

خريطة جيوتقنية لمدينة نابلس - فلسطين

Geotechnical Map for the City of Nablus - Palestine

عصام جردانة

Isam Jardaneh

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة النجاح الوطنية، نابلس- فلسطين

بريد الكتروني: jardaneh@najah.edu

تاريخ التسليم: (٢٠٠٦/٩/١٠)، تاريخ القبول: (٢٠٠٧/٨/٧)

ملخص

إن الخرائط الجيوتقنية والتي تعتبر مكملة للخرائط الجيولوجية، يمكن أن تكون بديلاً عنها في الاستخدامات الهندسية، وهي الآن شائعة الانتشار والاستخدام، وخصوصاً مع انتشار نظم التوقيع الكوني (Global Position Systems, GPS) ونظم المعلومات الجيوغرافية (Geographical Information Systems, GIS). وتقدم هذه الخرائط لكثير من الدراسات التمثيل الأفضل، وذلك بعرض المعلومات بصرياً، حيث توفر الكثير من الجهد والوقت، وتقدم بسرعة متناهية المعلومات الضرورية للمشاريع الهندسية المختلفة، وخصوصاً في مجال الهندسة المدنية مثل: إنشاء البنايات والسدود، وشق الطرق والأنفاق، واستخدام الأراضي، والبحث عن المياه الجوفية وغيرها. وهناك أنواع متعددة من الخرائط الجيوتقنية، أما الخريطة الجيوتقنية المقترحة في هذا البحث فهي خريطة توضح تصنيف تربة التأسيس ومقدار تحملها ونوع الأساسات المقترحة لمدينة نابلس - فلسطين. وتكمن أهمية هذه الخريطة الجيوتقنية المقترحة في هذا البحث- في سهولة وسرعة تقديمها للمعلومات بخصوص الأساسات بشكل عام، ونوع الأساسات المقترحة بشكل خاص، ومقدار تحمل التربة، والمشاكل التي يمكن توقعها في تربة الموقع، مثل: الإنزلاقات والانفخا والهبوط ووجود المغر (الكهوف) ووجود المياه الجوفية. إن هذه المعلومات تساعد كذلك- في الدراسات والتخطيط الأولي، ودراسات الجدوى الاقتصادية للأرض، وسياسة استخدام الأراضي.

Abstract

Geotechnical maps are widespread nowadays due to the existence of Geographical Information Systems (GIS) and Global Position Systems (GPS). These maps provide a powerful database and strong visual presentation of data. The use of such maps will save effort, time, and

provide quick source of information for engineering projects, especially in civil engineering field, such as the construction buildings, dams, roads, tunnels, etc.. There are several types of geotechnical maps; however, the map that is considered here is for allowable bearing capacity and proposed type of foundation for the City of Nablus - Palestine. The importance of such a map is the fast and simple access to the information regarding foundation, allowable bearing capacity, problems due to site soil such as sliding, potential swelling and shrinkage, and cavities. In addition, this map will help in preliminary studies, feasibility studies, and land use policy.

١. مقدمة

لقد أصبحت الخرائط الجيوتقنية المتخصصة شائعة الانتشار، وخصوصاً مع انتشار استخدام نظم المعلومات الجيوغرافية (GIS) ونظم التوقيع الكوني (GPS) (Martin, 2005, Moss, 2000, Sadek, et. al., 2000). إن هذه الخرائط تسهل عملية الحصول على المعلومات الجيوتقنية الضرورية للموقع المقترح إقامة مشروع هندسي عليه، كإقامة المباني، وشق الطرق وإنشائها، وبناء السدود وبناء الجسور وغيرها من المشاريع الهندسية التي بحاجة إلى بناء أساسات، أو بحاجة لمواد الإنشاء، أو دراسة خواص تربة الموقع، أو دراسة المشاكل المتوقعة مصادفتها في تربة الموقع، مثل: انتفاخ التربة، أو هبوطها، أو الإنزلاقات، أو وجود المغر (الكهوف) تحت سطح تربة الموقع، وكذلك الدراسات الهندسية المتخصصة والمتعلقة بمشاريع الهندسة المدنية (Moss, 2000, Sadek, et. al, 2000, Zuquette, et. al, 2004, Player, 2000, Forster and Culshaw, 1990).

لذلك يمكن أن يكون هنالك أكثر من نوع من الخرائط الجيوتقنية، وذلك حسب الحاجة (Chadha, 1990، عبيدو، ١٩٩٢)، فيمكن أن يكون هنالك خرائط متخصصة في نوع التربة السطحية وعمقها، وطبقات الصخور وتوزيعها وزمنها التاريخي ومنشئها، والظواهر، والتراكيب البنائية للصخر، مثل: الفواصل، والتنبات، والفوالق، والتجويف، أو خرائط متخصصة في نوع الأساسات المقترحة ومقدار تحمل التربة، أو خرائط متخصصة في المشاكل المتوقعة ظهورها في الموقع، من حيث انتفاخ التربة، أو هبوطها، أو وجود مناطق انزلاق أو كهوف، أو قنوات إذابة تحت سطح التربة السطحية، أو خرائط متخصصة في المياه الجوفية والمياه السطحية ومستوياتها، وغيرها من الخرائط الجيوتقنية المتخصصة حسب الحاجة.

وتهدف هذه الورقة العلمية إلى عمل خريطة جيوتقنية أولية قابلة للتطوير والتحديث مستقبلاً لمدينة نابلس - فلسطين. وسيتم التركيز هنا على إعداد خريطة لنوع التربة السطحية بغية تحديد نوع الأساسات المقترحة، ومقدار تحمل التربة المسموح به، مع إعطاء بعض

الخواص الجيوتقنية الأخرى، وخاصة المتعلقة بالمشاكل المتوقعة من تربة الموقع، مثل: قابلية التربة للانتفاخ، وإمكانية حدوث انزلاقات، ومستوى المياه الجوفية. إن هذه الخرائط - كما هو واضح - تعمل على تسهيل العمل الهندسي، بالإضافة إلى توفير الوقت والجهد، وتوفير المعلومات الجيوتقنية اللازمة لإقامة المشاريع الهندسية المختلفة، وكذلك، ستفيد هذه الخرائط في الدراسات والتخطيط الأولي للأرض، ودراسات الجدوى الاقتصادية للأرض، وسياسة استخدام الأراضي. اصف إلى ذلك فإن هذا النوع من الخرائط سوف يقلل من المخاطر غير المتوقعة، ووضع حلول مبكرة للمشاكل المتوقعة من تربة الموقع.

