

دراسة جيوتكنيكية لبعض الخواص الفيزيائية والكيميائية والهندسية لتربة مدينة أبل

عراق- محافظة بابل (وسط العراق)

محسن عبد علي الفرجي

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

عامر عطية لفتة محسن عبيد خلف

علم الأرض التطبيقي - كلية العلوم - جامعة بابل

Mohsengeo423@yahoo.com

المستخلص

اجري هذا البحث على تربة ناحية ابي عرق - محافظة بابل بالاعتماد على التحريات التي قامت بها شركة المعول لهذه المدينة عام ٢٠١٢، ويهدف البحث الى عمل تقويم جيوتكنيكي لهذه التربة لما له من اهمية في التصاميم الانشائية. علما ان هذه الدراسة هي سلسلة للتقويم الجيوتكنيكي لترب العراق في المحافظات الوسطى والجنوبية
تضمن البحث حفر (١٣) بئراً حفرة اختبارية موزعة على الناحية ويعمق (١٥) م. أُعتمد في التقويم على المعلومات المستحصلة من العمل الحقلّي وعلى نتائج الفحص المختبري للنماذج المخلخلة وغير المخلخلة المأخوذة من تربة منطقة الدراسة.
اظهرت نتائج البحث بأن التربة السطحية طينية غرينية ثم رملية غرينية لتعود الى طينية غرينية. وتصنف الى طينية واطئة اللدونة لمعظم الاعماق مع تربة رملية غرينية حاوية على الطين مع قليل من الجبس وصولاً الى نهاية الحفر.
وتراوحت عدد الضربات (N) لفحص الاختراق القياسي (S PT) بين (٥-٦/٥٠) ضربة، مستوى الماء الجوفي من (١,٢٠-١,٤٠) م تحت مستوى سطح الارض الطبيعي (N.G.S). ومحتوى الرطوبة (M.C) بين (١٩,٤-٢٩,١%) من وزن النماذج. اما التوزيع الحبيبي فقد تراوحت نسبة الطين بين (١٤-٦١%) ونسبة الغرين بين (٢١-٢٦%) ونسبة الرمل بين (١٧-٦٢%). وقد تراوحت حدود اتبرك لحد السيولة (LL) بين (٤١,٥-٥٧%) وحد اللدونة (PL) بين (١٧,٣-٤١%) ومؤشر اللدونة (PI) بين (٨,٦-٢١%) وقد حُسبت قابلية تحمل التربة بطريقتي Static Method و Dynamic Method وقد تراوحت بين (٣,٢١-١١,٣٨) طن/م^٢ بطريقة static method . اما المحسوبة بطريقة Dynamic method فقد تراوحت بين (٥,٠-٢٧,٣) طن/م^٢. وقد تبين بالتحري والفحص المختبري بأن التربة بحاجة الى معالجات هندسية لغرض اقامة المنشآت الهندسية عليها.
الكلمات المفتاحية: ترب طينية، التصاميم الانشائية، SPT ، جيوتكنيك

Abstract

This research was carried out on the soil of the Abu Grag District , while is based on the investigations carried out by Al-Mawal company in the year or 2012. The aim of this research is the Geotechnical Evaluation of these so is soil which is important (essential) in the construction design.

This research included the aging of test well, distributed all over the city. The depth of these wells is 15m.

This evaluation is based on the information's obtained from the field work and the results of lab. test carried out on the compacted and not compacted samples taken from the soil of area.

The results of this research showed that the soil classified to clay with high and low plasticity, and clayey silty sand with content gypsum for final depth

The number of vales (N) of standard penetration test (SPT) is between (5-50/6" blow) and water table is between (1.20-1.40)m below natural ground surface (N.G.S).

The moisture content (M.C) is between (19.4%-29.1%) of samples weight. The percentages of clay in the grain distribution is between (14%-61%), and for silt between (21%-26%), and for sand between (17%-62%). The value of the liquid limit (L.L) is (41.5%-57%), the plasticity limit (P.L) is (17.3%-41.0%) and the plasticity index (P.I) is (8.6%-21.0%). The dynamic and static methods are used to estimate the bearing capacity .

The value of allowable bearing capacity is (3.21-11.38) ton/m²,in using the static method while in using dynamic method the value is (27.3-5.0)ton/m². The investigation and lab test showed that soil needs treatments for the sake of constructing engineering Projects on it .

Key ward: Geotecnic, SPT, Construction designs, Clay soils

تتكون التربة من مجموعة من المعادن يتفاوت حجمها من احجام مجهرية الى حصى كبيرة جداً (Ter Zaghi and Peck,1967). وتتكون التربة من ترسيب المواد المنقولة من عمليات التجوية بنوعيتها الميكانيكية والكيميائية (عبد الهادي، ١٩٩٨).

وتتخلل جسيمات التربة الصلبة بين مساماتها غازات مره ذائبة مع ماء التربة وما يحويه من مذابات . أي انها مثال للطور غير المتجانس (عبد الهادي، ١٩٩٨).

ان الدراسة الجيوتكنيكية تشمل جميع الاعمال التي تتعلق باستكشاف الموقع ودراسة المياه الجوفية وعلاقتها بالتربة وهي تضاف الى دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والهندسية لاجل الوقوف على تصرف التربة عند اقامة منشأ هندسي عليها (فتوحى واخرون، ١٩٨٩؛ الزبيدي ، ٢٠٠٦ ؛ CHANG and DUNCAN1970).

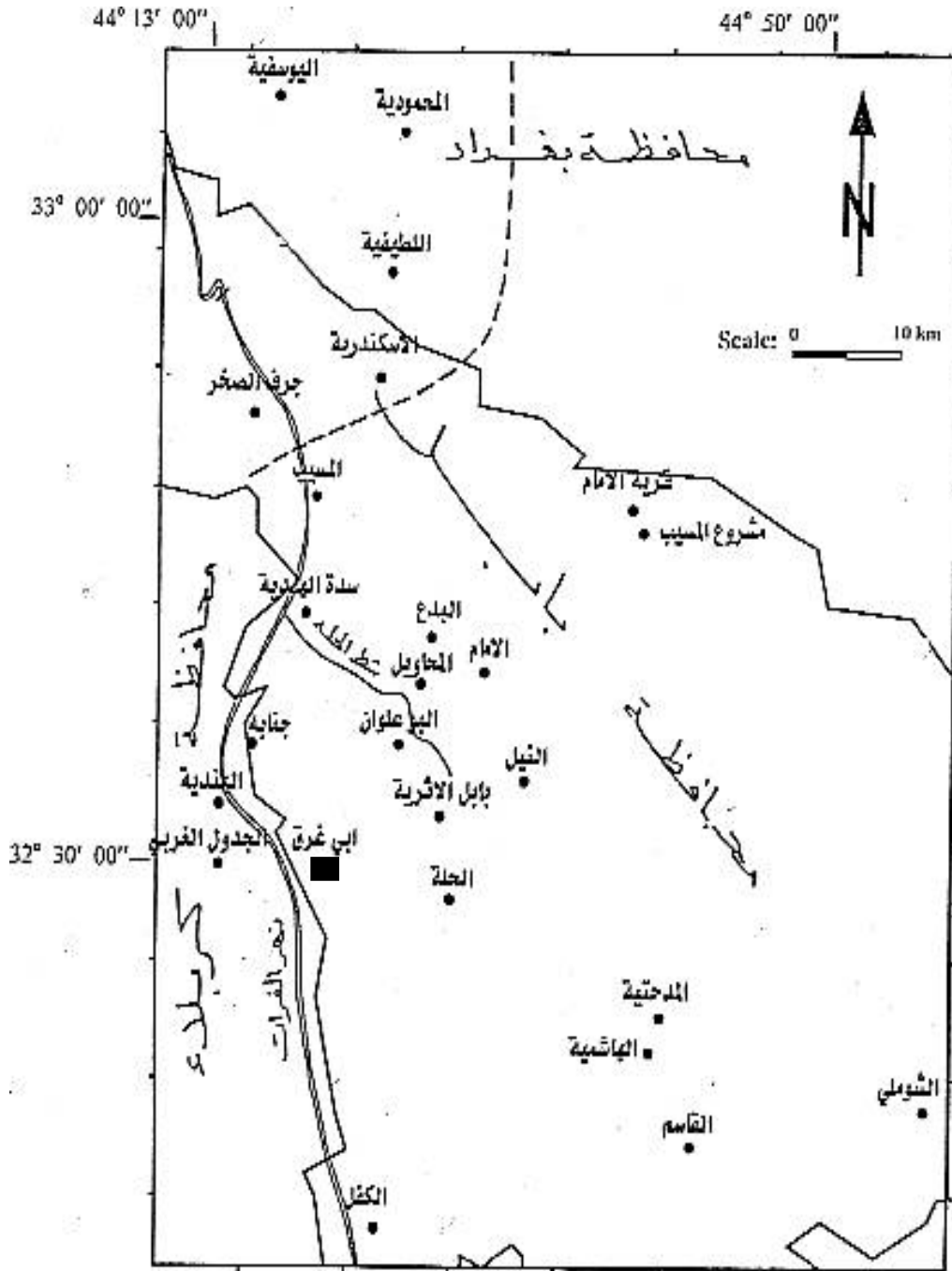
ويعد التدرج الحبيبي للتربة هو الاساس الذي يمكن الرجوع اليه في أي نظام من انظمة تصنيف التربة، اما الخواص الدليلية للتربة (Index properties) ومنها دليل القوام (consistency Index) ودليل السيولة (liquidity Index) ودليل المتانة (Toughness Index) وكذلك نفاذية التربة ومقاومة القص وتصنيف التربة الطينية الذي يمكن الحصول عليها من حدود اتربيك ، وهي تشترك جميعها في معرفة تصرف التربة وتعطى انطباعاً فيما اذا كانت التربة تتعرض لظاهرتي الانكماش والانتفاخ وكذلك تخمين معدنية التربة (الشكرجي، ١٩٩١؛ الخالدي واخرون، ٢٠٠٩) .

