

التحليل المكاني لبعض الخواص الجيوتكنيكية للجانب الأيسر من مدينة الموصل

باستخدام نظم الـ GIS

د سهيل إدريس خطاب، استاذ
قسم الهندسة المدنية
مركز التحسس النائي
جامعة الموصل

د. رشيد سليم عبد، مدرس
قسم الهندسة المدنية
جامعة الموصل

بشار محمد أمين عبدالله
قسم الهندسة المدنية
جامعة الموصل

الخلاصة

من الممكن استخدام التقانات والبرامج الحديثة للمساعدة في عملية التحليل الجيوتكنيكي وكمثال على ذلك التنبؤ بالخواص الجيوتكنيكية للجانب الأيسر من مدينة الموصل والبالغ مساحته بحدود (131 كم²) ومن هذه الخواص المحتوى الرطوبي ومحتوى الجبس ومستوى المياه الجوفية وغيرها من الخواص التي تلعب دور مهم في تحديد خواص التربة وذلك من خلال أكثر من 300 حفرة اختبارية في المنطقة المدروسة وباعماق تتراوح ما بين (1 - 35)م. يقوم هذا البحث من خلال البيانات التي تم الحصول عليها من مصادر متعددة بإجراء التحليل الإحصائي المكاني المتقدم والمتوفر ضمن برامج نظم المعلومات الجغرافية. تم الحصول على علاقات رياضية وإحصائية التي تستخدم في أعمال التنبؤ.

الكلمات الدالة: التحليل المكاني، المحتوى الرطوبي، المحتوى الجبسي، التكهفات، نظم المعلومات الجغرافية

The Spatial Analysis for Some Geotechnical Properties in the Left Side of Mosul City by GIS

Abstract

It's possible to use the recently technique and programs to assist in process geotechnical analysis such as prediction of geotechnical properties in the left side of Mosul city about (131) km², as water content, gypsum content, water table elevation etc, that is significant effect of the soil, from more than 300 boreholes in the study area, with depth (1-35) m. Based on the data collecting from several resources this research performs advance spatial statistical analysis that is available in the GIS programs. It is getting on mathematical and statistical relationship that is using in the prediction works.

Key words: Spatial analysis, Water content, Gypsum content, Cavity, GIS

المقدمة

نتيجة لاحتواء طبقات الجبس القريبة من السطح على فجوات (Cavities) أو نتيجة لما تسببه الخصائص الانتفاخية للطين (Swelling) من تأثيرات سلبية [1]. أن الجانب الأيسر من مدينة الموصل يضم صخورا تعود الى عدة تكوينات يتراوح أعمارها بين المايوسين الأسفل L. Miocene والعصر الرباعي Quat- تعاني بعض الأبنية في مركز مدينة الموصل من مشاكل في التربة انعكس على شكل شقوق ظهرت في أبنية حديثة إضافة إلى الأبنية القديمة والتراثية، وقد لوحظ إن التشققات ناتجة من تربة ردم غير منتظم أو تربة متداعية (Collapsible soil) أو

المناسب اجراء ربط بين هذه المواقع وبين الخواص المتضمنة وهو مايشكل اساسا لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية في ذلك.

إن فكرة الدراسة هو إنشاء خارطة جيوتكنيكية رقمية لبعض خواص التربة للجانب الأيسر من مدينة الموصل وإمكانية إعطاء فكرة أولية وعرضها باستخدام تقنية الـ GIS وربما يساعد المهندس والمخطط وأصحاب القرار والمهتمين بهذا الموضوع التعرف على خواص التربة وبشكل أولي بأسلوب سهل وسريع وتكون اقتصادية لعمليات التحري واختيار أماكن إنشاء المشاريع وكذلك الفائدة من الناحية التخطيطية للمدن وللدراسات الخاصة في أعمال الأنفاق ومد سكك الحديد ومسارات الميترو وغيرها من المشاريع الحيوية.

لقد توجه الباحثون في السنوات الاخيرة الى اعتماد نظم المعلومات الجغرافية في مجالات هندسية متعددة وتم تنفيذ عشرات الدراسات لتحليل الخواص الجيوتكنيكية للتربة في مناطق عديدة من العالم من خلال انجاز خرائط جيوتكنيكية وتحليلها للمناطق المدروسة ومن الامثلة على هذه المناطق الاجزاء الجنوبية من مقاطعة جيناي الهندية [7]. ودراسة اخرى في مدينة الرياض السعودية [8] وكذلك في مدينة كوفيلها البرتغالية [9] اضافة الى مدن اخرى مثل مدينة نابلس الفلسطينية [10] ومدينة سايدا الجزائرية [4] ومدينة ساو باولو البرازيلية [11]. ومدينة بانكالور الهندية [12] و في العراق هناك دراسة مماثلة في مدينة بغداد / الرصافة العراقية [13].