٢. الهدف من هذه الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى استحداث خريطة هندسية جيوتقنية أولية لمدينة نابلس - فلسطين، وذلك لتوفير معلومات جيوتقنية بسهولة وسرعة، وبتكاليف قليلة، وسيكون لها أهمية كبرى في التعريف بما يلي:

- نوع تربة التأسيس، والتي سيتم بناء الأساسات عليها.
- مقدار تحمل تربة التأسيس المسموح به، والذي سيفيد في تحديد نوع الأساسات المقترحة وبالتالي في تقدير التكلفة المبدئية للمبنى المقترح، وإمكانية تنفيذ مثل هذه الأساسات في الموقع المقترح.
- المشاكل المتوقع ظهورها في التربة، مثل: انتفاخ التربة وهبوطها، أو الانزلاقات، أو وجود مغر أو كهوف أو قنوات إذابة، أو مياه معلقة أو مياه جوفية على مستوى التأسيس.
- الجدوى الاقتصادية للأرض من حيث استثمارها لإقامة مشروع معين عليها، حيث أن تربة الموقع تحدد نوع الأساسات، وهذا بدوره يؤثر في التكلفة، كما أن بعض المواقع بحاجة إلى حل مشكلة متعلقة بالتربة مثل: انتفاخ التربة أو الهبوط الكبير المتوقع للتربة، ويترتب على هذا تكاليف إضافية قد تؤثر في تكلفة المشروع الكلية.
- سياسة استخدام الأراضي من حيث تحديد استخداماتها، وخصوصاً بالنسبة للمشاكل المتوقعة، وكمثال على ذلك: المناطق المعرضة للانزلاقات الأرضية، فعملية إنشاء بعض أنواع المنشآت يمكن أن يكون غير اقتصادي أو غير ممكن بسبب الخطورة على المنشأ نفسه، أو على المنشآت المجاورة.

٣. الطريقة المستخدمة

- إن الطريقة المستخدمة لإنجاز الخريطة الجيوتقنية المقترحة في هذا البحث هي كما يلي:
- تجميع المعلومات الجيوتقنية من المراكز المتخصصة والمختبرات الجيوتقنية في المدينة وغيرها لجميع مناطق مدينة نابلس، وذلك عن طريق دراسة تقارير التربة المتخصصة والصادرة عن المراكز والمختبرات الهندسية.

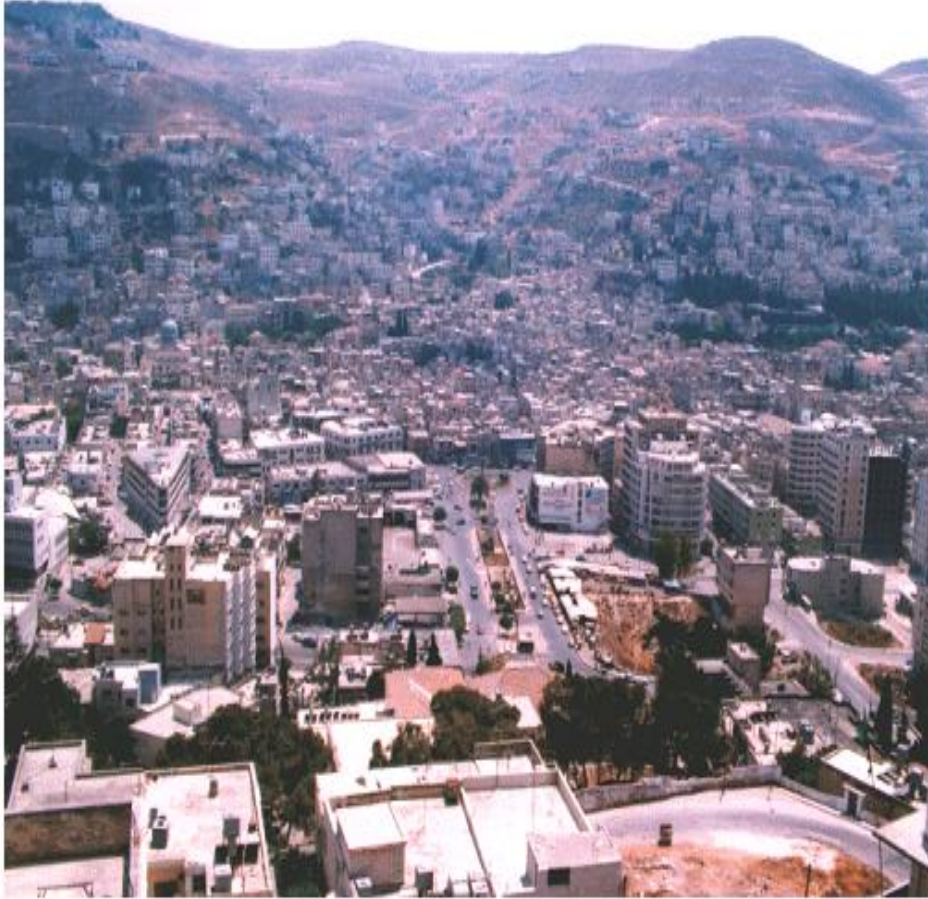
- تعبئة استمارة صممت خصيصا لهذا البحث، حيث تمت تعبئتها بالمعلومات الجيوتقنية الضرورية من تقارير التربة التي تم الحصول عليها لجميع مناطق مدينة نابلس المختلفة.
- زيارات ميدانية لمختلف مناطق مدينة نابلس، وذلك للتأكد مما ورد في التقارير التي تم تفرغها في الاستمارة المتخصصة.
- تقسيم مدينة نابلس إلى مناطق ذات صفات جيوتقنية هندسية متشابهة.
- رسم المناطق التي تم تحديدها في النقطة السابقة على خريطة خاصة بمدينة نابلس، يتم الحصول عليها من قسم الدراسات في بلدية نابلس (بلدية نابلس، ٢٠٠٤). وإعطاء لون محدد لكل منطقة، وكذلك وضع إشارات محددة لكل من الخواص الجيوتقنية المختلفة، وتوضيح ذلك بمفتاح خاص للخريطة.