وتلعب انواع المعادن التي تحويها التربة دوراً هاماً في تقرير الخواص الهندسية لها ، حيث ان المكونات المعدنية للرمل تظهر قليلاً من المشكلات لكونها تتألف بشكل اساسي من المعادن ذات المقاومة العالية لعوامل التجوية الميكانيكية اما التركيب المعدني للطين فهو اكثر تعقيداً من الرمل وان اكثر الصفات الهندسية الشاذة والغريبة للطين هي نتيجة للمعادن التي يحويها الطين (فتوحى واخرون ، ١٩٩٠) .

اما قوة قابلية التحمل للتربة (والتي نطلق عليها قابلية قوة الدعم Supporting power) فهي تعتمد على فحص الاحتراق القياسي الحقلي وكذلك على مقاومة التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي التي نحصل عليها من فحص القص المباشر للتربة . وان حسابها يعطي الامكانية في معرفة تحمل التربة للاحمال المقامة عليها (bowles,1996). ولذا فان دراسة الخواص الجيوتكنيكية وتقييمها للاغراض الهندسية هو السبيل للوصول الى معرفة تصرف التربة الهندسي .

٢- موقع وجيولوجية وهيدروولوجية منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة (مدينة ابي غرق) التابعة لمحافظة بابل وسط العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي وتبعد عن مركز المحافظة (٨) كم غرباً . الشكل (رقم ١) وهي منطقة منبسطة وتتحدر باتجاه الجنوب الغربي . يتخللها جدول صغير ذو اتجاه جريان من الشمال نحو الجنوب وينتهي بالمنطقة الزراعية المحيطة بالناحية. ان منسوب المياه الجوفية يتراوح بين (١,٢ - ١,٤) م تحت مستوى سطح الارض الطبيعي (جدول رقم ١). وتقع المنطقة بالاعتماد على التقسيم التكتوني ضمن المنطقة المستقرة. اما من الناحية الجيولوجية فان منطقة الدراسة كباقي مناطق السهل الرسوبي مغطاة بترسبات العصر الرباعي وهي تتكون من تتابعات طينية غرينية ذات نسبة معينة من الرمل النهري الناعم (Al-Naqip et al., 1967; Al-Kadimi et al.,1996).



شكل (١) : يبين موقع منطقة الدراسة بالنسبة الى محافظة بابل

منطقة الدراسة

مجلة جامعة بابل / العلوم المنصبة / لعدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

جدول (١): يبين مستوى المياه الجوفية في منطقة الدراسة

The date of measurement	under ground water elevation (m)	BH.NO
2012-May	1.30	1
=	1.20	2
=	1.30	3
=	1.25	4
=	1.20	5
=	1.20	6
2012-May	1.40	7
=	1.35	8
=	1.20	9
=	1.25	10
=	1.30	11
=	1.30	12
=	1.25	13

٣- العمل الحقلية :

تمثلت هذه المرحلة بانجاز أعمال (١٣) حفرة اختباريه بأعماق (٥ متر) من سطح الأرض الطبيعية خلال سنة ٢٠١٢ باستخدام حفارة ميكانيكية (بالحفر الدوراني). وعلى أساس ان عدد الحفر يغطي معظم المنطقة. وأخذ ثلاثة انواع من العينات جدول (٢) هي عينات مشوشة تكون مفككه ومفتته وتأخذ بواسطة أكياس نايلون وأخرى غير مشوشة تأخذ بواسطة أنابيب شلبي ثم يشمع الأنبوب وثالثه من رأس فحص الاختراق القياسي جدول (٢). ويقاس مستوى المياه الجوفية موقِعاً بعد مرور أربع وعشرين ساعة على انتهاء الحفر.

جدول (٢) يوضح أنواع النماذج وطرق استخدامها ونوع الفحوصات التي يمكن إجراؤها عليها

نوع النموذج	طريقة الاستخراج	الفحوصات التي تتم على النموذج
DS مخلخل	بواسطة بريمة الحفر	فحص القوام ،الحجم الحبيبي،الفحوصات الكيميائية،الوزن النوعي
US غير مخلخل	بواسطة أنابيب شلبي	فحوصات المقاومة والانضمام والكثافة
SS مخلخل	SPT من فحص	فحوصات القوام،الحجم الحبيبي،الفحوصات الكيميائية،الكثافة والمقاومة

وقد تم تسجيل المعلومات الحقلية المتعلقة بتتابعات التربة ومنسوب المياه الجوفية لكل موقع وعدد الضربات لفحص الاختراق القياسي.

٤- الفحوصات الموقعية:- In-Site Testing

٤-١- فحص الاختراق القياسي (SPT) Standard Penetration Test

بعد فحص الإختراق القياسي (SPT) من الفحوصات المهمة الحقلية لحساب قابلية التحمل موقِعاً لكل الأعماق وفي كل بئر أيضاً تُعرف الكثافة النسبية للتربة الرملية والحصى (التربة غير المتماسكة Cohesionless) وقوام التربة (soil texture) للتربة الطينية الغرينية المتماسكة (Cohesive Soil) بالإعتماد على المواصفات ASTM المرقمة D158667 .

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

يتألف جهاز الـ S.P.T من انبوب (Split Spoon) قطره الداخلي (٣٥ ملم) وقطره الخارجي (٥٠,٨ ملم) وطوله (٤٦٠ ملم) تدفع الى باطن الارض بواسطة مطرقة حديدية وزنها (٦٣,٣ كغم) تتحرك على عمود حديدي طوله (٧٦ سم) حيث تحسب عدد الضربات (N-blows) للنزول الى مسافة (٣٠٠ ملم). فإذا كانت التربة رخوة (Soft) يكون الاختراق سريعاً وبعدها ضربات قليلة. أما إذا كانت التربة قوية (Hard) يكون الاختراق بطيئاً وبعدها ضربات أكثر. والقيم كما مبيّنة في (ملحق رقم ١).

٤-٢- منسوب المياه الجوفية:-

Ground Water Table Observation

ان منسوب المياه الجوفية في كما مبين في الجدول رقم (١) مفاسه من سطح الأرض الطبيعية في شهر ايار ٢٠١٢ وهو قابل للتغير في فصول السنة.