مواد الدراسة و خطة العمل

تشمل المراحل والفعاليات التالية.

1- تجميع المعلومات والنتائج للفحوصات المختبرية عن الخواص الهندسية ومواقعها للتربة في العديد من الحفر الاختبارية المنجزة وبما يزيد على 300 حفرة

ernary ، حيث تضم تكاوين الفتحة وانجانة أما الترسبات الحديثة فتشمل على الرمال والأطيان والحصى التي ترسبت بواسطة النهر إضافة إلى ترسبات التربة الطينية الناتجة من العوامل الجوية التي يتعرض لها تكوين الانجانة (الفارس الأعلى) [2].

وتكوين الفتحة من التكاوين المهمة في العراق والشرق الأوسط لأهميته الاقتصادية من حيث احتواءه على كميات كبيرة من الرواسب والمتبخرات، وتمتاز صخوره بنفاذية واطئة جداً وتغطي معظم التراكيب الجيولوجية [3].

ونتيجة لتكرار فيضان نهر دجلة، تتكون ترسبات من الطين والغرين والرمل وتسمى بالسهل الفيضي، ان ترسبات العصر الرباعي التي تمثل السهل الفيضي والمصاطب النهرية والتربة طغت على معظم المنطقة ، وتشغل مساحة واسعة من الأراضي المنبسطة تمتد مع محاذاة الحافة الشرقية لنهر دجلة، وتغطي معظم تكوين الفتحة ويصل ارتفاعها فوق النهر حوالي 10 م والشكل (1) يبين حدود التكوينات الجيولوجية والمستنبطة من الخارطة الجيولوجية للساحل الايسر لمدينة الموصل [4].

كما معلوم ان من مهام مهندس الجيوتكنيك هو التنبؤ بسلوك وأداء التربة كمادة إنشائية أو كمادة تحمل للأعمال الإنشائية [5] ، وبناء على ذلك فان تقييم التربة يبدأ من مرحلة الاستكشاف وجمع المعلومات المتوفرة من خلال مرحلة التحريات التي توفر المعلومات اللازمة للدراسات الأولية للمشاريع [6].

لقد كان توثيق مثل هذه البيانات يتم في السابق باستخدام الوسائل التقليدية من جداول وتقارير ورقية وهذه تحتاج دائماً الى صيانة وحفظ اضافة الى تنظيم البيانات لكي يسهل الرجوع اليها لاحقاً وهذا يصعب متابعته ونظراً لكون معلومات خواص التربة الهندسية تختلف حسب الموقع على الارض لذلك فان من

القيمة المتوقعة مقارنة بالقيمة الحقيقية المقاسة والتي يرمز لها بالحرف (X) كما تم حساب مقدار معدل الجذر التربيعي ومعدل الخطأ.

المحتوى الرطوبي W/C

يعرف المحتوى الرطوبي بأنه النسبة بين وزن الماء الموجودة في التربة مقسوماً على وزن المادة الصلبة الموجودة في التربة حيث ان المحتوى الرطوبي يلعب دوراً مهماً خاصة في حال كون التربة ذات خاصية انتفاخية ومن خلال البيانات التي تم الحصول عليها تم ايجاد المحتوى الرطوبي لاعمق ضمن (1-2) م عن مستوى سطح الارض حيث تم تجميع النتائج المتوفرة لـ 195 حفرة اختبارية وعمل تحليل احصائي ومن خلال هذا التحليل تم ايجاد خارطة تنبؤية استناداً الى التحليل الاحصائي وكما في الشكل (3) حيث تم الحصول على علاقة بين النتائج الحقيقية والنتائج التنبؤية $(0.407 * X + 9.689)$ وكان معدل الجذر التربيعي (0.89) ومعدل الخطأ (0.19) وتشير النتائج الى انه كلما زادت عدد النقاط فان النتائج تكون افضل . يلاحظ من الشكل ارتفاع ملحوظ في محتوى الرطوبة في مناطق من الموصل مثل احياء العربي والرشيديّة (1،2) ويعتقد ان سبب ذلك القرب من النهر وانخفاض المستوى ووجود اراض زراعية. وبالمقابل هناك انخفاض حول منطقة حي كولان (83) وحي الرشيد (57) لكونها مناطق حديثة تقع على أطراف المدينة.

مستوى المياه الجوفية W.T.

