بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة النجاح الوطنية
مركز علوم الأرض
وهندسة الزلازل

An-Najah National University
Earth Sciences & Seismic
Engineering Center

تقرير

دراسة جيوفيزيائية سيزمية

وتحليل استقرار الإنحدار والقطع في التربة

أيلول/2009

نابلس * ص.ب (7) * تلفون 09-2344121 - 09-2341003 * فاكس 972-9-2345982
*Nablus * POB (7) * Phone 09-2341003 - 09-2344121* Fax 972-9-2345982*
بريد إلكتروني : : E-Mail seiscen@najah.edu

بسم الله الرحمن الرحيم

An-Najah National University

Earth Sciences & Seismic Engineering Center

جامعة النجاح الوطنية

مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل

بناء على طلب السيد هيثم منى والسيد أمجد سبع استيتيه من مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل في جامعة النجاح الوطنية لإجراء دراسة جيوفيزيائية وتحليل استقرار موقع قطعة الأرض رقم (3) والموجود في حوض رقم 2 في المنطقة المسماه الجبل الأبيض، تم عمل القياسات والتسجيلات الحقلية وإجراء التحليلات والدراسات اللازمة وإعداد التقرير المطلوب.

نابلس * ص.ب (7) * تلفون 09-2344121 - 09-2341003 * فاكس 972-9-2345982

*Nablus * POB (7) * Phone 09-2341003 - 09-2344121* Fax 972-9-2345982*

بريد إلكتروني : : E-Mail seiscen@najah.edu

المحتويات

1. مقدمة

2. الموضوع

3. طبوغرافية المنطة

4. الجيوفيزيائي الزلزالي للموقع

5. تحليل نتائج جيولوجية والموقع

6. الاستكشاف المقاطع الجيولوجية

7. تحليل استقرار تربة الموقع وقابلية الانزلاقات

8. النتائج والتوصيات

- **ملحقات**

ملحق 1: مخطط وطبغرافية الموقع

ملحق 2: الخطوط والموجات والمقاطع السيزمية

دراسة جيوفيزيائية – سيزمية

وتحليل الاستقرار الارضي بهدف دراسة قابلية تربة الموقع للانزلاقات الارضية

1- مقدمة

تعتمد الدول في تخطيط استخدام الأراضي على أسس ومعايير أهمها:

- جغرافية وجيولوجية الموقع
- زلزالية المنطقة
- الخطط التنموية المستقبلية
- الاحتياجات الزراعية
- الامتداد العمراني والصناعي
- المتطلبات البيئية
- عوامل أخرى

حيث يتم من خلال هذه العوامل تصنيف الأراضي وضبط إستخدامها من خلال إعتماد سياسة مدروسة لتخطيط واستخدام الأراضي يتم من خلالها تحديد الميزات وأسس التطوير وأوجه الاستخدام، إضافه إلى هذه المعايير تعتبر أساسية في عمل الخرائط الهيكلية للمناطق، ويراعى عادة في إختيار مناطق الامتداد العمراني (أو بعض أنواع المنشآت الصناعية) بأن تكون بعيدة عن مناطق الإنهيارات والإنزلاقات الأرضية والفوالق الجيولوجية وذلك لتجنب الانزلاقات الطبيعية التي ترافق الزلازل أو التي قد تحدث جراء عشوائية الإستخدام.

تعتبر نوعية التربة والتركيب الجيولوجي والانحدار الطبوغرافي من أهم المؤشرات لتحديد إمكانية حصول إنزلاقات وإنهيارات أرضية في الستقبل: إن القوى الأساسية المسببة للإنزلاقات بشكل عام هي الجاذبية الأرضية، كما يمكن أن يكون لحدوث هزات أرضية أو إحداث تغيير في شكل واتزان المناطق دوراً في هذه الإنزلاقات، والتي تحدث عادة عندما تتساوى أو تتجاوز قوة القص المؤثرة مع مقدار تحمل التربة للقص.