٤. الحالة الدراسية: مدينة نابلس

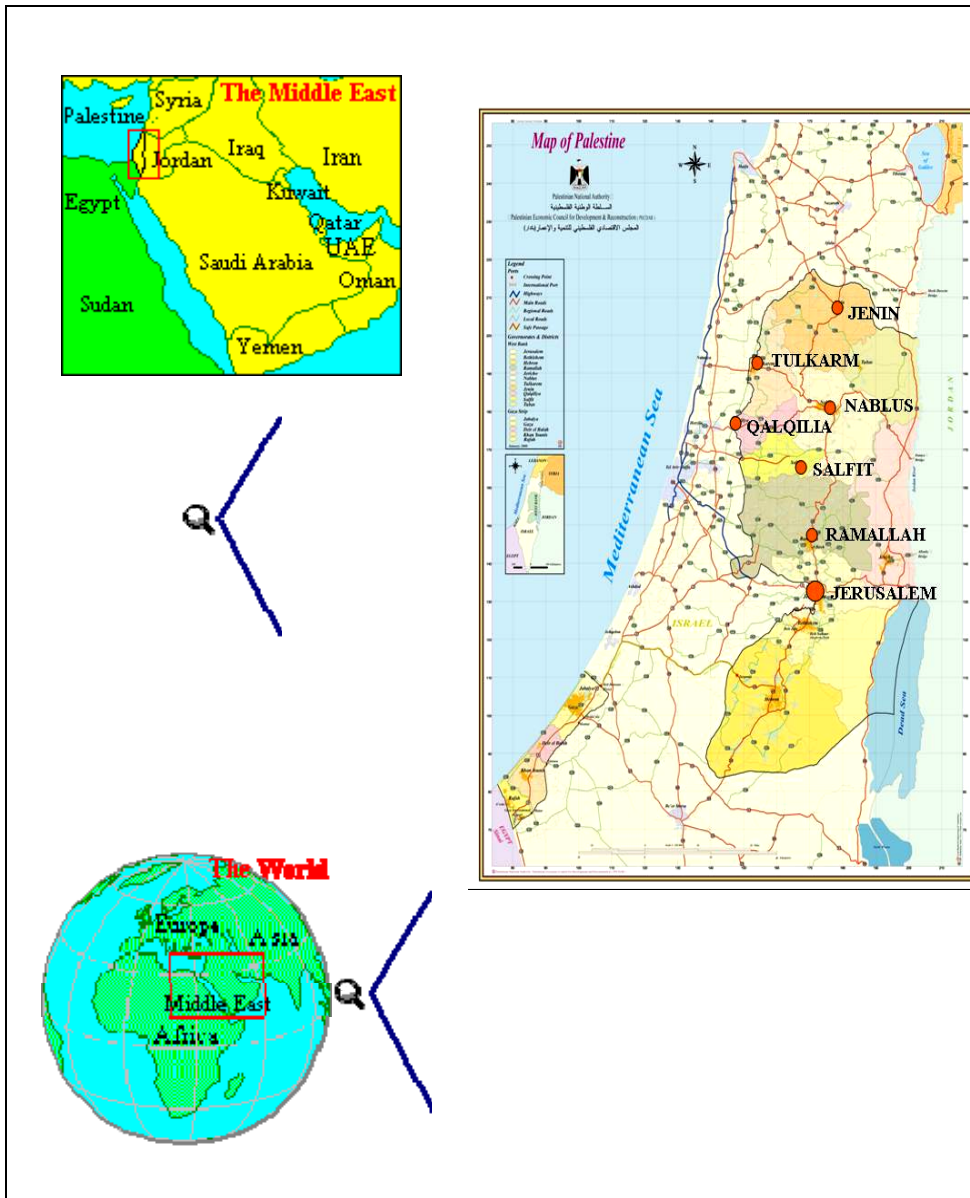
تقع مدينة نابلس - منطقة البحث المقترح - في فلسطين في منطقة الشرق الأوسط، وهي من أكبر مدن الضفة الغربية لنهر الأردن، حيث يبلغ عدد سكانها مع المخيمات المحيطة بها حوالي ١٦٠ ألف نسمة، وتتمتع مدينة نابلس بموقع جغرافي هام، حيث تتوسط إقليم المرتفعات الجبلية في فلسطين بصفة عامة. وتقع المدينة عند التقاء دائرة عرض ٣٢:١٣ شمالاً وخط طول ٣٥:١٦ شرقاً، أما بالنسبة لنظام الإحداثيات المساحية المستخدمة في فلسطين فيحدها الخطوط ذات الإحداثيات الآتية: من الشمال ١٨٣٣٠٠ ومن الجنوب ١٧٦٥٠٠ ومن الشرق ١٧٩٤٠٠ ومن الغرب ١٧٠٠٠٠، حيث تبلغ مساحة منطقة البحث حوالي ٢٨ كيلومتر مربع. ويحدها البلدات والقرى المجاورة الآتية: من الشمال جبل عييال وقرية عصيرة الشمالية، ومن الجنوب جبل جرزيم، وقرية كفر قليل، ومن الغرب والشمال الغربي قرى: زواتا وبيت إيبا وبيت وزن ورفيديا، أما من الشرق والجنوب فيحدها كل من سهل بلاطة وعسكر ووادي الباذان وقرى روجيب وسالم ودير الحطب وعزموط. وتبعد نابلس عن القدس ٦٩ كم شمالاً، وعن عمان ١١٤ كم غرباً، وعن البحر المتوسط ٤٢ كم شرقاً (ARIJ, 1996).

نشأت نابلس القديمة في وادٍ طويل مفتوح بين جبلي عييال شمالاً، وجرزيم جنوباً، أما نابلس الحديثة فقد بنيت على هذين الجبلين، ويبلغ ارتفاع جبل عييال ٩٤٠ م، وجبل جرزيم ٨٨١ م، وترتفع المدينة في المتوسط ٥٥٠ م عن سطح البحر. وتنحدر أودية نابلس من منطقة نابلس نحو الغرب والشرق، ومن هذه الأودية: وادي التفاح الذي يبدأ من نابلس ويسير في خانق عميق ليتصل بوادي الزومر في منطقة طولكرم غرباً، ووادي الباذان الذي يبدأ من الجبال الواقعة شمالي شرقي نابلس، ويتزود بمياه الينابيع الصاعدة مثل: عين الباذان، ليصب في وادي الفارعة الذي يرفد نهر الأردن. ويبين شكل رقم ١ صورة لمركز مدينة نابلس والجبال المحيطة بها (ARIJ, 1996).