يرتفع مستوى المياه الجوفية عن طريق مياه سقي المزروعات او التسرب من مياه الانابيب او الامطار وغيرها. في هذا البحث تم الحصول على (166) حفرة اختبارية تحوي بيانات عن عمق المياه الجوفية. حيث يلاحظ في الشكل (4) مستوى المياه الجوفية، وتم الحصول على علاقة بين النتائج

اختبارية في منطقة الدراسة وتم الحصول على هذه المعلومات بطرق عدة نوجزها بما يلي .لاحظ الشكل رقم (2) .

- (a) دوائر الدولة ذات العلاقة مثل مديرية الأنبيّة المدرسية والصحة والبلدية الخ .
 - (b) من الأطاريح والبحوث المنشورة لمنطقة الدراسة.
 - (c) المختبرات العاملة في مدينة الموصل.
- 2- استحصال صورة فضائية لمنطقة الدراسة وإجراء عملية التصحيح عليها باستخدام تقنيات الـ GIS لتكون قاعدة في تحديد مواقع نماذج التربة المدروسة.
- 3- تسقيط مواقع النماذج المأخوذة في الفقرة (1) على الصورة الفضائية كطبقة ضمن الحزمة البرمجية GIS . حيث يتم تحديد مواقع الحفر الاختبارية باستخدام الأحداثيات المعتمدة بنظام أجهزة تحديد الموضع العلمي للإحداثيات (GLOBAL POSITIONING SYSTEM) GPS
- 4- ادخال كافة البيانات ضمن قاعدة معلومات (بيانات) ضمن برنامج Arc GIS 9.3.
- 5- التحليل الجيوإتكنيكي والاحصائي للمعلومات المستحصلة وتأشير مناطق التربة المختلفة.

النتائج والمناقشة

تم جمع بيانات التربة الخاصة بالمتغيرات التالية: المحتوى الرطوبي، عمق المياه الجوفية، المحتوى الجبسي، والتكهفات لكل الحفر الاختبارية التي تحتوي على هذه المعلومات وتم تغذيتها بشكل جداول من خلال برنامج ArcGIS وفي هذا البرنامج تم تكوين طبقات مختلفة حسب الصفات وهكذا اصبحت المعلومات جاهزة لاجراء اية عمليات رياضية او احصائية للحصول على نتائج ذات فائدة للمهندسين واصحاب القرار وفي الفقرات التالية وصف موجز لكل من الخواص المذكورة اعلاه مع مناقشة التوزيع واهم الاستنتاجات. حسب معادلة تنبؤية تمثل مقدار

مستوى مياه جوفية عالي مع المحتوى الجبسي العالي ضروري للتنبؤ بوجود هذه الفجوات وكما مبين في الشكل (6).

الاستنتاجات

أظهر البحث امكانية شمول كم هائل من البيانات في نظم المعلومات الجغرافية وسهولة الحصول على المعلومات التنبؤية حول أي نقطة ضمن منطقة الدراسة كما يمكن إجراء تحليل احصائي ورياضي وتكوين معادلات تنبؤية مع نسبة من الخطأ يمكن تقليلها بزيادة عدد النقاط الاختبارية وكثال على ذلك لمقارنة النتائج المأخوذة من احدى مناطق الجانب الايسر حي البريد (23) للتنبؤ بمستوى المياه الجوفية وحسب التنبؤ الاحصائي كانت القيمة 5.5 م وعند تطبيق المعادلة الخاصة بمستوى المياه الجوفية كانت النتيجة 6.35 م بينما القيمة الحقيقية كانت 6م. وفي كل الاحوال لاتغني هذه النتائج عن اجراء فحوصات حقلية كاملة في موقع أي مشروع مقترح لضمان سلامة الإنشاء.

المصادر

1. ثابت، كنانة محمد ثابت، والخشاب، محمد نذير ،و خطاب ، سهيل إدريس عبد القادر، ومحمود، محمد نجم، 1989 ، "حالات من هبوط أبنية في الموصل القديمة" ، مجلة التربية والعلم، العدد السادس ، كانون الثاني.
2. أديب ، هدير غازي محمد، 1988 ، "تركيبية وطباقية مدينة الموصل - الجانب الأيمن"، رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة الموصل.
3. حجي بتي، ازهر خليل سليمان، 2002، 'دراسة جيومورفولوجية لمنطقة القناة الاثرية الواقعة على الضفة اليسرى لنهر دجلة (باستخدام معطيات التحسس النائي)'، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.