تتعرض فلسطين لمخاطر الانزلاقات (الإنهيارات)، حيث عانت وتعاني عدد من المدن والقرى الفلسطينية من أضرار هذه الظاهرة الخطيرة، ويعني الإنزلاق الأرضي هبوط أو تحرك كتلة من التربة أو الرسوبيات المفككة أو أجسام الصخور على المنحدرات الشديدة عند جوانب التلال (أو المنحدرات البحرية) وتتنوع الإنزلاقات الأرضية حسب سرعتها من بطيئة إلى فائقة السرعة، أما أسباب حدوث الإنزلاقات فيمكن تفسيرة باختصار بما يلي:

1- تتحرك الكتل على المنحدرات بتأثير الجاذبية الأرضية حيث تقاوم هذه الحركة (قوة الجاذبية) بواسطة القوى الداخلية للمواد السطحية للمنحدر والإحتكاك بين جزئيات الكتلة المتحركة.

2- كلما بقيت المقاومة أكبر من جذب مركبة الجاذبية الموازية للمنحدر يظل المنحدر ثابتاً بما عليه من مواد سطحية.

3- يحدث الإنزلاق الأرضي عند التغلب على هذه المقاومة نتيجة:

أ- زيادة زاوية إنحدار المواد السطحية مما يزيد من قوة جذب مركبة الجاذبية الموازية للمنحدر، وينجم ذلك إما طبيعياً بسبب عمليات الرفع التكتوني والتعرية السطحية أو بفعل الإنسان عن طريق حفر (إحداث قطع) سطوح المنحدرات لشق الطرق أو التعدين أو لأغراض البنية التحتية المختلفة.

ب-زيادة كمية المياه السطحية أو الجوفية عن مواد المنحدر مما يزيد من ثقل المواد السطحية وبالتالي زيادة قوة جذب مركبة الجاذبية الموازية للمنحدر، كما تعمل المياه على تقليل الإحتكاك بين الحبيبات وإضافة كميات كبيرة من الماء على مواد المنحدر يأتي من جراء عمليات الري أو بناء السدود أو طبيعياً بسبب تساقط أمطار غزيرة أو وجود مجاري نهرية.

ج- تحميل سطح الأرض أكثر من طاقته كإن يبنى عليه منشآت ضخمة أو منشآت عمرانية، وخصوصاً في حالة البناء في الجزء العلوي للمنحدر، وإجراء قطع في الجزء السفلي للمنحدر.

د- حدوث زلزال أو إهتزازات أرضية أخرى بسبب عمليات التفجير في المقالع أو أثناء شق الطرق.

إن اعتماد سياسة وطنية لاستخدامات الأراضي وفق الأسس والمعايير التي تم ذكرها تؤدي الى تجنب حدوث الإنزلاقات الأرضية سواء تلك التي تنتج من جراء حدوث الزلازل أو غيرها من العوامل، مثل الإستخدام الخاطىء.

2- الموضوع

إجراء دراسة جيوفيزيائية سيزمية وإعداد مقاطع جيولوجية تحت سطحية، بهدف معرفة نوعية التربة وتتابع الطرقات لها، واستخدام المعطيات في إجراء تحليل لاستقرار انحدار الكتل الأرضية لموقع قطعة اللأرض.

3- طبوغرافية الموقع (قطعة الأرض)

لأخذ فكرة عن شكل قطعة الأرض والأراضي المحيطة بها إنظر ملحق أنظر الأشكال الموجودة في ملحق (1)

حيث يتخلل الأرض إنحدار بسيط، ويتراوح إرتفاع القطع في الأرض الموجود على محاذات الشارع بين 2.4 و 3.2 متر، أما الفرق بين منسوب أعلى نقطة ومستوى الشارع فيتراوح بين 6 إلى 6 أمتار.

4- جيولوجية الموقع:

تقع قطعة الأرض ضمن التكوينات الجيولوجية لصخور منطقة نابلس التي تتكون بشكل عام من رسوبيات كربونية بحرية كالصخر الجيري والطباشيري والحوري، تتخللها طبقات متعاقبة من صخور الصوان العقدي كما تغطي الرسوبيات الحديثة كالصخور الطينية – الحورية ورسوبيات الأودية الجزء العلوي لهذه التكوينات الصخرية، وقد تم التعرف وبشكل واضح على التتابع الطبقي لأنواع الصخور الجيرية أثناء الزيارة الميدانية للموقع حيث كشفت عمليات التجريف عن مقاطع جيولوجية للواجهة الجنوبية لقطعة الأرض الذي أعطى فرصة كبيرة لدراسة جيولوجية الموقع، حيث تشير المقاطع الجيولوجية المكتشفة عن وجود الصخور الحورية بسماكات كبيرة. ويرجع ظهور هذه التكوينات (الصخور الحورية) في مدينة نابلس إلى عمليات التجريف والتعرية التي تعرضت لها الصخور الجيرية الواقعة فوق الصخور الحورية مما أدى الى تكشف التكوينات الواقعة تحتها مشكلة في بعض المواقع مناطق منحدرة الى منبسطة نوعاً ما تغطيها طبقة من الصخور الفتاتية على شكل تربة متبقية تستخدم لأغراض الزراعة.

5- الاستكشاف الجيوفيزيائي للموقع (العمل الميداني)

تم دراسة التتابع الطبقي لجيولوجية الموقع تحت السطحية (غير المرئي) وبأعماق كافية لأغراض البناء، وذلك بواسطة تحليل الأمواج السيزمية (الزلزالية) التي تم توليدها فوق قطعة الأرض والتقاطها بإستخدام جيوفونات (انظر ملحق (2) والأشكال من 1 إلى 6) مخصصة لذلك تنقلها بدورها الى الجهاز السيزموجراف لنقوم بعد ذلك بإستعراضها على شاشة الكمبيوتر ولجراء التحليلات اللازمة بخصوصها. وقد إستخدم لهذا الغرض طريقة تحليل الأمواج الزلزالية الإنكسارية فعندما تنتقل الأمواج من وسط ذو كثافة قليلة الى وسط آخر كثافته أعلى فإنها تنكسر وتغير اتجاهها وسرعتها وبذلك نستطيع تحديد سماكة وطبيعة الوسط الذي سارت خلاله هذه الأمواج بتسجيل الأزمان التي تستغرقها الأمواج الأولية للوصول إلى المجسات المثبته على سطح الأرض وبمسافات متساوية فيما بينها في حين تبعد هذه المجسات (الجيوفونات) مسافات مختلفة عن نقطة توليد الأمواج (بواسطة مطرقة). بعد الحصول على معطيات زمن إنتقال الأمواج الأولية والمسافات المختلفة التي قطعتها نستطيع حساب سرعتها في الأوساط المختلفة (الطبقات الصخرية) وربط السرعة بعد ذلك بأنواع الصخور تحت الخط السيزمي حتى يسهل التعرف عليها ومن ثم رسم المقطع الجيولوجي تحت المنطقة المدروسة بالإضافة الى تحديد سماكات هذه الصخور على الأعماق المطلوبة.

تم تحديد 6 مواقع (مقاطع) مناسبة لتوزيع المجسمات على سطح قطعة الأرض (مقاطع عرضية وأخرى طولية أنظر ملحق 1)، وذلك بالأخذ بعين الاعتبر ظروف وطبيعية الموقع:أربع مقاطع منها بإتجاه شرق غرب ومقطعين طوليين (بإتجاه شمال –جنوب)، وقد تم إختيارها لتغطي الموقع من إتجاه الميل الطبوغرافي لقطعة الأرض، وبهدف الحصول على نتائج تفصيليةللتتابع الجيولوجي تحت السطح ثُبتت المجسات على مسافات متقاربة ووزعت على الخطوط بفترات منتظمة تصل إلى مسافة 2.5م، 3م بين المجس والأخر.

6- تحليل نتائج المقاطع الجيولوجية

إعتماداً على شكل الطبوغرافي لقطعة الأرض والتوزيع الطولي والعرضي للمقاطع السيزمية (الخطوط) يمكن تحليل النتائج حسب التقسيم التالي

(1) الخط العرضي الموازي للشارع الرئيسي (P_1):

أظهر المقطع الجيولوجي لهذا الخط العرضي إلى وجود 4 طبقات (أنظر شكل 1):

الطبقة الأولى: وهي عبارة عن طبقة حورية- طينية، وهي طبقة هشة ومتفككة ناتجة عن عمليات التعرية وسرعتها منخفضة حيث تبلغ 580 م/ث.