ويسود مدينة نابلس مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط، والذي يمكن وصفه بأنه حار جاف صيفا وبارد مطر شتاءً. وتتلخص تضاريسها بأنها صخرية على جبلي عيبال وجرزيم، يعلوها طبقة قليلة السمك من التربة الطينية المخلوطة بحصى مختلفة الأحجام، وتصلح هذه التربة للزراعية. أما المنطقة الممتدة ما بين الجبلين، فهي منطقة أودية وبساتين ذات تربة طينية زراعية غنية ذات سماكة كبيرة جداً، وملئة بالينابيع مع قرب المياه الجوفية فيها من سطح الأرض. ويبين الشكل رقم 2 موقع مدينة نابلس بالنسبة للشرق الأوسط (بكدار، ٢٠٠٥).



شكل (١): صورة لمركز مدينة نابلس والجبال المحيطة بها (ARIJ, 1996).



شكل (٢): خريطة فلسطين والشرق الأوسط مبينا موقع مدينة نابلس (بكدار، ٢٠٠٥).

٥. إستحداث الخريطة الجيوتقنية

١-٥ عملية استقاء المعلومات الجيوتقنية

لقد تم استقاء المعلومات الجيوتقنية الضرورية لعمل خريطة جيوتقنية لمدينة نابلس من عدة مصادر أهمها:

- شركة الميزان للأعمال الهندسية، رفديا، نابلس - فلسطين (شركة الميزان للأعمال الهندسية، ٢٠٠٥) وهي شركة هندسية متخصصة في الفحوصات الهندسية للتربة ومواد البناء والطرق.
- مختبرات حجاوي الإنشائية، شارع ١٥، نابلس - فلسطين (مختبرات حجاوي الإنشائية، ٢٠٠٥) وهو مختبر هندسي متخصص في الفحوصات الهندسية للتربة ومواد البناء والطرق.
- مركز أباطة الهندسي، شارع ٦ متر، نابلس - فلسطين (مركز أباطة الهندسي، ٢٠٠٥) وهو مركز هندسي متخصص في الفحوصات الهندسية للتربة ومواد البناء والطرق.
- مركز أبحاث المواصلات والبناء، جامعة النجاح الوطنية، نابلس - فلسطين (مركز أبحاث المواصلات والبناء، ٢٠٠٥) وهو أحد المراكز العلمية الموجودة في جامعة النجاح الوطنية، ومتخصص في الدراسات والفحوصات الهندسية المتعلقة بالتربة ومواد البناء والطرق.
- تقارير تربة من مراكز ومختبرات هندسية أخرى.
- الزيارات الحقلية للمواقع المختلفة.

٢-٥ تجميع المعلومات الجيوتقنية

تم تجميع المعلومات الجيوتقنية من مختلف مناطق مدينة نابلس من عدة مصادر كما ذكر أعلاه. وأهم المعلومات المستقاة من تقارير التربة هي: المشروع والهدف منه *الموقع ورقم الحوض ورقم القطعة *التربة السطحية وماهيتها *عمق الطبقة الصخرية ونوعها *المياه الجوفية وعمقها إن وجدت *مقدار تحمل تربة التأسيس وعمقها *أنواع الأساسات المقترحة *المشاكل الجيوتقنية المتوقعة.

كما تم تفرغ المعلومات الجيوتقنية الضرورية من تقارير التربة في الاستمارة التي أعدت خصيصا لذلك (شكل (٣)). حيث تم إحصاء حوالي ١٥٠ استمارة. ومن ثم تمت زيارة المناطق المختلفة في مدينة نابلس للتأكد من المعلومات الموجودة في الاستمارة. ومما يجدر ذكره أن تقارير التربة التي تمت دراستها قد غطت جميع مناطق مدينة نابلس.

استبانة تفريغ المعلومات الجيوتقنية

	الرقم
	اسم المشروع و/ أو المالك
	الموقع
	استخدام البناء المقترح
	مساحة البناء ومساحة الأرض
	رقم الحوض ورقم القطعة
	استخدام الأرض في المنطقة
	بوساطة حفارة متخصصة
	بوساطة جرافة
	بالنظر
	التربة السطحية
	عمق الطبقة الصخرية
	المقطع الجيولوجي
	عمق المياه الجوفية
	نوع الأساس المقترح
	قدرة تحمل التربة
	مشاكل جيوتقنية متوقعة في المنطقة أو الأرض
	ملاحظات عامة

شكل (٣): استبانة تفريغ المعلومات الجيوتقنية.

٣-٥ تقسيم مدينة نابلس إلى مناطق جيوتقنية متشابهة

لقد تم تقسيم مدينة نابلس حسب تشابهها الجيوتقني إلى أربع مناطق جيوتقنية أساسية، والتي بناء عليها تم تقسيم الخريطة الجيوتقنية وتكوينها، ومن الجدير ذكره في هذا المقام أنه يوجد في كل منطقة بعض الصفات الجيوتقنية الأساسية الأخرى، والتي أخذت عين الاعتبار عند رسم الخريطة، وتم الإشارة إليها في المناطق الجيوتقنية الأساسية الأربعة. والمناطق الجيوتقنية الأساسية الأربعة هي:

١. مناطق التربة الطينية.
٢. مناطق الصخر الكلسي.
٣. مناطق التربة الحورية.
٤. مناطق التربة الحورية المخلوطة بكتل حجرية كلسية مختلفة الأحجام.

ومما يجدر ذكره أيضاً، أن هناك طبقة سطحية قليلة السمك توجد فوق الطبقات في مناطق الصخر الكلسي، وأحياناً في مناطق التربة الحورية والتربة الحورية المخلوطة بحصى، وعادة ما تكون تربة طينية مخلوطة بحصى، وعادة ما يتم التخلص من هذه الطبقة وجرفها حتى يتم الوصول إلى تربة تأسيسية جيدة. ويتراوح سمك الطبقة السطحية ما بين ٠.٥ متر إلى ١.٥ متر وفي بعض الحالات يكون سمكها أكبر من ١.٥ متر.