٥- الفحوصات المختبرية Laboratory Testing

تضمنت الفحوصات المختبرية على النماذج كالاتي (جدول ٣) وبالاعتماد على المواصفة العالمية ASTM-D-2488, 422, 4318, D- 4767 و D- 2850 و D- 2266 و 2435 و 854 في اجراء الفحوصات

المختبرية لنماذج منطقة الدراسة.

- أ- الفحوصات الفيزيائية للتربة :-
 - المحتوى المائي الطبيعي Natural Moisture Content .
 - التحليل الحبيبي الحجمي (الجاف والرطب) Grain Size Analysis بالاعتماد على المواصفات .
 - حدود اتبرغ Atterberge Limits بالاعتماد على المواصفات.
 - الوزن النوعي Specific Gravity
 - وحدة الوزن Unit Weight
- ب- فحص الإنضمام Consolidation Test
- ت- فحص الإنضغاط أحادي المحور Unconfined Compression Test
- ث- فحص القص المباشر Direct Shear Test
- ج- الفحوصات الكيميائية Chemical Test
 - محتوى الكبريتات (SO₃%) Sulphate Content Test
 - الأملاح القابلة للذوبان Total Soluble Test
 - محتوى الجبس Gypsum Content
 - محتوى الكربونات (CaCO₃) Carbonate Content
 - محتوى الكلوريدات (Cl) Chloride Content
 - محتوى المواد العضوية (Org) Organic Matter Content

٦- طرق الفحص Methods of Testing

كل الفحوصات المختبرية أختبرت بموجب المواصفات الأمريكية ASTM والبريطانية B.S .

٧- الغرض من العمل Purpose of Investigation

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

الغرض الرئيس من تحريات التربة هي كما يلي :

- لجمع المعلومات الملائمة للتصميم المناسب للأسس
- لتوضيح التوزيع الطبقي للتربة في الموقع
- لتعيين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة والخواص الكيميائية للمياه الجوفية .
- لتحديد عمق الأسس والتوصية بالأشكال المفضلة .
- لحساب قابلية تحمل التربة المسموح بها Allowable Bearing Capacity
- لحساب مقدار الهبوط The Settlement Parameter

النتائج ومناقشتها

قُيِّمت نتائج الفحوصات المختبرية والحقلية للموقع، وقد مثلت النتائج على شكل مخططات Graphs و جداول Tables وملحق Appendice.

أُعتمدت على المواصفة العالمية D-4767 , 422, 4318 , ASTM D-2488, 2850 و D-2266 و 2435 و 4318 و 854 في إجراء الفحوصات المختبرية لنماذج منطقة الدراسة ولغرض الحصول على الخواص الفيزيائية والهندسية:-

٨-١- وصف طبقات التربة

من التصنيف الهندسي والنسجي للتربة الملحق رقم (١) يبين أن طبقات التربة تتكون من :

- طبقة من الطين الغريني (Silty Clay) تمتد من سطح الأرض الطبيعية إلى غاية عمق ٦,٥ م وتصل إلى ٩ م لبعض الآبار ما عدا الآبار (١٣، ١٢، ١١) فالترربة الطينية تقتصر على السطح لتعود رملية.
- الأعماق البعيدة تميل إلى أن تكون رملية بالغالب مع وجود الغرين والطين والجبس في العمق الأخير.

٨-٢- كيميائية المياه الجوفية

من خلال التحليل الكيميائي للمياه الجوفية هي كما في جدول (٣) يتضح بأن المياه الجوفية ذات قاعدية عالية والكبريتات ذات كمية بحيث تأثر على الكونكريت .

جدول رقم (٣) نتائج التحليل الكيميائي للمياه الجوفية

SO ₄ mg/l	Cl mg/l	PH	EC * 10 ³ mm hos/cm	TDS mg/l	Depth water (m)	BH .No
-------------------------	------------	----	-----------------------------------	-------------	--------------------	--------

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

1045	57	8.0	-	1270	1.30	1
1041	55	8.0	-	1274	1.20	2
1053	54	8.1	-	1269	1.30	5
1049	58	8.0	-	1281	1.25	6
1056	58	8.0	-	1283	1.20	7
1051	56	8.0	-	1290	1.20	8
1050	61	7.9	-	1288	1.40	9
1054	62	8.0	-	1281	1.35	10
1042	59	8.0	-	1268	1.20	11
1049	57	8.0	-	1263	1.25	12
1043	55	7.9	-	1267	1.30	13

٩- قابلية التحمل Bearing Capacity

١- الطريقة الديناميكية وتعتمد قابلية تحمل التربة المسموح بها على قيمة فحص الاختراق القياسي وبينت النتائج كما في الجدول رقم (٤). واعتمادا على المعادلات التالية :-

- $C_u = 10 \text{ N}$ (Sanglerat , 1972)
- $C_u = 6.25 \text{ N}$ (Terzaghi & Peck , 1948)
- $C_u = 29 \text{ N}^{0.72}$ (Hara *et al.* , 1974)
- $C_u = 4.85 \text{ N}^{\text{Field}}$ (Sivrikaya & Togrol , 2002)
- $C_u = (4-6) \text{ N}^{\text{Field}}$ (Stroud , 1974)

Based on the soil consistency estimations of Terzaghi & peck (1967) given in Table (10)
 $q_{all} = 1.1 C_u$

جدول (٤) قيم قابلية تحمل التربة المسموح بها من عدد ضربات فحص الاختراق القياسي

Depth (m)	SPT(N) Total for 300mm BH.1	SPT(N) Total for 300mm BH.2	SPT(N) Total for 300mm BH.3	SPT(N) Total for 300mm BH.4	SPT(N) Total for 300mm BH.5	SPT(N) Total for 300mm BH.6	Average SPT(N) Total for 300mm	Ave. B.C T/M ²
1.5	-	15	-	-	-	-	15	7.8
2.0	5	-	-	15	-	-	10	5.0
3.0	-	-	16	-	14	18	16	8.0
4.5	-	28	-	-	-	-	28	11.2
5.0	27	-	-	24	-	-	25	10.4
6.0	-	-	32	-	21	35	29	11.4
7.5	-	42	-	-	-	-	42	14.8
8.0	34	-	-	16	-	-	25	10.4
9.0	-	-	40	-	20	32	31	12.0
10.5	-	33	-	-	-	-	33	12.5
11.0	49	-	-	28	-	-	38	13.7
12.0	-	-	34	-	39	43	39	14.0
15.0	86	91	91	85	80	83	86	26.3

Depth (m)	SPT(N) Total for 300mm BH.7	SPT(N) Total for 300mm BH.8	SPT(N) Total for 300mm BH.9	SPT(N) Total for 300mm BH.10	Average SPT(N) Total for 300mm	Ave. B.C T/M ²
2.0	-	15	9	11	12	6.0
3.5	11	-	-	-	11	5.7

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

5.0	-	13	17	24	18	8.5
6.5	23	-	-	-	23	9.8
8.0	-	16	28	20	21	9.3
9.5	20	-	-	-	20	9.1
10.5	-	-	-	26	26	10.7
12.0	13	24	21	33	23	9.8
15.0	87	83	50/6"	90	90	27.3

Depth (m)	SPT(N) Total for 300mm BH.11	SPT(N) Total for 300mm BH.12	SPT(N) Total for 300mm BH.13	Average SPT(N) Total for 300mm	Ave. B.C T/M ²
1.5	9	-	-	9	4.5
3.0	-	17	12	14	7.3
4.5	16	-	-	16	8.0
6.0	-	28	26	27	11.0
7.5	17	-	-	17	8.3
9.0	-	16	17	17	8.3
10.5	15	-	-	15	7.8
12.0	-	32	31	31	12.0
14.5	53	-	-	53	17.6
15.0	-	41	38	39	14.0

٢- الطريقة السكون (الاستاتيكية) بالاعتماد على المعادلة التالية :-

$$q_{ult} = C N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma_{sub} B N_{\gamma}$$

حُسبت قابلية تحمل التربة باخذ عامل امان مساويا الى (٣) وكانت النتائج كما في الجدول (٥)