الطبقة الثانية: وهي عبارة عن طبقة شبيهة بتكوين بالطبقة الأولى لكنها أكثر صلابة حيث تبلغ سرعة الموجات فيها 890 م/ث تقريباً وتتكون من طبقة حورية قليلة السماكة ويتخللها في بعض المناطق قطع صخرية أكثر صلابة، بينما تسود الصخور (التربة) الحورية الطينية بشكل عام، ومن الجدير بالذكر أن سرعة الموجات في هذه الطبقة تشير إلى إمكانية وجود رسوبيات طينية يتخللها حصى وقطع مختلفة الأحجام (gravels) إضافة إلى وجود رطوبة.

الطبقة الثالثة: عبارة عن طبقة صخرية أكثر صلابة مكونه من رسوبيات كربونية (حورية) وتوجد في أعماق متغيرة تتراوح بين 2 إلى 5 أمتار من سطح الأرض، وسماكة هذه الطبقة متغيرة تتراوح بين 8-12متر تقريباً، وسرعة الموجات الزلزالية تساوي تقريباً 1110 م/ث.

الطبقة الرابعة: تتكون من طبقات صخرية قوية وتوجد على أعماق متغيرة بمعدل 15 متر تقريباً عن سطح الأرض، وسرعة الموجات في هذه الطبقة كبيرة 2400 م/ث تقريباً (انظر شكل 1).

(2) الخطوط العرضية فوق مستوى الشارع الرئيسي (P2 و P3 و P4):

تظهر المقاطع الجيولوجية تحت هذه الخطوط (شكل 2 و 3 و 4) إلى وجود طبقتين رئيسيتين إضافة إلى ظهور طبقة ثالثة سطحية تحت الخط هذه الخطوط، أما تركيب هذه الطبقات وسرعاتها فيمكن وصفها كما يلي:

الطبقة الأولى: وهي عبارة عن طبقة طينية- حورية، وهي هشة ومتفككة ناتجة عن عمليات التعرية وسرعتها منخفضة بحدود 300 م/ث وتتراوح سماكتها من 1م إلى 2م تقريباً .

الطبقة الثانية:وهي عبارة عن طبقة أكثر صلابة بقليل من الأولى وتظهر تشابهاً واندماجاً كبيراً في مكوناتها مع الطبقة الأولى وتتراوح سماكتها بين 4-7 أمتار تقريباً، وهي طبقة حورية يتخللها في بعض المناطق قطع صخرية أكثر صلابة، بينما تسود الصخور (التربة) الحورية الطينية بشكل عام، ومن الجدير بالذكر أن سرعة الموجات في هذه الطبقة تشير إلى إمكانية وجود رسوبيات طينية يتخللها حصى وقطع صخرية مختلفة الأحجام (gravels) إضافة الى وجود رطوبة وتبلغ سرعة الموجات في هذه الطبقة 500م/ث تقريباً .

الطبقة الثالثة: عبارة عن طبقة مكونة من رسوبيات كربونية حورية توجد على أعماق مختلفة (تتراوح ما بين 6 و 8 م) وتبلغ سرعة الموجات السيزمية فيها 900-1000 م/ث، وهي متشابهه في مكوناتها للطبقة الثالثة تحت الخط السيزمي P1 (شكل 1).
أنظر الأشكال (2 و 3 و 4 والملحق 2)

(3) الخطوط الطولية (P5 وP6):

أظهرت المقاطع الجيولوجية تحت هذه الخطوط إلى وجود 3 طبقات جاءت منسجمة في تركيبها وسرعتها مع الطبقات المناظرة لها تحت الخطوط السيزمية العريضة إلا أنها أظهرت تجاوباً متوقعاً مع إتجاه الميل الطبوغرافي (شمال جنوب)، أنظر الأشكال 5 و 6، وتقسم هذه الطبقات إلى:

الطبقة الأولى: وهي عبارة عن طبقة حورية- طينية، مفككة، وهشة، متفككة ناتجة عن عمليات التعرية وسرعتها (سرعة الموجات السيزمية فيها) منخفضة تتراوح بين 220 م/ث إلى 250 م/ث تقريباً وتقع نهايتها على أعماق مختلفة (0.5 م، 1م، 2.5 م).