والصفات الجيوتقنية الأساسية الأخرى، والتي تمت الإشارة إليها في المناطق الجيوتقنية الأساسية الأربع في الخريطة هي:

- قابلية التربة للانزلاقات.
- قابلية التربة للانتفاخ والانكماش.
- قابلية التربة لتجميع مياه الأمطار.
- قرب المياه الجوفية من سطح الأرض.
- وجود المغر (الكهوف) أو قنوات الإذابة.
- المحاجر والكسارات.
- وجود ينبوع أو عين ماء طبيعية.

(١) مناطق التربة الطينية

هي تربة رسوبية تكونت في العصور القديمة جداً (قبل ملايين السنين) من ترسبات التربة المجروفة بوساطة المياه، سواء أكانت بوساطة مياه الأنهار أو مياه البحيرات. وتوصف هذه التربة الطينية من ناحية جيوتقنية بأنها تربة طينية سلتية ذات معامل لدونة عالية، ويتباين لونها ما بين بني فاتح إلى بني غامق، وأحياناً يكون لونها أسود أو أحمر، وعادة ما تكون مخلوطة بحصى، وأحياناً يوجد فيها كتل حجرية مختلفة الأحجام.

والأساسات المقترحة لمثل هذه المواقع أساسات سطحية حتى أربعة طوابق، والتي تتضمن أساسات منفصلة أو متصلة (مستمرة) أو مركبة؛ وفي الحالة التي يكون فيها المبنى المقترح يتكون من طوابق عددها أكثر من أربعة فيكون هناك حاجة إلى أساسات فرشة (حصيرة) أو أساسات عميقة مثل الخوازيق، وفي حالات نادرة في المباني ذات الأحمال العالية جداً، تكون هناك حاجة إلى أساسات عميقة (خوازيق) فوقها فرشة.

هذا النوع من التربة يصلح للاستخدامات الهندسية كطبقة غير منفذة ومعيقة لحركة المياه، وذلك في نواة السدود الترابية وفي مناطق طم النفايات. ولا يصلح هذا النوع من التربة كطم خلف الجدران الساندة أو أسفل المنشآت الأرضية.

- أهم الصفات الجيوتقنية التي تتصف بها هذه التربة:
- تحمل التربة لما هو مسموح به قليل، ويتراوح ما بين ٨٠ كيلونيوتن/متر^٢ إلى ١٥٠ كيلونيوتن/متر^٢.
 - ذات معامل لدونة عالٍ جداً، أي أنها ذات قابلية للانتفاخ والانكماش عالية جداً.
 - محتوى الرطوبة لا يقل عن ٢٠%.
 - حد السيولة يتراوح ما بين ٥٠% إلى ٧٠%.
 - حد اللدونة يتراوح ما بين ٢٠% إلى ٤٠%.
 - معامل اللدونة يتراوح ما بين ٢٠% إلى ٤٠%.
 - ضغط الانتفاخ يتراوح -تقريباً- ما بين ٥٠ كيلونيوتن/متر^٢ إلى أكثر من ٢٥٠ كيلونيوتن/متر^٢ حسب لدونة التربة ومحتواها المائي عند تشبعها بالماء المضاف.
 - نسبة الانتفاخ تتراوح -تقريباً- ما بين ٣% إلى أكثر من ٧% حسب لدونتها ومحتواها الابتدائي من الرطوبة. لذلك يتوقع حدوث إنتفاخ أو إنكماش لهذا النوع من التربة.
 - توقع هبوط عالٍ وطويل الامد من أحمال الأساسات نتيجة تضاعفها البيئي.
 - التربة بحاجة إلى تحسين، مثل: وضع طبقة من الطم المختار حسب المواصفات الهندسية فوقها على مستوى التأسيس.
 - في المناطق التي تكون فيها المياه الجوفية قريبة من مستوى التأسيس، تكون الحاجة ماسة إلى تصريف لهذه المياه.
 - توقع انهيار في التربة في حالة زيادة القطع العمودي دون ميل وذلك إذا ما تراوح هذا القطع ما بين ٤ إلى ٦ أمتار، وذلك إما نتيجة لجفاف التربة وتشققها، أو نتيجة لتشبعها بمياه الأمطار.
 - لا تصلح هذه التربة على الإطلاق كمادة للطعم خلف الجدران الساندة، أو أسفل المنشآت الأرضية بسبب قابليتها للانتفاخ أو الانكماش.

(٢) مناطق الصخور الكلسية

الصخور الكلسية صخور رسوبية تكونت في قديم الزمان، وبمرور الزمن أصابها تفكك بواسطة التجوية الميكانيكية أو الطبيعية. وتوصف بشكل عام بأنها صخور كلسية (كربونات الكالسيوم) متوسطة الصلابة، وتنتشر في مناطق كثيرة من مدينة نابلس، حيث استغل بعضها كمقالع للحصول على حجارة الأبنية، أو كسارات للحصول على الحصمة بمختلف الأحجام.

وهذه الطبقة الصخرية تعتبر من طبقات الأرض الممتازة والأفضل لتأسيس الأساسات عليها، حيث أنها الأقل تكلفة من ناحية الأساسات. والأساسات المقترحة لمثل هذه الطبقة هي أساسات سطحية، والتي تتضمن -عادة- أساسات منفصلة أو مركبة أو مستمرة أو فرشاة. ومما يجدر ذكره أنه في أغلب المناطق التي يتواجد فيها الصخر الكلسي يكون عادة مغطى بطبقة رقيقة من التربة الطينية بسمك يتراوح -غالبا- ما بين ٠.٥ إلى ١.٥ متر. وتكون التربة الطينية إما منقولة نتيجة انجراف التربة وإعادة ترسيبها، أو متبقية نتيجة التجوية المحلية للصخر. ولا تصلح هذه الطبقة للاستخدام الهندسي على الإطلاق، ويتم التخلص منها بجرفها. لهذا السبب، لا تظهر هذه الطبقة في الخريطة المقترحة.

أهم الصفات الجيوتقنية التي تتصف بها طبقات الصخور الكلسية:

- صخور ممتازة جدا للتأسيس عليها بعد التأكد من خلوها من العيوب الجيولوجية، أو معالجتها في حالة وجودها.
- مقدار التحمل المسموح به عالٍ، ويتراوح ما بين ٣٠٠ كيلونيوتن/متر^٢ إلى ٤٥٠ كيلونيوتن/متر^٢.
- الهبوط المتوقع من أحمال الأساسات قليل جدا بحيث يمكن تجاهله.
- هناك احتمالية كبيرة لوجود فجوات ومغز داخل هذه الطبقات الصخرية، وأغلبها معبأ بتربة طينية سلتية، الأمر الذي يستوجب معالجة لهذه العيوب قبل التأسيس.
- القطع يمكن أن يكون عاموديا لارتفاع كبير دون مشاكل في الطبقات المتماسكة غير المجواة.
- فتات الطبقة الصخرية يعتبر مادة ممتازة للطمم.