جدول (٥) قيم قابلية تحمل التربة المسوح بها من قيم التماسك وزاوية الاحتكاك

BH.NO	Depth m	Triaxial test		Direct shear test		γ_{wet} gm/cm ³	γ_{drv} gm/cm ³	qu T/m ²
		Un drained Cu T/m ²	Un drained ϕ_u	Drained C T/m ²	Drained ϕ			
BH.1	1-1.5	1.52	9	-	-	1.73	1.35	3.21
=	4-4.5	2.68	8	-	-	1.86	1.48	5.50
=	8-8.5	-	-	0.0	29	1.88	1.47	-
=	14.5-15	-	-	0.0	35	2.10	1.66	-
BH.2	2-2.5	2.37	8	-	-	1.83	1.45	4.75

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

=	5-5.5	2.84	8	-	-	1.85	1.48	5.83
=	10-10.5	-	-	0.0	27	1.86	1.45	-
=	12-12.5	4.27	9	-	-	1.87	1.51	8.63
BH.3	1.5-2	2.44	9	-	-	1.83	1.45	5.10
=	4.5-5	4.29	10	-	-	1.87	1.51	8.68
=	8.5-9	-	-	0.0	31	1.91	1.51	-
BH.4	2.5-3	2.58	9	-	-	1.83	1.46	5.23
=	5.5-6	3.60	8	-	-	1.85	1.47	7.28
=	8.5-9	2.33	10	-	-	1.83	1.44	4.76
=	10.5-11	-	-	0.0	24	1.84	1.42	-
BH.5	2-2.5	2.36	9	-	-	1.83	1.44	3.78
=	5-5.5	3.18	8	-	-	1.84	1.47	6.40
=	8-8.5	3.00	10	-	-	1.84	1.46	6.13
=	12-12.5	-	-	0.0	30	1.89	1.48	-
BH.6	1.5-2	2.76	10	-	-	1.83	1.44	5.38
=	4.5-5	4.62	8	-	-	1.89	1.53	8.25
=	7.5-8	4.34	9	-	-	1.89	1.52	8.70
=	12.5-13	5.70	11	-	-	1.90	1.56	11.38
BH.7	2-2.5	2.14	9	-	-	1.81	1.42	4.31
=	5-5.5	3.37	8	-	-	1.83	1.46	6.85
=	8-8.5	3.22	10	-	-	1.83	1.44	6.56
=	14.5-15	-	-	0.0	36	2.11	1.67	-
BH.8	1-1.5	2.38	10	-	-	1.83	1.45	4.80
=	4-4.5	2.16	9	-	-	1.82	1.42	4.27
=	8-8.5	-	-	0.0	20	1.81	1.40	-
=	10-10.5	3.52	10	-	-	1.84	1.46	7.10
BH.9	2.5-3	1.87	9	-	-	1.80	1.41	3.84
=	5.5-6	2.68	9	-	-	1.84	1.46	5.45
=	8.5-9	3.80	10	-	-	1.85	1.48	7.74
BH.10	1-1.5	2.15	10	-	-	1.80	1.80	4.25
=	4-4.5	3.66	10	-	-	1.84	1.47	7.38
=	7-7.5	3.42	9	-	-	1.84	1.46	6.90
=	10-10.5	-	-	0.0	25	1.84	1.42	-
=	13-13.5	4.59	10	-	-	1.87	1.51	9.26
BH.11	4-4.5	-	-	0.53	21	1.82	1.41	-
=	7-7.5	-	-	0.91	19	1.82	1.42	-
BH.12	1.5-2	2.60	10	-	-	1.83	1.44	5.18
=	5.5-6	-	-	0.60	20	1.84	1.43	-
=	9.5-10	2.70	10	-	-	1.84	1.47	5.49
=	13.5-14	4.17	7	-	-	1.90	1.56	8.30
BH.13	2-2.5	1.94	10	-	-	1.81	1.42	3.87
=	6-6.5	-	-	0.85	17	1.84	1.43	-
=	10-10.5	2.80	9	-	-	1.84	1.47	5.70
=	13-13.5	4.10	-	-	-	1.89	1.54	8.23

Df= the depth of foundation (m)	allowable bearing capacity T/m ²
(1.0) m	(5.40) T/m ²
(2.0) m	(6.87) T/m ²
(3.0) m	(8.16) T/m ²
(4.0) m	(9.37) T/m ²

١٠- الهبوط Settlement

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

أن الهبوط المتوقع لهذا الموقع هو (٣,٦٥) سم وهو ضمن الحدود المسموح بها (٥٠ ملم).ASTM.

والجدول (٦) يبين فحوصات الانضمام والتي من خلالها تم حساب الهبوط للموقع.

No of BH	Depth m	Parameters of Consolidation test									
		ρ g/cm ³	Mc	e_0	C_c	C_r	P_0 T/m ²	P_c T/m ²	mv m ² /MN	Cv m ² /MN	OCR
BH.1	4-4.5			0.770	0.164	0.031	8.37	13.0			
BH.4	2.5-3			0.851	0.147	0.046	5.49	12.0			
BH.5	8-8.5			0.860	0.140	0.050	15.64	17.0			
BH.8	4-4.5			0.724	0.187	0.031	8.19	13.0			
BH.10	7-7.5			0.843	0.144	0.052	13.80	16.0			

١١- الفحوصات الكيميائية

من نتائج الفحوصات الكيميائية للتربة جدول (٧) تبين ان أعلى نسبة للأملح الكبريتية في التربة هي (٢,٤٢%)، لذا نوصي باستعمال سممت مقاوم للأملح مع طلاء الأسس والأعمال الخرسانية كافة التي في تماس مع التربة بالقيود لمنع تآكل الخرسانة بفعل وجود النسبة العالية للأملح الكبريتية على أن لا تقل كمية السممت المستعمل عن 410 كغم/م³ وأعلى نسبة حرة للماء إلى السممت (٠,٥٥) (نسبة وزنية). مع وجود نسب عالية الـ CaCO₃ في بعض الاعماق وكذلك (CL) وهي تحتاج الى معالجة هندسية.

جدول (٧) نتائج الفحوصات الكيميائية للتربة

No. of BH	Depth (m)	SO ₃ (%)	Gyp. (%)	TSS (%)	ORG (%)	CaCO ₃ (%)	PH %	Cl (mg/l)
BH.2	1-1.5	0.36	1.71	4.13	1.31	14.0	8.0	170
=	2-2.5	0.44	3.45	5.49	0.88	15.0	8.0	218
=	3-3.5	0.70	3.80	5.62	1.70	16.8	8.0	225
=	4-4.5	0.79	5.29	7.10	1.54	17.0	8.0	200
BH.3	5.5-6	0.91	3.50	6.44	1.85	21.0	8.1	330
=	6.5-7	1.07	4.19	8.26	0.91	23.4	-	186
=	7.5-8	1.19	4.38	8.57	0.83	26.0	-	100
=	8.5-9	1.23	7.42	10.65	0.62	27.0	-	91
BH.5	10-10.5	1.30	8.20	12.50	-	29.0	-	-
=	11-11.5	1.41	10.25	14.15	-	32.0	-	-
BH.6	12.5-13	1.57	8.60	11.27	-	35.0	-	-
=	13.5-14	1.68	9.37	12.38	-	37.0	-	-
=	14.5-15	1.75	9.80	12.54	-	42.0	-	-
BH.7	1-1.5	0.38	2.44	4.37	1.37	11.0	8.0	120
=	2-2.5	0.41	2.80	4.60	1.18	13.0	8.0	147
=	3-3.5	0.47	5.61	7.19	0.90	16.8	8.0	239
=	4-4.5	0.53	4.82	6.54	0.77	17.0	8.1	273
BH.8	5-5.5	0.61	6.20	9.15	0.85	20.0	8.0	225
=	6-6.5	0.77	5.25	7.18	0.71	22.4	-	118
=	7-7.5	0.89	6.47	8.61	0.59	24.0	-	92
=	8-8.5	0.93	6.92	8.27	-	27.0	-	-
BH.9	9.5-10	1.05	11.20	15.62	-	28.0	-	-
=	10.5-11	1.11	9.35	13.27	-	31.0	-	-
=	11.5-12	1.27	9.60	13.28	-	32.0	-	-
BH.10	13-13.5	2.31	10.52	14.18	-	35.0	-	-
=	14.5-15	2.42	8.87	12.64	-	32.0	-	-
BH.11	1-1.5	0.37	1.43	3.37	0.029	8.0	14.0	0.061