الطبقة الثانية: وهي عبارة عن طبقة أكثر صلابة من الأولى وقد بلغت سرعاتها بين 600 م/ث – 690 م/ث وتبلغ سماكتها من 2 م – 6 م، وهي طبقة (تربة) حورية يتخللها في بعض المناطق قطع صخرية أكثر صلابة، بينما تسود الصخور الحورية الطينية بشكل عام، ومن الجدير بالذكر

أن سرعة الموجات في هذه الطبقة تشير إلى إمكانية وجود رسوبيات طينية يتخللها حصى وقطع صخرية مختلفة الأحجام (gravels) إضافة إلى وجود رطوبة.

الطبقة الثالثة: عبارة عن طبقة صخرية حورية أكثر صلابة وتماسكاً من الطبقة التي تعلوها وهي مكونة من رسوبيات كربونية حورية وتوجد على عمق من 4 م إلى 7 م، وتبلغ سرعة الموجات السيزمية فيها 1000 م/ث – 1800 م/ث.

7- تحليل استقرارية تربة الموقع وقابلية الانزلاقات

تعرضت المنطقة التي يوجد فيها قطعة الأرض لإنزلاقات أرضية في العام 1997، وكان السبب الرئيسي لهذه الإنزلاقات نوعية تربة المنطقة والإنحدار، وقد أظهرت الدراسات السابقة للمنطقة من أن منطقة الجبل الأبيض بشكل عام تعرضت تدريجياً للعديد من الإنزلاقات الارضية.

استناداً إلى نتائج الدراسات السيزمية التي تم إجرائها لقطعة الأرض (انظر البنود السابقة)، وللدراسات السابقة التي تم إجراؤها للمنطقة، تأكد بشكل قاطع أن تربة قطعة الأرض تحت الدراسة تتكون من صخور حورية ذات قابلية عالية للإنزلاقات الأرضية إذا ما أختلطت بالماء، بالإضافة إلى أن طبقات الأرض الصخرية الصلبة (صخر الحجر الجيري) توجد على أعماق 15 متر أو أكثر من مستوى سطح الأرض، وحيث أن عامل الانحدار والقطع والحفر في التربة السطحية تعتبر من العوامل التي تؤثر على الاستقرار (الثبات)، فقد تقرر إجراء دراسة لتحليل استقرار تربة الموقع.

لتحديد مقدار الانحدار لقطعة الأرض تم إجراء رفع مساحي للموقع أنظر الى المقطع الموضح في الملحق (1)، شكل (2)، والذي من خلاله يمكن التعرف على قيمة الإنحدار والقطع في الأراض في الإتجاه شمال – جنوب، فهناك انحدار بسيطجداً، وحيث أن شكل وأبعاد الحفر والقطع الناتج عن البناء في المستقبل يؤثر بشكل كبير على إستقرار الإنحدار (Slope Stability)، فقد تقرر إجراء دراسة لتحليل استقرار الانحدار لثلاث حالات محتملة من الحفر:

- **الحالة الأولى،** حيث الأرض كما هي الآن بدون إجراء حفريات.
- **الحالة الثانية،** حفر الأرض بدون طوابق تسوية (فقط بمقدار عمق القواعد والجسور اللازمة).
- **الحالة الثالثة،** في حالة إجراء حفر تحت مستوى الشارع الرئيسي بعمق 4 أمتار تقريباً (لبناء طابق واحد أسفل الشارع).

ولإجراء دراسة استقرار الانحدار تم إجراء ما يلي:

- أخذ مقطع طولي للأرض بالاستناد إلى الرفع المساحي (انظر ملحق(1)شكل (2)).
- استخدام برنامج حاسوب يدعى PCTANI لتحليل ثبات أو إستقرار الانحدار.
- إفتراض معامل التصاق التربة من تقارير تربة سابقة تمت في نفس المنطقة (خصوصاً دراسة الجبل الأبيض)، حيث اعتمدت القيمة 80 كغم/سم2 معامل الالتصاق للتربة الموجودة فوق مستوى الشارع، والقيمة 120 كغم/سم2 معامل الاالتصاق للتربة الموجودة فوق مستوى الشارع، والقيمة 120 كغم/سم2 للتربة أسفل مستوى الشارع.