(٣) تربة حورية

تكونت هذه التربة نتيجة التجوية الشديدة للصخور الكلسية الرسوبية الموجودة في المنطقة، والتي بها تم تحليل الصخور إلى تربة، ويتراوح لونها ما بين أبيض إلى سكري، وأحيانا يكون لونها مصفرا. ويمكن تصنيفها من الناحية الجيوتقنية بأنها تربة طينية سلتية ذات محتوى كلسي يتراوح ما بين ٢٥% إلى ٧٠% وذات معامل لدونة قليل، وفي بعض الحالات النادرة يمكن أن تكون ذات معامل لدونة عالٍ، وفي هذه الحالة، يكون لها ضغط ونسبة انتفاخ عالية.

والأساسات المقترحة لمثل هذا النوع من التربة هي أساسات سطحية، والتي تتضمن أساسات منفصلة أو أساسات مركبة أو أساسات فرشاة، وفي بعض الحالات -والتي تكون بها أحمال البناء عالية- يمكن استخدام أساسات عميقة.



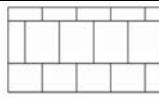

- أهم الصفات الجيوتقنية التي تتصف بها طبقات التربة الحورية:
- مقدار تحمل التربة المسموح به حوالي ١٥٠ كيلونيوتن/متر^٢ إلى ٢٣٠ كيلونيوتن/متر^٢.
 - محتوى الرطوبة لا يقل عن ١٠%.
 - حد السيولة أقل من ٣٠%.
 - حد اللدونة أقل من ٢٠%.
 - معامل اللدونة يتراوح ما بين ١٠% إلى ١٥%.
 - الهبوط المتوقع في التربة من الأحمال الواقعة على الأساسات ذات قيمة متوسطة إلى قليلة، وكذلك هنالك احتمالية لحدوث هبوط جزئي، وهذا ناتج عن تباين في صلابة التربة تحت الأساس.
 - قابلية هذا النوع من التربة للانزلاق عالية جداً، لذلك فهي بحاجة إلى دراسة ثبات الميول عند القطع فيها. إن القطع في مثل هذا النوع من التربة خطير، وهناك إمكانية كبيرة لحصول انهيارات فيه.
 - ذات معامل لدونة متوسط إلى قليل في معظم الحالات، أي أنها ذات قابلية للانفتاح والانكماش قليلة جداً.
 - لا تصلح تربة هذه الطبقة كمادة للطعم خلف الجدران الساندة أو أسفل المنشآت الأرضية.

٤) تربة حورية مخلوطة بكتل حجرية كلسية مختلفة الأحجام

- تكوّن هذا النوع من التربة نتيجة التجوية الميكانيكية والطبيعية للصخور الكلسية الرسوبية المنتشرة في فلسطين، حيث تفكك جزء من الصخور الكلسية وتحول إلى تربة حورية، وبقي جزء آخر لم يتفكك حيث ظل على شكل كتل صخرية كلسية مختلفة الأحجام تتوزع في ثنايا التربة الحورية.
- وهذه الطبقة من التربة تعتبر طبقة ممتازة للتأسيس ووضع الأساسات عليها. وهنا يمكن استخدام الأساسات السطحية مثل: أساسات منفصلة أو مركبة أو مستمرة أو أحياناً فرشاة في حالة أن الأحمال الواقعة على الأساسات عالية جداً.
- وأهم الصفات الجيوتقنية التي تتصف بها طبقات التربة الحورية المخلوطة بكتل من الصخور الكلسية هي:
- تربة ممتازة للتأسيس عليها.
 - مقدار تحمل التربة المسموح به يتراوح ما بين ٢٢٠ كيلونيوتن/متر^٢ إلى ٣٥٠ كيلونيوتن/متر^٢.

- الهبوط المتوقع في التربة من الأحمال الواقعة على الأساسات قليل.
 - هناك قابلية لحدوث انهيارات جزئية، وذلك في بعض الأماكن وفي حالة القطع في طبقات هذا النوع من التربة، لذلك يجب أخذ الحيط والحذر عند القطع في هذا النوع من التربة.
 - ذات قابلية قليلة جداً للانفخاخ والانكماش وذلك بسبب احتوائها على الكتل الصخرية.
 - تصلح تربة هذه الطبقة كمادة للطمر على أن لا يزيد نسبة الناعم (المار من منخل ٢٠٠) على ٣٥% ولا يزيد معامل اللدونة على ١٠%.
- وبين الجدول (١) أدناه أهم الصفات الجيوتقنية للمناطق الأربع الأساسية التي تم تقسيم مدينة نابلس جيوتقنيا بناءً عليها.

جدول (١): الصفات الجيوتقنية للمناطق الجيوتقنية الأربع لمدينة نابلس.

التربة الحورية المخلوطة بكتل حجرية مختلفة الأحجام	التربة الحورية	الصخر الكلسي	التربة الطينية	المناطق الجيوتقنية الصفات الجيوتقنية
				الرمز في الخريطة
جيدة جداً	جيدة	ممتازة	ضعيفة - مقبولة	طبقة التأسيس
٣٥٠ - ٢٢٠ (٣.٥ - ٢.٢)	٢٣٠ - ١٥٠ (٢.٣ - ١.٥)	٤٥٠ - ٣٠٠ (٤.٥ - ٣.٠)	١٥٠ - ٨٠ (١.٥ - ٠.٨)	مقدار التحمل المسموح به كيلونيوتن/متر ^٢ (كيلوغرام/سم ^٢)
أساسات سطحية (منفصلة أو مركبة أو مستمرة أو فرشة)	أحمال قليلة أو متوسطة: أساسات سطحية (منفصلة أو مركبة أو مستمرة)	أساسات سطحية (منفصلة أو مركبة أو مستمرة)	أحمال قليلة أو متوسطة: أساسات سطحية (منفصلة أو مركبة أو مستمرة)	نوع الأساسات المقترحة
	أحمال عالية: فرشة أو أساسات عميقة		أحمال عالية: فرشة أو أساسات عميقة	