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

=	2-2.5	0.43	3.37	5.56	-	8.0	15.0	0.054
=	4-4.5	0.65	3.48	5.88	-	7.9	18.0	0.047
=	6-6.5	0.78	4.23	6.49	-	8.0	17.0	0.042
BH.12	7.5-8	0.99	3.38	5.45	-	8.0	19.0	0.036
=	8.5-9	1.13	5.58	8.13	-	8.0	21.0	0.031
=	10.5-11	1.24	4.64	7.21	-	-	22.0	-
BH.13	12-12.5	1.31	4.30	7.26	-	-	25.0	-
=	13-13.5	1.35	3.52	6.74	-	-	27.0	-
=	14-14.5	1.48	4.79	7.52	-	-	31.0	-
BH.11	1-1.5	0.37	1.43	3.37	0.029	8.0	14.0	0.061

١-١٢ التحليل الحجمي الحبيبي (grain size analysis)

أُعتُمِدَت طريقة التحليل الرطب (Hydrometer analysis) في تحديد النسب المئوية للحبيبات الناعمة (الغرين والطين) العابرة من منخل رقم ٢٠٠ (sieve analysis) حيث ان المتبقي هو نسبة الرمل، ملحق رقم (٢) تبين النسبة المئوية للتوزيع الحجمي الحبيبي. حيث تراوحت النسبة المئوية الرمل من (١٧-٦٢) للمواقع كافة، اما نسبة للغرين فقد تراوحت نسبة (٢١-٢٦) والنسبة المئوية الطين بين (١٤-٦١).

وقد تبين ان التربة هي طينية غيرينية لمعظم التتابعات مع وجود نسبة رمل عالية في الاعماق المتوسطة ولمعظم مواقع الدراسة .

٢-١٢-٢ حدود اتبرك (Atterbeg limits)

تراوحت النسب المئوية لحد السيولة (LL) من (٤١,٥ - ٥٧,٠) وحد اللدونة (pL) بين (٣,١٧-٤١,٠) وبذلك يكون مؤشر اللدونة (pI) ذات قيمة تتراوح بين (٦,٨ - ٢١). الملحق (١) تبين هذه النسب وبالاتحاد على تصنيف التربة الموحد (USCS) تكون التربة طينية عالية اللدونة (CH) وواطئة اللدونة (CL) وغرينية عالية اللدونة وواطئة اللدونة وهذه النسب منتدبة باتجاه العمق لكافة المواقع.

٣-١٢-٣ محتوى الرطوبة Water contevd

ان وجود الماء له تأثيران على التربة: اولهما أنه يكون الضغط بين حبيبات التربة وخاصة الطينية منها، والثاني انه يكون الضغط المسامي (pore pressure) والذي يؤثر على سلوكية التربة (فتوحي واخرون، ١٩٩٠) وتعد لدونة التربة كمؤشر على محتوى الرطوبة .

تم حساب محتوى الرطوبة وقد تراوحت النسبة المئوية الوزنية لها بين (٤,١٩-٢٩,١) الملحق (١) ويعد هذا المحتوى بين الرطوبة عالياً وما يسببه من مشاكل في عملية انضمام التربة والانتفاخ والانكماش وتقليل تماسكها حيث ان تربة منطقة الدراسة طينية غرينية مثلما توضح في البحث فضلاً عن ارتفاع منسوب المياه الجوفية هو السبب الاساسي في ارتفاع محتوى الرطوبة .

٤-١٢-٤ فعالية التربة (Activity of soil)

تراوحت معدل قيم فعالية التربة لمنطقة الدراسة بين (٠,٥٦ - ٠,٥٢) وهي كالاتي :

BH.1=0.52, BH.2=0.55, BH.3=0.56, BH.4=0.55, BH.5=0.54, BH.6=0.56, BH.7=0.56, BH.8=0.53, BH.9=0.52, BH.10=0.56, BH.11=0.53

وكانت متوسطة غير فعالة وتصنف التربة منطقة الدراسة غير فعالة اعتماداً على درجة فعاليتها والتي تقل

عن ٠,٦٥ . الجدول الاتي يبين تصنيف التربة حسب فعاليتها (العش، ١٩٩٧) .

الفعالية (A)	تصنيف التربة
أقل من ٠,٧٥	تربة غير فعالة (Non active)

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / لعدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

تربة اعتيادية الفعالية Normally Active	من ٠,٧-١,٢٥
تربة فعالة Active	من ١,٢٥-٢,٠

١٣- الاستنتاجات

١- ان وصف مقطع التربة السطحية لمنطقة الدراسة للآبار من (١-٩) طينية غرينية مع وجود رمل بنسبة اقل وتمتد الى العمق (٦,٥م) وتصل في بعض الابار الى عمق (٩م). اما البئر (١٠) فترتبه السطحية غرينية ولحد عمق (٤م) تقريباً. اما الابار (١١، ١٣، ١٢) تقتصر على التربة الطينية للاعمق القريبة لتعود رملية. اما الاعماق البعيدة فيغطي عليها الرمل بكمية اكبر مع وجود يذبذب في عمق هذه الطبقة. مع وجود الجبس في العمق الاخير (١٤-١٥م) وبنسبة قليلة.

٢- تصنف التربة الطينية الى طينية واطئة اللدونة (CL) لمعظمها مع وجود اعماق قليلة عالية اللدونة (CH) . اما التربة الرملية فتكون (SM او SC).

٣- منسوب المياه الجوفية قريب الى السطح وهو تقريباً له تأثير على الاسس للمنشآت الهندسية التي ستقام على المواقع. وإن الأملاح المذابة فيها مرتفعة نسبياً وذات قاعدية. لذلك لابد من معالجات هندسية للتربة ولأسس الابنية.

٤- الهبوط ضمن الحدود المسموح وذلك بفحوصات الانضمام.

٥- قابلية التحمل هي متقاربة الى الترب المجاورة كتربة مدينة الحلة وكربلاء.

٦- ان التذبذب في بعض الخواص الفيزيائية يرجع الى التذبذب في التوزيع الحجمي الحبيبي.

١٤- التوصيات بالمعالجات الهندسية

اهم الخطوات التي نوصي بها هي كما يلي هي :- في

١- قشط الطبقة العليا بحدود ٣٠ سم لإزالة التربة العضوية بعيدا عن الموقع مع تسوية الموقع.

٢- بعد ذلك وضع ٦٠ سم من الجلمود وحدها بحادلات ستيل مع حادلات هزازة .

٣- وضع طبقه أخرى من السبيس بسمك ٣٠ سم مع حدها إلى أن تصل نسبة الحدل إلى ٩٥%.

٤- دفن الموقع بالكامل بتربة نظيفة بحيث تصيح الأسس تحت مستوى الأرض الجديدة بما يحدد ارتفاع البادلو.

٥- تخفيض منسوب المياه الجوفية في مرحلة إنشاء الأسس يجب أن يخفض بالضح إلى الخارج باستخدام مضخات مغطى مأخذها بفلتر لمنع ضخ الدقائق الناعمة من التربة مع الماء .

٦- عند استخدام حفاره ميكانيكية يجب حفر آخر ٢٠ سم يدويا من العمق في حالة عدم وجود مياه جوفيه وذلك للحفاظ على تماسك التربة وعدم تفتتها عند هذا العمق .

٧- نوصي باستخدام أساس حصيري مسلح يحدد عمقه من قبل المصمم ويوضع تحته طبقتان من السبيس وطبقه من الجلمود سمكها أيضا يحدد من قبل المصمم تحدل بنسبة حدل ٩٥% فحص بروكتر المعدل على أن يكون عرض الحفر والسبيس (B+1) حيث B هو عرض الأساس، تخفيض منسوب المياه الجوفية في مرحلة إنشاء الأسس يجب أن يخفض بالضح إلى الخارج باستخدام مضخات مغطى مأخذها بفلتر لمنع ضخ الدقائق الناعمة من التربة مع الماء .

٨- وقد تبين في التحري والفحص المختبري بأن التربة بحاجة الى معالجات هندسية اخرى اضافة الى ما ذكر اعلاه لغرض إقامة المنشآت الهندسية عليها.

