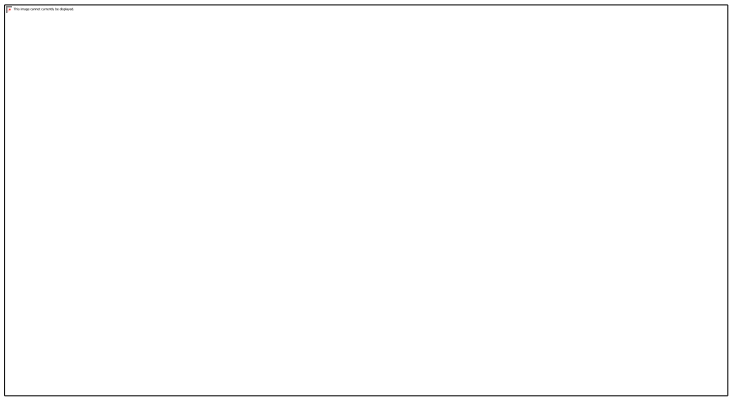
❖ **الفحوصات المخبرية للتربة (Laboratory Tests):**

بعد جمع العينات من اعمال حفر الابار السبرية تم عمل بعض الفحوصات المخبرية للتربة و تضمنت الفحوصات ما يلي:

1- المحتوى المائي للتربة (Moisture Content).
2- تحديد قوام التربة (Atterberg Limits).
3- الوزن النوعي للتربة (Specific Gravity).
4- تجربة الهيدروميتر (Hydrometer Test).
5- تجربة الضغط الغير محصور (Unconfined Compressive Strength).
6- تجربة القص المباشر للتربة (Direct Shear Test).
7- تجربة الانضغاطية للتربة (Consolidation Test).

❖ **ملخص اسباب حدوث التشققات (Cracks and fractures):**

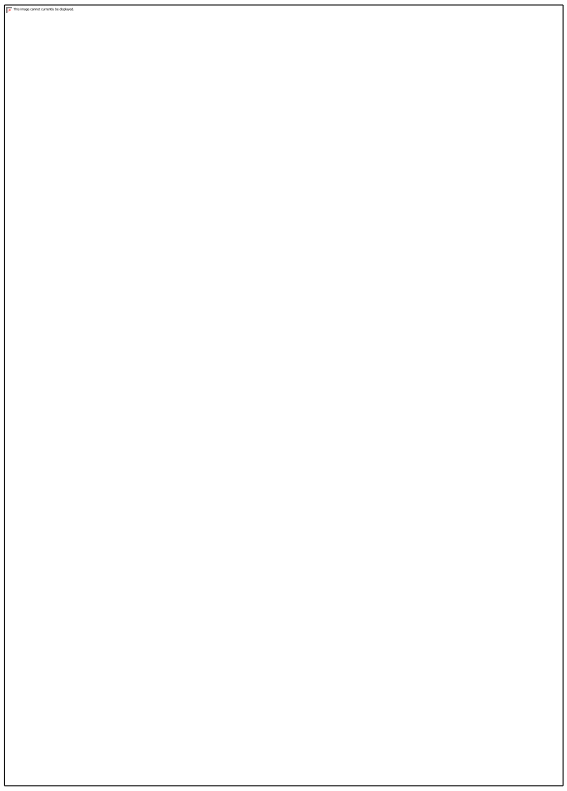
يوجد هناك تأثير للصدوع والفوالق الماره في مدينه الكرك وتحديدا أسفل القلعة ، حيث يمر اسفل القلعة فالق رئيسي يدعى (الفيحاء) بالاضافه لعدد اخرمن الفوالق القديمه والتي تركت وتترك تاثير واثارطبيعيه لها في المنطقه على مر السنين والعصور ولكن هذا التأثير محدود تقريبا ويرجع ذلك الى مئات وآلاف السنين ، ولكن ما حدث في السنوات الاخيره تحديدا وحسب الدراسة التي تم اجرائها توجد مجموعة من الاسباب والمسببات التي ادت الى حدوث التشققات في القلعة.