...تابع جدول رقم (١)

المناطق الجيوتقنية	الصفات الجيوتقنية	التربة الطينية	الصخر الكلسي	التربة الحورية	التربة الحورية المخلوطة بكتل حجرية مختلفة الأحجام				
الهبوط المتوقع من أحمال الأساسات	الانزلاق والانكماش	ثبات الميل	القطع (الجرف في هذه الطبقات)	استخدام للطعم للمنشآت الأرضية وخلف الجدران	عالية	لا يوجد	لا يوجد	متوسطة - قليلة	قليلة
						عالية	لا يوجد	قليل - قليل جدا	لا يوجد
						إمكانية عالية للانزلاق	لا يوجد إية خطورة من الانزلاق هناك إمكانية لسقوط كتل صخرية منفردة	إمكانية عالية للانزلاق	هناك إمكانية لحدوث انزلاقات محلية في بعض أماكن القطع.
						٤ - ٦ أمتار عمودي دون مشاكل لفترة زمنية ٢-٤ أسابيع، أكثر من ٦ أمتار بحاجة إلى قطع بميل	قطع عمودي لارتفاعات عالية (أكثر من ١٢ مترًا) دون مشاكل في الطبقات المتماسكة	٤-٦ أمتار عمودي دون مشاكل لفترة زمنية ٢-٤ أسابيع، أكثر من ٦ أمتار بحاجة إلى قطع بميل	٦ أمتار عمودي دون مشاكل، أكثر من ٦ أمتار بحاجة إلى قطع بميل
						سيئ جدا	ممتازة	سيئة	مقبولة - جيدة


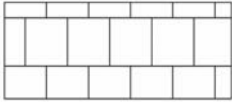


٤-٥ الينابيع في مدينة نابلس

تكمن أهمية هذا العامل أن للمياه بشكل عام- تأثيرا سلبيا على الأساسات من حيث تقليل مقدار تحمل التربة وزيادة مقادير الهبوط في أساسات المنشآت وتقليل معامل الأمان ضد الانزلاق، مما يوجب أخذ الاحتياطات الهندسية الضرورية من قبل مهندس متخصص. وقد تمت الإشارة إلى مواقع هذه الينابيع في الخريطة الجيوتقنية المقترحة (بلدية نابلس، ٢٠٠٥).

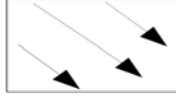
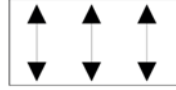



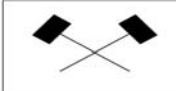

٥-٥ تقسيم الخريطة إلى مناطق جيوتقنية وتلوينها وعمل مفتاح الخريطة

لقد تم تقسيم خريطة نابلس الأساسية إلى أربع مناطق جيوتقنية أساسية بناء على التقسيم الجيوتقني الذي تم ذكره سابقا، وهي مناطق التربة الطينية، والصخر الكلسي، والتربة الحورية، والتربة الحورية المخلوطة بكتل حجرية كلسية مختلفة الأحجام. كما أشير في الخريطة إلى

بعض المعالم والخواص الجيوتقنية التي قد تؤثر في سلامة المنشآت وعمليات الإنشاء، وتشمل قابلية التربة للانزلاقات، وقابلية التربة للانتفاخ والانكماش، وقابلية التربة لتجميع مياه الأمطار، وقرب المياه الجوفية من سطح الأرض، ووجود المغر (الكهوف) والمحاجر والكسارات والينابيع. ويبين الشكلان ٤ وه مفتاح الخريطة الجيوتقنية المقترحة، والخواص والمعالم الجيوتقنية المشار إليها أعلاه.

الرمز في الخريطة الجيوتقنية	المناطق الجيوتقنية الأساسية
	التربة طينية
	الصخر الكلسي
	التربة الحورية
	التربة الحورية المخلوطة بكتل حجرية كلسية مختلفة الأحجام

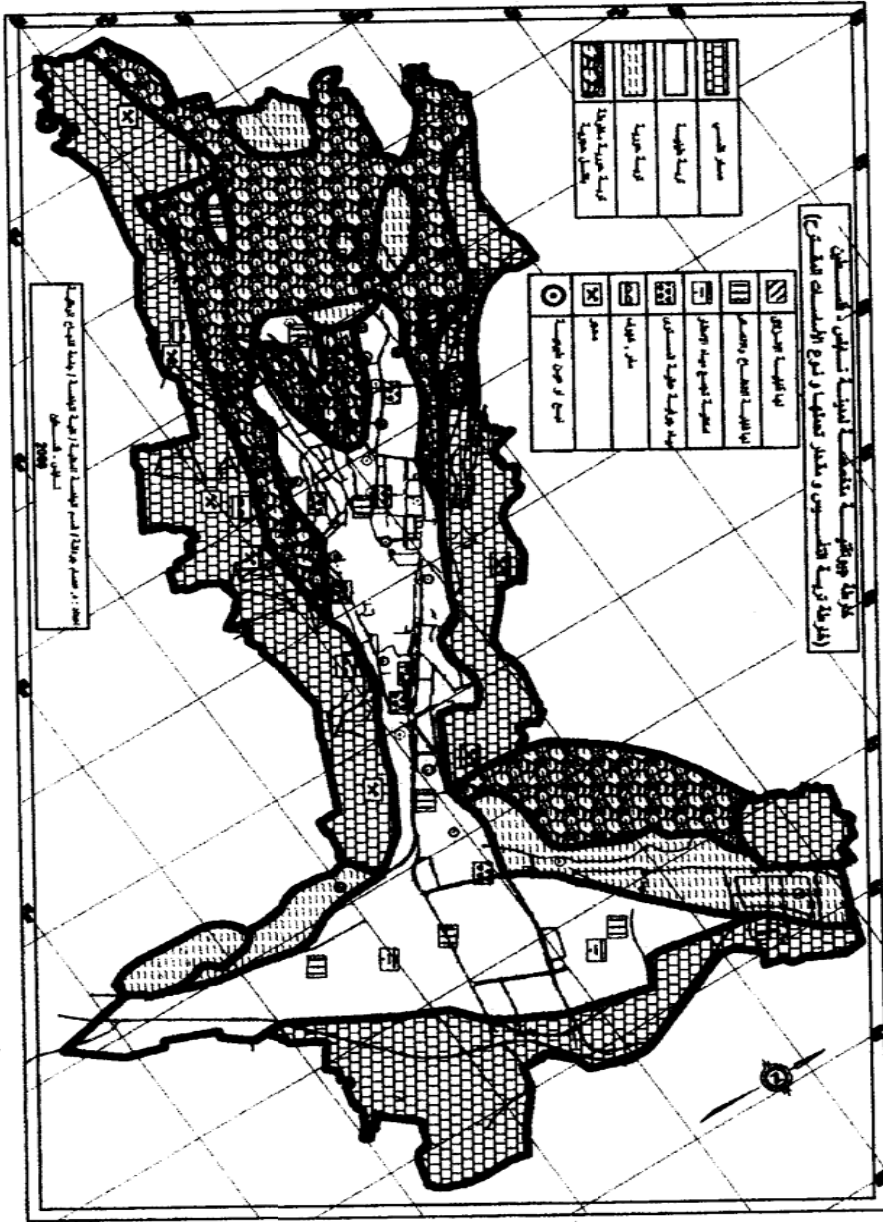
شكل (٤): مفتاح الخريطة للمناطق الجيوتقنية الأساسية الأربعة.