- الزبيدي، جعفر حسين علي، ٢٠٠٦، دراسة جيوتكنيكية لترب مختاره بين مدينتي الحلة-الكوت (وسط العراق).
اطروحة دكتوراه غير منشوره، جامعة بغداد، كلية العلوم، ص ١٧٢ .
- فتوح، زهير رمو، ثابت، كنانه محمد، الجسار، سنان هاشم مشكور، مصطفى (١٩٨٩)، الجيولوجيا الهندسية
والتحري الموقعي، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ٣٥٢ صفحة .
- العشو، محمد عمر، (١٩٩١)، مبادئ ميكانيك التربة، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ص ٥٧٤ .
عبد الهادي، يوسف محمد (١٩٩٨)، فيزياء التربة، دار وائل للطباعة والنشر، الطبعة الاولى، الاردن .
- Al-Kadimi, Jassim, M. Sessecian, F. Kh., Fatah A. S., Deikran, D. B. (1996), "Structural
Iraq map", series geological maps scale (1:1000 000) unpublished, Geological
Survey of Iraq.
- Al-Kadhimi, J. M. A., Sissakian, V. K., Fattah, A.S. and Deikran, D.B., 1996, "Tectonic
Map of Iraq", scale 1: 1000 000, 2nd edit., GEOSURV, Al-Samawa , Iraq.
- Al- Mufty, A. A, and Nashat, I.H.(2000)"Gypsum content determination in gypseous
soils and rocks", 3rd Int. Jordanian Conference on Mining, pp.500-506.
- Al-Naqip, K.M., 1967, "Geology of the Arabian peninsula, Southwestern Iraq", U.S. Geol.
Survey .
- Al-Shakarchi, Y. and N. Al-Mohamadi, (1985) " Foundation Engineering" in Arabic
American Society for Testing and Material (ASTM),
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
British Standards: Code of Practice CP 2001(1991).
British Standards, 1377 (1990) "Method of Testing Soils for Civil Engineering
Purposes".
CP 2004:1972, Code of Practice for Foundation, British Standards Institution.
- CHANG, C. and DUNCAN, J.M., 1970. "Analysis of Soil Movement Around a Deep
Excavation", Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE,
Vol.96, No. SM5, pp.1655-1681
- Craig, R.F. (1974), "Soil Mechanics", Van Nostrand Reinhold Company.
- Das, B.M. (2004), "Principles of Foundation Engineering", 3rd Edition, PWS published
company, Boston, USA.
- Design Manual, Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures (1971), Nav. docks
DM-7 Depart. of Navy Bureau of Yards and Docks, Washington 25, D.C.
- DUNCAN, J.M., 1980. "Hyperbolic Stress-Strain Relationships", Limit Equilibrium,
Plasticity and Generalized Stress-Strain in Geotechnical Engineering: Proceedings
of the Workshop- Mc Gill University, pp.443-460
- Head, K. H. (1980), "Manual of Soil Laboratory Testing" Vol.1, Prentech press, London.
- Head, K.H. (1982) "Manual of Soil Laboratory Testing", Vol.2, Prentech press, London.
- HEMSLEY, J. A. -edited by- (2000). "Design Applications of Raft Foundations",
Thomas Telford Ltd., London, Great Britain.
- Iraqi Seismic Code/ 1997.
- Iraqi Specification for Roads and s (1999), Design Manual for Roads and s.
- Lamb, T.W. (1951), "Soil Testing for Engineers", John Wiley and Sons , INC.
- Lamb, T.W. and Whitman, R. V. (1979), "Soil Mechanics", John Wiley and Sons, INC.
- Lateef, A.S.A., (1984), "Report on the Regional Geological Mapping of Baher Al-Al-
Kadhimiya Al-Holy Area", D.G. of Geological Survey and Mineral
Investigation, Rep.No1327.

- Peck, R.P., Hanson, W. E. and Thornburn, T. H. (1974), "Foundation Engineering", John Wiley and Sons , INC.
- Seed ,H.B. and Idriss, I. M. (1999) "Simplified procedure for evaluating soil Liquefaction " J-Soil Mech. Found Div 97 (smg) 1249-1273.
- Simons, N.E. and Menzies, B. K. (1977),"A short course in foundation engineering", Newness Butterworth.
- Terzaghi, K. & Peck, R. B. (1967),"Soil Mechanics in Engineering Practice", 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Teng, W.C. (1974), "Foundation Design" Prentice Hall, New Jersey.
- Tomlinson,M.J.(1975),"Foundation Design and Construction", Pitman 3rd Edition.
- Tomlinson, M.J. (1994),"Pile Design and Construction Practice", 4th edition, E & FN SPON an Imprint of Chapman & Hall.
- TOMLINSON, M. J., 2001."Foundation Design and Construction", Fiveth Edition, Prentice Hall, Great Britian.
- Youd ,T.L. and Gilstrap. S. D.(1999) " Liquefaction and Deformation of silty and fine – grained soils" proceedings of the second international conference on Earthquake Geotechnical Engineering , vol.3 pages 1013-1020.
- Varghese, P.C.(2010),"Foundation Engineering", PHI Learning Private Limited , New Delhi.
- Sissakian, V.K., 2000, Geological Map of Iraq, scale 1: 1000 000, 3rd edit. GEOSURV. Al-Samawa , Iraq.
- Sissakian, V.K. and Deikran, D.B.,1998,Neotectonic Map of Iraq, scale 1: 1000 000, GEOSURV, Al-Samawa, Iraq.
- Uniform Code (UBC),1997.
- Yacoub, S.Y. and Barwari, A.M., 2002, Quaternary Sediments Map of Iraq, scale 1: 1000 000, Explanatory Text. GEOSURV, Al-Samawa , Iraq.
- Varghese,P.C.(2010),"Foundation Engineering", PHI Learning Private Limited, New Delhi.

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

الملاحق

Table (1) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.1

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay %	Silt %	sand %	Grave . %	Mc %	LL %	Pi %	Dry	wet			
DS	0-0.5	45	26	29	0	-	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , soft consistency,	-	-
US	1-1.5	48	25	27	0	28.1	45.0	26.0	1.35	1.73	=	2.71	-
SS	2-2.5	49	23	28	0	-	-	-	-	-	=	-	5
DS	3-3.5	52	22	26	0	-	-	-	-	-	=	-	-
US	4-4.5	51	26	23	0	25.7	-	-	1.48	1.86	Brownish sandy silty clay soil , medium consistency	2.72	-
SS	5-5.5	48	27	25	0	-	-	-	-	-	=	-	27
DS	6-6.5	44	30	26	0	-	43.0	25.0	-	-	=	-	-
DS	7-7.5	6	31	64	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , dense	2.71	-
SS	8-8.5	3	30	67	0	27.8	-	-	1.47	1.88	=	-	34
DS	9-9.5	5	32	63	0	-	-	-	-	-	=	-	-
DS	10-10.5	41	27	32	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , stiff consistency, with content gypsum	2.70	-
SS	11-11.5	43	26	31	0	-	-	-	-	-	=	-	49
DS	12-12.5	40	28	32	0	23.7	41.0	23.0	-	-	=	2.70	-
DS	13-13.5	7	31	63	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil ,very dense with content gypsum	-	-
DS	14-14.5	4	32	64	0	25.1	-	-	-	-	=	2.65	-
SS	14.5-15	5	29	66	0	-	-	-	-	-	=	-	86

Table (2) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.2

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay%	Silt %	sand %	Grave. %	Mc %	LL %	Pi %	Dry	wet			
DS	0-1	46	24	30	0	-	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
SS	1-1.5	50	23	27	0	-	-	-	-	-	=	-	15
US	2-2.5	51	24	25	0	26.2	50.0	29.0	1.45	1.83	=	2.72	-
DS	3-3.5	47	26	27	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	4-4.5	48	29	23	0	-	-	-	-	-	Grayish sandy silty clay soil , medium consistency, , with organic matter	-	28
US	5-5.5	45	30	25	0	25.0	42.0	25.0	1.48	1.85	=	-	-
DS	6-6.5	43	28	29	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , stiff consistency	2.71	-
SS	7-7.5	42	27	31	0	-	-	-	-	-	=	-	42