الحقيقية والنتائج التنبؤية ($0.671 * X + 1.239$) وكان معدل الجذر التربيعي (0.866) ومعدل الخطأ (-0.008) ويلاحظ قلة المعلومات نتيجة نقص عدد الحفر الاختبارية الحاوية على قيمة لمستوى المياه الجوفية بسبب قلة اعماق الحفر الاختبارية مما يحول دون ملاحظة المياه الجوفية لبعض المناطق ضمن المنطقة المدروسة.

محتوى الجبس Gypsum Content

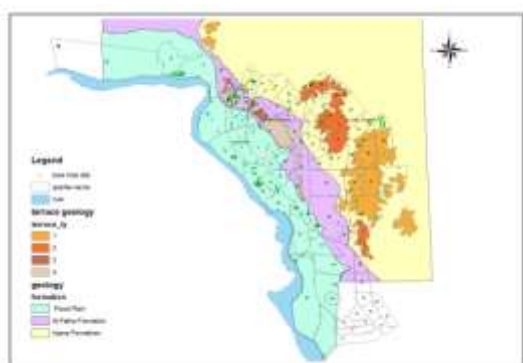
من الفحوصات المهمة للتحري عن خواص التربة هو فحص المحتوى الجبسي وذلك لاهميته وخاصة في حال وجود تغيير في مستوى المياه الجوفية وذلك لما يسببه في ذوبان الجبس مما يولد فراغات وتغيير بنية التربة مما ينعكس سلبا على سلوك التربة تم عمل خارطة للمحتوى الجبسي لاعماق (0-4) م عن مستوى سطح التربة لنماذج مأخوذة من (111) حفرة اختبارية وكما في الشكل (5) وتبين العلاقة بين النتائج الحقيقية والنتائج التنبؤية ($0.905 * X + 0.256$) وكان معدل الجذر التربيعي (1.106) ومعدل الخطأ (0.019) ويلاحظ في بعض المناطق مثل حي العربي (2) وحي الكرامة (36) وحي القدس (37) نسبة الجبس العالية ففي هذه المناطق ينصح باستعمال بعض المعالجات مثل استعمال السمات المقاومة وكذلك عمل بعض التحسين للتربة وذلك للحيلولة دون وصول المياه للتربة تحت الأسس.

التكهفات Cavities

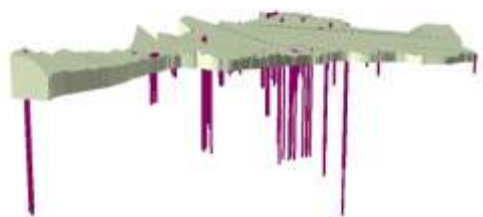
تشكل الفجوات المتكونة في التربة خطورة على الابنية التي تبنى فوقها وخاصة اذا كانت تلك الفجوات كبيرة وقريبة من سطح الارض . ان اهم مصدر محتمل لوجود الفجوات هو ذوبان الاحجار الجبسية بتأثير المياه الجوفية [14] ، لذا من الضروري الربط بين المحتوى الجبسي للتربة ومستوى المياه الجوفية فتأشير المناطق التي تحوي خاصيتي وجود

13. Mahmood, M. Mustafa, 2006 "Digital Geotechnical Map of Baghdad City Al-Rasafah Side Using GIS and Remote Sensing Techniques", Ph.D. thesis, University of Technology, Baghdad, Iraq.

14. Thabet, K.M. , Al-Khashab, M.N. & Al-Ashou , M.O. "Some effects of cavities on the satability of building in Mosul city- a case history" Jour. Geol. Soc. Iraq, vol.19, No2, 1986.



شكل (1) : مخطط يبين توزيع التكاوين الجيولوجية والمصاطب النهرية للجانب الأيسر لمدينة الموصل⁽¹⁰⁾.



شكل (2) : مخطط يوضح الجانب الأيسر من مدينة الموصل ومواقع واعماق الحفر الاختبارية بنظام ثلاثي الأبعاد .

4. الجبوري، منهل عبد السلام، 1988 ، "جيولوجية منطقة الموصل شرق نهر دجلة " ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم، جامعة الموصل.

5. Bowles, J. E., 1984, " Physical and Geotechnical Properties of Soils " , 2nd Edition, McGraw Hill International Student Editions.

6. الشكرجي ، يوس ، والمحمد ، نور ، 1985 ، " هندسة الاسس" ، الطبعة الأولى، مطبعة جامعة الموصل.

7. Rajesh, S., Sankaragururaman, D., and Das, A., 2003, " A GIS/LIS Approach for Study on Suitability of Shallow Foundation at Chennai , India " , Map Asia Conference, Emerging Application, Paper from the Internet, GISdevelopment.net .