لأخذ فكرة عن معطيات ونتائج الحالات الثلاث المحتملة للحفر انظر الملحق 3.

يمكن تلخيص نتائج دراسة استقرار الانحدار بما يلي:

- **الحالة الأولى:** الأرض كما هي الآن بدون أي عمليات حفر أو بناء الارض أو حولها، تبين أن قيمة أقل معامل للأمان تتراوح بين 2.2 و 2.5
- **الحالة الثانية:** حفر أسفل مستوى الشارع بمقدار مستوى عمق القواعد والجسور الخاصة بها، تبين أن معامل الأمان يساوي تقريباً 1.8.
- **الحالة الثالثة:** حفر الأرض 4 متر أسفل مستوى الشارع الرئيسي، تبين أن قيمة أقل معامل للأمان هي 1.5 .

من خلال مقارنة قيمة معامل الأمان الناتج لحالات الحفر الثلاث المفترضة مع معامل الأمان المطلوب وقيمته 1.8 في حالة كون المنشأ دائم (وفي حالة كون المنشأ مؤقت أي لفتره زمنية قصيرة جداً قيمة عامل الأمان المطلوب هي 1.2)، تبين أن المعامل لحالة الحفر الثانية يحقق المطلوب، ولكن إذا تم حفر طابق واحد أو طابقين تحت مستوى الشارع الرئيسي (الحالة الثانية والثالثة)، فإن معامل الأمان في هذه الحالات يكون أقل من المطلوب في حالة بناء منشأ دائم، وأكثر من المطلوب كمنشأ مؤقت (أجراء حفر لفترة قصيرة من الزمن لا تتجاوز من الزمن لا تتجاوز4 أشهر، وليس في فصل الشتاء).

مما سبق يتبين أن حفرة التربة وخصوصاً أسفل مستوى الشارع يتطلب: -

- اتباع الطرق الهندسية العلمية.
- تأمين إسناد مناسب أسفل الجدران الاستنادية.
- متابعة الحفر والقطع والبناء لقطع الأراضي المجاورة.

8- النتائج والتوصيات:

بعد دراسة المقاطع الجيولوجية المتكشفة للموقع باستخدام الطرق السيزمية، والتي تم من خلالها التعرف على نوعية التربة (الصخور)، وتتابعها الطبقي بالإضافة إلى الفحوصات والدراسات التي تمت سابقاً، واستناداً إلى طبيعة المنطقة وطبوغرافيتها ولدراسة تحليل استقرار الكتل يمكن تلخيص أهم النتائج والتوصيات بما يلي:

1. تتكون تربة الموقع من تربة حورية طينية متفككة في الطبقات السطحية، وتقع تحتها تربة حورية أكثر تماسكاً (أنظر تحليل النتائج)، وأظهر المقطع (P1) وجود طبقة صخرية قوية نسبياً والمتوقع أن تكون من الصخر الجيري، وتوجد على عمق 15م تقريباً عن مستوى سطح الشارع في بعض المناطق، في حين لم تظهر هذه الطبقة في الأجزاء العلوية لقطعة الأرض (مقاطع الخطوط 2 و 3 و4 و5)، باستثناء ظهور طبقة حورية متوسطة القوة على أعماق تتراوح بين 6 إلى 8 أمتار من سطح الأرض.

2. يفصل قطعة الأرض عن الشارع (شارع نابلس- طولكرم) قطع حديث نسبياً في التربة إرتفاعه يتراوح بين 2.4 إلى 3.2 متر.

3. في حال إجراء حفر وقطع للتربة بهدف تحضير الموقع لإقامة منشآت، سيؤدي هذا العمل إلى إحداث زيادة في ارتفاع القطع المحاذي للشارع، ومن المتوقع أن يتجاوز إرتفاع القطع 6 أمتار (أنظر الشكل (2) في الملحق (1))، وفي حالة إنشاء طوابق أسفل مستوى الشارع الرئيسي التسوية يتوقع أن يتجاوز فارق المنسوب (أو القطع) إلى 10 أمتار (لطابق تسوية واحد)، وهذا بدوره سيثير طبقات التربة وخصوصا في فصل الشتاء وبالتالي يؤدي إلى احتمال حصول انهيارات أو انزلاقات مما يثير هذه الظاهرة إجراء حفر لدى الجوار أو/ و وجود أوزان أو أبنية في المستقبل في الجزء العلوي (قطع الأراضي المجاورة والتي تقع على محاذاة الطرف العلوي للأرض).