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

DS	8-8.5	6	30	64	0	28.2	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , dense	-	-
DS	9-9.5	4	27	69	0	-	-	-	-	-	=	2.65	-
SS	10-10.5	7	28	65	0	-	-	-	-	-	=	-	33
DS	11-11.5	44	25	31	0	24.7	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
US	12-12.5	42	30	28	0	-	41.0	23.0	-	-	=	2.71	-
DS	13.5-14	5	31	64	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , very dense with content gypsum	2.65	-
SS	14.5-15	4	34	62	0	-	-	-	-	-	=	-	91

Table (3) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.3

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	Spt
		clay %	Silt %	sand %	Grave %	Mc %	LL %	Pi %	dry	wet			
DS	0-1	47	23	30	0	-	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , soft consistency,	-	-
US	1.5-2	52	21	27	0	26.2	-	-	1.45	1.83	Grayish silty sandy clay soil , medium to stiff consistency	2.72	-
SS	2.5-3	49	22	29	0	-	-	-	-	-	=	-	16
DS	3.5-4	46	24	30	0	-	-	-	-	-	=	-	-
US	4.5-5	48	23	29	0	23.8	44.0	26.0	1.51	1.87	=	27.1	-
SS	5.5-6	45	25	30	0	-	-	-	-	-	=	-	32
DS	6.5-7	42	26	32	0	-	-	-	-	-	=	-	-
DS	7.5-8	8	30	62	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , dense	-	-
SS	8.5-9	4	32	64	0	26.5	-	-	1.51	1.91	=	-	40
DS	9.5-10	3	30	67	0	-	-	-	-	-	=	2.65	-
DS	10.5-11	5	31	64	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	11.5-12	41	28	31	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , stiff consistency,	-	34
DS	12.5-13	43	27	30	0	-	41.0	23.0	-	-	=	2.71	-
DS	13-13.5	40	28	32	0	-	-	-	-	-	=	-	-
DS	14-14.5	5	30	65	0	24.3	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , very dense with content gypsum	2.65	-
SS	14.5-15	3	28	69	0	-	-	-	-	-	=	-	91

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

Table (4) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.4

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay %	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	Dry	wet			
DS	0-1	47	23	30	0	-	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
SS	1.5-2	50	22	28	0	-	-	-	-	-	=	-	15
US	2.5-3	46	25	29	0	25.3	-	-	1.46	1.83	=	-	-
DS	3.5-4	43	26	31	0	-	41.0	25.0	-	-	=	2.71	-
SS	4.5-5	42	28	30	0	-	-	-	-	-	=	-	24
US	5.5-6	45	29	26	0	25.8	-	-	1.47	1.85	Grayish- greenish sandy silty clay soil , medium consistency,	-	-
DS	6.5-7	48	27	25	0	-	44.0	27.0	-	-	=	2.71	-
SS	7.5-8	46	26	28	0	-	-	-	-	-	Greenish silty sandy clay soil , medium consistency	-	16
US	8.5-9	45	24	31	0	27.1	-	-	1.44	1.83	=	27.1	-
DS	9.5-10	6	31	63	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil, medium dense	-	-
SS	10.5-11	3	30	67	0	-	-	-	-	-	=	-	28
DS	11.5-12	5	31	64	0	-	-	-	-	-	=	2.65	-
DS	12.5-13	41	26	33	0	-	39.0	24.0	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
DS	13.5-14	6	29	65	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil ,very dense with content gypsum	2.65	-
SS	14.5-15	4	28	68	0	-	-	-	-	-	=	-	85

Table (5) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.5

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay %	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	Dry	Wet			
DS	0-0.5	45	26	29	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
DS	1-1.5	44	27	30	0	-	42.0	25.0	-	-	=	2.71	-
US	2-2.5	46	26	28	0	27.1	-	-	1.44	1.83	=	-	-
SS	3-3.5	49	24	27	0	-	-	-	-	-	=	-	14
DS	4-4.5	52	23	25	0	-	-	-	-	-	=	-	-
US	5-5.5	54	24	22	0	25.2	51.0	33.0	1.47	1.84	Brownish sandy silty clay soil , medium consistency	2.72	-
SS	6-6.5	51	26	23	0	-	-	-	-	-	=	-	21
DS	7-7.5	48	27	25	0	-	-	-	-	-	=	-	-
US	8-8.5	45	24	31	0	26.0	43.0	25.0	1.46	1.84	Greenish silty sandy clay soil , soft consistency	2.71	-
SS	9-9.5	42	25	33	0	-	-	-	-	-	=	-	20
DS	10-10.5	7	31	62	0	28.1	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand	2.65	-

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

											soil , dense		
DS	11-11.5	4	32	64	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	12-12.5	5	30	65	0	-	-	-	-	-	=	-	39
DS	13-13.5	41	28	31	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	2.70	-
DS	14-14.5	8	29	63	0	25.7	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil ,very dense with content gypsum	-	-
SS	14.5-15	5	31	64	0	-	-	-	-	-	=	-	80

Table (6) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.6

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay %	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	dry	wet			
DS	0.0-1	44	25	31	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil medium consistency	-	-
US	1.5-2	45	24	30	0	27.1	42.0	27.0	1.44	1.83	=	2.71	-
SS	2.5-3	47	25	28	0	-	-	-	-	-	=	-	18
DS	3.5-4	51	23	26	0	-	-	-	-	-	=	-	-
US	4.5-5	53	25	22	0	23.5	-	-	1.53	1.89	Brownish sandy silty clay soil , stiff consistency	2.72	-
SS	5.5-6	54	26	20	0	-	-	-	-	-	=	-	35
DS	6.5-7	52	25	23	0	-	51.0	33.0	-	-	=	2.72	-
US	7.5-8	47	26	27	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , stiff consistency	-	-
SS	8.5-9	46	25	29	0	29.2	-	-	-	-	=	-	32
DS	9.5-10	43	26	31	0	-	42.0	25.0	-	-	=	2.70	-
DS	10.5-11	6	29	65	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , medium dense	-	-
SS	11.5-12	42	26	32	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , stiff consistency	-	43
US	12.5-13	39	28	33	0	-	40.0	23.0	-	-	=	2.69	-
DS	13.5-14	8	31	61	0	25.8	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil ,very dense with content gypsum	-	-
SS	14.5-15	4	32	64	0	-	-	-	-	-	=	-	83

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

Table (7) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.7

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay%	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	dry	Wet			
DS	0-0.5	44	27	29	0	-	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , soft consistency	-	-
DS	1-1.5	47	25	28	0	-	-	-	-	-	=	-	-
US	2-2.5	52	22	26	0	27.4	48.0	27.0	1.42	1.81	=	2.72	-
SS	3-3.5	50	23	27	0	-	-	-	-	-	=	-	11
DS	4-4.5	51	26	23	0	-	-	-	-	-	Brownish sandy silty clay soil , medium consistency, , with organic matter	-	-
US	5-5.5	53	25	22	0	25.3	51.0	30.0	1.46	1.83	=	2.72	-
SS	6-6.5	49	27	24	0	-	-	-	-	-	=	-	23
DS	7-7.5	46	26	28	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
US	8-8.5	42	27	31	0	-	41.0	25.0	-	-	=	2.71	-
SS	9-9.5	6	33	61	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , medium dense	-	20
DS	10-10.5	5	32	63	0	29.1	-	-	-	-	=	2.65	-
DS	11-11.5	39	28	33	0	-	40.0	23.0	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
SS	12-12.5	41	27	32	0	26.4	-	-	-	-	=	-	13
DS	13-13.5	7	30	63	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil ,very dense with content gypsum	2.65	-
DS	14-14.5	4	28	68	0	25.7	-	-	-	-	=	-	-
SS	14.5-15	5	30	65	0	-	-	-	-	-	=	-	87