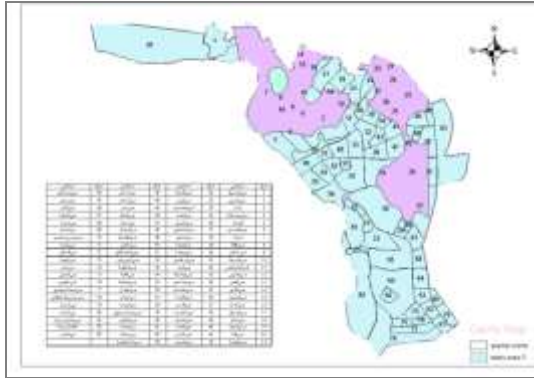
8. القصبي، احمد عثمان، وعجيب، ايمن سليمان، 2004 "انشاء خرائط لتمثيل طبقات التربة في ثلاثة ابعاد باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية: مركز بحوث جامعة الملك سعود، كلية الهندسة، التقرير السنوي، رقم البحث /37 / 422 .

9. Cavaleiro , V. M. , Carvalho , J. A. R. & Gomes, L. F., 2006," Geotechnical mapping in the area of Covilha , Portugal. A methodology using GIS" , The Geological Society of London.

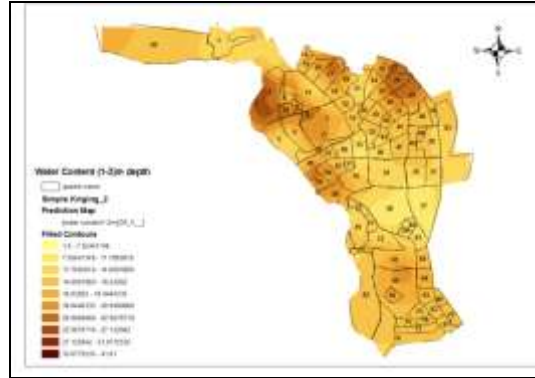
10. جردانة، عصام، 2007، "خريطة جيوتقنية لمدينة نابلس - فلسطين " مجلة جامعة النجاح للابحاث ، المجلد 21.

11. Mendes, Rodolfo Moreda & Lorandi , Reinaldo , 2010 , "Geospatial Analysis of Geotechnical Data Applied to Urban Infrastructure Planning " , Journal of Geographic Information System , Vol. 2 , 23-31.

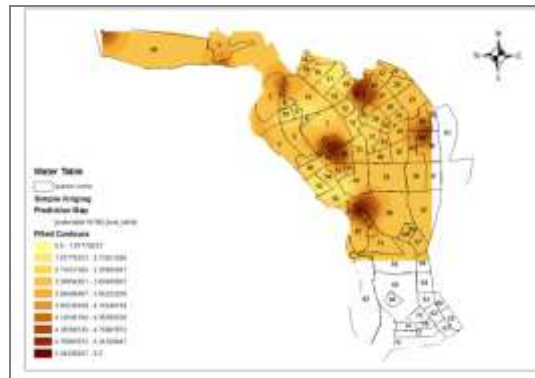
12. Anbazhagan , P. , 2010, "GIS Based Subsurface Geotechnical Model of Bangalore", Science and Engineering Research Council , <http://www.serc-dst.org/ar04-05seismicity.htm>.



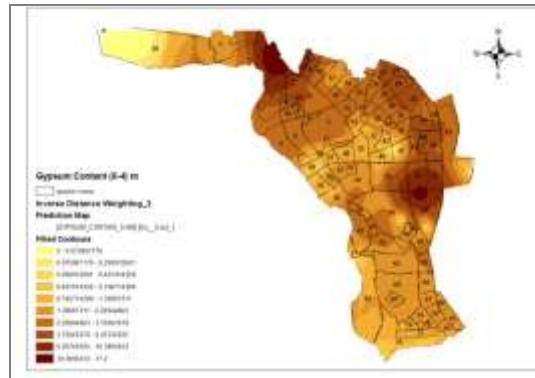
شكل (6) : مخطط يبين خارطة تنبؤية للتكهفات الموجودة في الجانب الأيسر من مدينة الموصل مع أسماء الأحياء وأرقامها.



شكل (3) : مخطط يبين خارطة تنبؤية للمحتوى الرطوبي لعمق (2-1) م عن سطح الأرض



شكل (4) : مخطط يبين خارطة تنبؤية لمستوى المياه الجوفية لاجزاء من الجانب الايسر من مدينة الموصل.



شكل (5) : مخطط يبين خارطة تنبؤية للمحتوى الجبسي لاعمق (0-4)م للجانب الأيسر من مدينة الموصل.