❖ **ملخص للحلول العملية لمشكلة التشققات (Action Plan):**

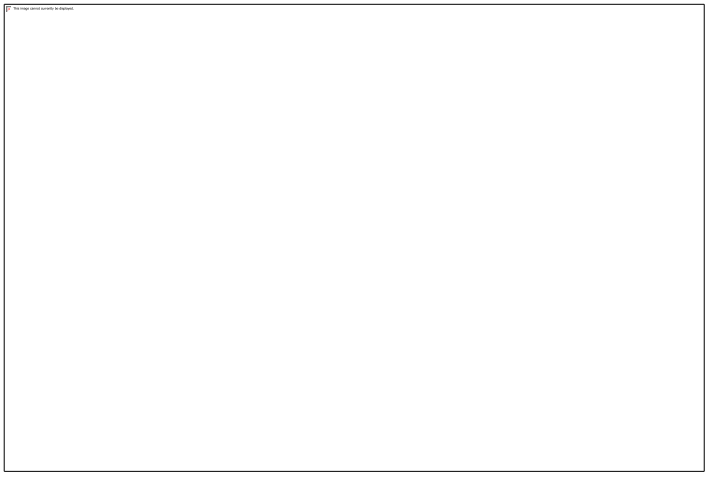
بعد دراسة النتائج و التحاليل في الموقع و المختبر و تحليل اختبارات التربة للمحافظة على ثبات القلعة و منع انزلاقات التربة تم وضع الحلول الفنية التالية:

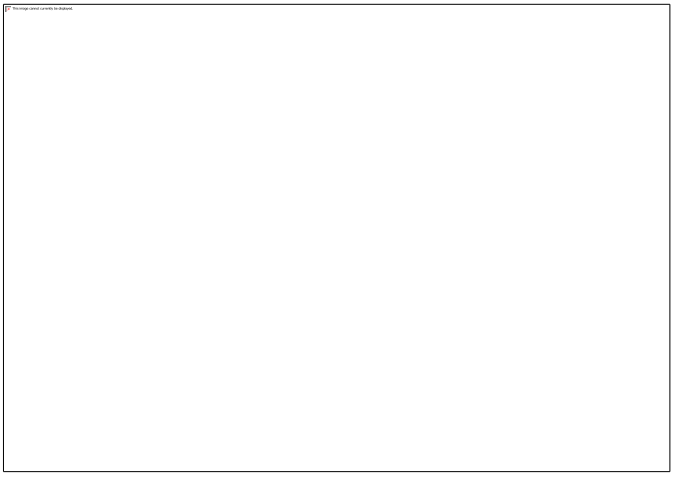
1- عمل نظام تصريف لمياه الامطار مناسب و تصريفها خارج القلعة و منعها من التغلغل الى اعماق التربة و وصولها للاساسات و يبين المخطط التالي آلية التصريف و المنطقة المراد تصريف مياه الامطار فيها.



منطقة و نظام التصريف المقترح في قلعة الكرك

2- تثبيت التربة من خلال تدعيم الجهة الغربية بنظام المايكرو بايل (Micro piles) و ربط هذا النظام ببعضه.





نظام المايكرو بايل Micro pile System

❖ **فريق الدراسة:**

تم جمع فريق متعدد التخصصات من اجل اجراء الدراسة و الاختبارات المطلوبة و يتضمن الفريق:

1- مركز الجسر العربي للدارسات الهندسية.

2- فريق متخصص في علم الاثار.

3- فريق متخصص في نظم المعلومات الجغرافية.

4- فريق متخصص في الاستطلاع الجيوفيزيائي – الجامعة الهاشمية.

5- خبير ايطالي دولي - الدكتور جوزيف ديلموناكو.