4. في حالة عدم البناء أسفل الشارع الرئيسي والإكتفاء بتسوية الموقع مع إجراء حفر بسيط أسفل مستوى الشارع بما يساوي عمق الأساسات والجسور الخاصة بها، وبسبب الانحدار البسيط في مستوى سطح التربة في الجزء الخلفي لقطعة الأرض، يتوقع أن تكون الإنزلاقات المحتملة على شكل إنهيارات كتلية لا يرافقها ارتفاع أو انتفاخ في منسوب الجزء السفلي المحاذي للشارع أو البناء، وعموماً تعتبر هذه الانزلاقات المحتملة محدودة التأثير ويمكن السيطرة عليها باتخاذ الإجراءات الهندسية اللازمة.

5- أظهرت الدراسة السيزمية وجود صدوع (تشققات أرضية) محلية محدودة الأبعاد، وخصوصاً في أطراف المنمطقة العلوية.

6- إذا تركت الأرض كما هي بدون أي تغيرات فيها أو حولها فلا يتوقع حدوث أية مشاكل. ولكن إذا ما تم إجراء عمليات الحفر والقطع كما ذكر أعلاه فإنه لوقت قصير جداً غير موسم الشتاء لا يتوقع حدوث

مشاكل حتى وإن كان الحفر أسفل مستوى الشارع بقليل، ولكن إذا لم يتم دعم وإسناد الحفر يتوقع حدوث مشاكل بعد ذلك.

بناء على ما ذكر يوصى بما يلي:

أ- عدم المبالغة في عملية الحفر والقطع والالتزام بالطرق الهندسية المناسبة لهذا النوع من المواقع، وذلك من خلال:

- استخدام التدرج في القطع إن أمكن وخصوصاً في نهاية الأرض (أنظر الشكل 7).
- استخدام القطع المائل وفق زاوية Q الخاصة بالتربة (زاوية ميل التربة يفضل أن تكون خلف المبنى 1:1 أو 1:2).

ب- إستخدام جدران إستنادية مناسبة مصممة لمثل هذا النوع من التربة (أنظر الشكل 7 و8)، ويمكن إستخدام أوتاد خرسانية مسلحة بشكل جزئي (أي كعامل مساعد) أسفل قاعدة الجدران الستنادية.

ج- أن الحفر أسفل مستوى الشارع سيترتب عليه زيادة كبيرة في إرتفاع القطع وبالتالي عدم تحقيق معامل الأمان المطلوب، وهذا يعني الالتزام باستخدام الطرق الهندسية المناسبة والتي تتطلب بدورها استخدام الأوتاد الخرسانية المسلحة بشكل رئيسي، وعلية يوصى بعدم اللجوء إلى إستخدام الطوابق تحت الأرضية.

د- عند المباشرة في حفر الأرض يجب أن يتم ذلك بعد فصل الربيع وأن يتم الإنتهاء من الحفر وبناء طابق فوق مستوى الشارع على الأقل قبل دخول فصل الشتاء، ويمكن المباشرة في الحفر في فصل الصيف أو بداية فصل الخريف بشرط أن يتم الحفر والبناء بشكل سريع قبل نهاية شهر 12، وذلك لتجنب التأثير السلبي للرطوبة الزائدة الناتجة عن أمطار فصل الشتاء.

هـ - يجب تأمين أنظمة لتصريف المياه ومنع تجمعها وخصوصاً في الجهة الخلفية/ الشمالية، أنظر الأشكال7 و 8.

و - يجب الإنتباه الى المباني التي سيتم بنائها في أعلى المنطقة أو حولها، سواء كانت في نفس قطعة الأرض أو في الأراضي المجاورة، حيث هناك حاجة وضرورة لإلزام مالك قطعة الأرض أو في الأراضي المجاورة والتي تقع على محاذاة الجزء الشمالي للأرض، بأن يلتزم بالضوابط والأصول الهندسية المناسبة لهذا النوع من الاراضي.