الرمز في الخريطة الجيوتقنية	الخواص الجيوتقنية
	لها قابلية الانزلاق
	لها قابلية الانتفاخ والانكماش
	امكانية تجمع مياه الامطار
	مياه جوفية عالية المستوى
	مغر (كهوف)
	محجر
	ينبوع أو عين ماء طبيعية

شكل (٥): مفتاح الخريطة للمناطق التي يوجد فيها معالم أو خواص جيوتقنية أساسية أخرى.

ومن الجدير ذكره أن هذه الخريطة لا تعطي معلومات عن موقع محدد، ولكنها تعطي معلومات بشكل عام عن أية منطقة محددة حسب الخريطة. لذلك فإن هذه الخريطة - كما ذكر سابقاً - هي للدراسات الأولية، ولا يمكن أن تكون بديلاً عن فحص التربة التفصيلي عند الشروع في إقامة منشأ معين في موقع مقترح.

إن الخريطة المرفقة في هذا البحث مصغرة بحجم A4 أما الخريطة الأصلية فهي متوفرة لدى المؤلف على ورق حجم A0 ومقياس رسم 1:100,000 حتى يتسنى مشاهدتها بوضوح.



٦. الاستنتاجات والتوصيات

إن هذه الورقة العلمية المقترحة تبين خريطة نوع الأساسات المقترحة، ومقدار تحمل تربة التأسيس لمدينة نابلس - فلسطين. وبذلك فهي تهدف -كخطوة أولى- نحو تطوير خريطة جيوتقنية شاملة لمدينة نابلس - فلسطين وربطها بأنظمة المعلومات الجيولوجية (GIS) من ثم العمل على تحقيق ذلك لجميع مناطق فلسطين. وكذلك العمل على تطوير هذه الخريطة من الناحية الجيوتقنية من عدة نواح، ودراسة لبعض الظواهر الجيوتقنية الأخرى مثل تحديد مناطق خطوط الفوالق.

ومما يجدر ذكره أيضاً، أنه لا يمكن استخدام الخريطة المقترحة لمناطق محددة، حيث أن الخريطة تعطي الخواص بشكل عام لمساحات كبيرة نسبياً. وكذلك فإن بعض المناطق الصغيرة -ولأسباب جيومورفولوجية متعلقة بتشكيل الأرض في تلك المنطقة- لها صفات جيوتقنية تختلف عن تلك المنتشرة في المنطقة بشكل عام.

المراجع العربية والأجنبية

- إبراهيم على عبيدو. (١٩٩٢). الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية وطرق المسح الجيولوجي. طبعة جديدة منقحة، دار الراتب الجامعية، بيروت، لبنان.
- بلدية نابلس- قسم التخطيط. (٢٠٠٤). الخريطة الأساسية.
- بلدية نابلس. (٢٠٠٥). قسم المياه والصرف الصحي. نابلس، فلسطين.
- شركة الميزان الهندسية. (٢٠٠٥). شارع رفيديا، نابلس، فلسطين.
- المجلس الاقتصادي الفلسطيني للتنمية والاعمار (بكدار). (٢٠٠٥). السلطة الوطنية الفلسطينية، رام الله، فلسطين.
- مختبرات حجاوي الانشائية. (٢٠٠٥). شارع ١٥، نابلس، فلسطين.
- مركز أباظه الهندسي. (٢٠٠٥). شارع ٦ متر، الجبل الشمالي، نابلس، فلسطين.
- مركز الأبحاث للبناء و المواصلات. (٢٠٠٥). جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.
- Applied Research Institute-Jerusalem (ARIJ). (1996). Environmental Profile for the West Bank., volume 5, Nablus city.
- Chadha, S., K. (1998). Elements of Geological Maps for Geology, Geography, and Civil Engineering. Second Edition, CBS Publishers and Distributions, New Delhi, India.
- Forster, A. & Culshaw, M. (1990). "The use of site investigation data for the preparation of engineering geological maps and reports for

- use by planners and civil engineers”. Engineering Geology, Volume 29, Issue 4, December. Pages 347-354.
- Martin, S. (2005). “Making Improved Geotechnical Maps with Spatial Analysis”. Digital Mapping Techniques 01 – Workshop Proceedings U.S. Geological Survey.
 - Moss, J. (2000). “Using the Global Positioning System to monitor dynamic ground deformation networks on potentially active landslides”. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2(1). 24-32.
 - Player, R. (2000) “Using GIS in Preliminary Geotechnical Site Investigations for Transportation Projects”. MID-CONTINENT TRANSPORTATION SYMPOSIUM 2000 PROCEEDINGS. 174-177.
 - Sadek, S., Kaysi, I., & Bedran, M. (2000) “Geotechnical and environmental considerations in highway layouts: an integrated GIS assessment approach”. JAG, 4(4). 190-198.
 - Zuquette, L. Pejon, O. & Quintas, J. (2004). “Engineering geological mapping developed in the Fortaleza Metropolitan Region, State of Ceara, Brazil”. Engineering Geology, 71(3-4). February. 227-253.