Table (8) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.8

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay %	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	Dry	wet			
DS	0-0.5	46	25	29	0	-	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
US	1-1.5	44	26	30	0	26.2	42.0	23.0	1.45	1.83	=	2.71	-
SS	2-2.5	46	24	29	0	-	-	-	-	-	=	-	15
DS	3-3.5	50	23	27	0	-	-	-	-	-	Greenish silty sandy clay soil , medium consistency, with organic matter	-	-
US	4-4.5	53	22	25	0	28.1	51.0	30.0	1.42	1.82	=	2.71	-
SS	5-5.5	48	28	24	0	-	-	-	-	-	Brownish sandy silty clay soil , medium consistency	-	13
DS	6-6.5	43	30	27	0	-	40.0	24.0	-	-	=	-	-
DS	7-7.5	7	32	61	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , medium dense	2.65	-

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

SS	8-8.5	5	30	65	0	29.1	-	-	-	-	=	-	16
DS	9-9.5	41	26	33	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
US	10-10.5	43	27	30	0	26.0	42.0	25.0	1.46	1.84	=	2.70	-
DS	11-11.5	44	24	32	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	12-12.5	43	26	31	0	-	-	-	-	-	=	-	24
DS	13-13.5	6	28	66	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , very dense with content gypsum	-	-
DS	14-14.5	3	30	67	0	25.3	-	-	-	-	=	2.65	-
SS	14.5-15	5	31	64	0	-	-	-	-	-	=	-	83

Table (9) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.9

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay %	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	dry	wet			
DS	0-1	47	25	28	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , soft consistency	-	-
SS	1.5-2	50	23	27	0	-	-	-	-	-	=	-	9
US	2.5-3	51	24	25	0	27.6	49.0	30.0	1.41	1.80	=	2.72	-
DS	3.5-4	53	25	22	0	-	-	-	-	-	Brownish sandy silty clay soil , medium consistency, with organic matter	-	-
SS	4.5-5	55	24	21	0	-	-	-	-	-	=	-	17
US	5.5-6	51	26	23	0	26.0	52.0	29.0	1.46	1.84	=	2.72	-
DS	6.5-7	49	24	27	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , soft consistency	-	-
SS	7.5-8	45	25	30	0	-	-	-	-	-	=	-	28
US	8.5-9	42	27	31	0	25.0	41.0	25.0	1.48	1.85	=	-	-
DS	9.5-10	7	33	60	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , medium dense	2.65	-
DS	10.5-11	41	27	32	0	-	39.0	24.0	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
SS	11.5-12	40	29	31	0	-	-	-	-	-	=	-	21
DS	12.5-13	5	32	63	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , very dense with content gypsum	-	-
DS	13.5-14	3	30	67	0	25.3	-	-	-	-	=	2.65	-
SS	14.5-15	4	28	68	0	-	-	-	-	-	=	-	50/6"

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

Table (10) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.10

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay%	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	dry	Wet			
DS	0-0.5	28	42	30	0	-	-	-	-	-	Grayish clayey sandy silt soil , soft consistency	-	-
US	1-1.5	29	40	31	0	28.5	41.0	19.0	1.40	1.80	=	2.68	-
SS	2-2.5	31	37	32	0	-	-	-	-	-	=	-	11
DS	3-3.5	44	30	26	0	-	42.0	25.0	-	-	Brownish sandy silty clay soil , medium consistency, with organic matter	-	-
US	4-4.5	49	28	23	0	25.2	-	-	1.47	1.84	=	2.71	-
SS	5-5.5	51	27	22	0	-	-	-	-	-	=	-	24
DS	6-6.5	48	29	23	0	-	44.0	26.0	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency, CL	-	-
US	7-7.5	45	27	28	0	26.0	-	-	1.46	1.84	=	2.71	-
SS	8-8.5	43	26	31	0	-	-	-	-	-	=	-	20
DS	9-9.5	7	32	61	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil , medium dense	2.65	-
SS	10-10.5	4	31	65	0	28.3	-	-	-	-	=	-	26
DS	11-11.5	42	26	32	0	-	39.0	24.0	-	-	Grayish silty sandy clay soil , stiff consistency	-	-
SS	12-12.5	45	25	30	0	-	-	-	-	-	=	-	33
US	13-13.5	41	28	31	0	23.8	-	-	1.51	1.87	=	2.70	-
DS	14-14.5	7	30	63	0	-	-	-	-	-	Greenish , fine to medium , silty sand soil ,very dense with content gypsum	-	-
SS	14.5-15	6	29	65	0	-	-	-	-	-	=	-	90

Table (11) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.11

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay %	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	dry	wet			
DS	0-0.5	44	25	31	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , soft consistency	-	-
SS	1-1.5	49	23	28	0	-	-	-	-	-	=	-	9
DS	2-2.5	21	24	55	0	-	-	-	-	-	Grayish clayey silty sand soil , medium dense	2.67	-
DS	3-3.5	18	25	57	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	4-4.5	15	22	62	0	29.0	-	-	1.41	1.82	=	-	16
DS	5-5.5	14	26	60	0	-	-	-	-	-	=	2.66	-
DS	6-6.5	17	24	59	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	7-7.5	20	23	57	0	-	-	-	-	-	=	-	17
DS	8-8.5	45	26	29	0	26.1	42.0	25.0	-	-	Brownish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
DS	9-9.5	44	24	32	0	-	-	-	-	-	=	2.71	-
SS	10-10.5	47	22	31	0	-	-	-	-	-	=	-	15
DS	11-11.5	49	23	28	0	26.6	-	-	-	-	=	-	-
DS	12-12.5	52	22	26	0	-	-	-	-	-	=	2.72	-

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

DS	13-13.5	54	25	21	0	-	51.0	33.0	-	-	Brownish sandy silty clay soil , stiff consistency	-	-
SS	14-14.5	59	24	17	0	-	-	-	-	-	=	-	53
DS	14.5-15	61	21	18	0	19.4	-	-	-	-	=	2.74	-

Table (12) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.12

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SPT
		clay%	Silt %	sand %	Grave . %	Mc %	LL %	Pi %	Dry	wet			
DS	0-1	46	24	30	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
US	1.5-2	43	26	31	0	27.1	41.0	24.0	1.44	1.83	=	2.70	-
SS	2.5-3	44	23	33	0	-	-	-	-	-	=	-	17
DS	3.5-4	41	25	34	0	-	-	-	-	-	=	2.69	-
DS	4.5-5	21	26	53	0	-	-	-	-	-	Grayish clayey silty sand soil , medium dense	-	-
SS	5.5-6	18	24	58	0	28.6	-	-	1.43	1.84	=	-	28
DS	6.5-7	17	21	62	0	-	-	-	-	-	=	2.66	-
DS	7.5-8	20	23	57	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	8.5-9	42	27	31	0	-	-	-	-	-	Brownish silty sandy clay soil , medium consistency	-	16
US	9.5-10	45	26	29	0	25.2	43.0	26.0	1.47	1.84	=	-	-
DS	10.5-11	48	24	28	0	-	-	-	-	-	=	2.71	-
SS	11.5-12	51	28	21	0	-	-	-	-	-	Brownish sandy silty clay soil , stiff consistency	-	32
DS	12.5-13	56	25	19	0	-	52.0	35.0	-	-	=	2.73	-
US	13.5-14	58	24	18	0	22.8	-	-	-	-	=	-	-
SS	14.5-15	63	22	15	0	-	-	-	-	-	=	-	41

مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٢) / المجلد (٢٤) : ٢٠١٦

Table (13) Physical properties of soil for Abu Grag District site B.H.13

Type of sample	Depth (m)	System of classification				Properties index			Unit weight gm/cm ³		Layers Description	Gs	SP T
		clay %	Silt %	sand %	Grave .%	Mc %	LL %	Pi %	Dry	wet			
DS	0-0.5	47	24	29	0	-	-	-	-	-	Grayish silty sandy clay soil , soft consistency	-	-
DS	1-1.5	52	21	27	0	-	-	-	-	-	=	-	-
US	2-2.5	50	22	28	0	27.4	48.0	31.0	1.42	1.81	=	2.71	-
SS	3-3.5	54	21	25	0	-	-	-	-	-	=	-	12
DS	4-4.5	23	26	51	0	-	26.0	17.3	-	-	Grayish clayey silty sand soil , medium dense	2.67	-
DS	5-5.5	21	25	54	0	-	-	-	-	-	=	-	-
SS	6-6.5	20	27	53	0	-	-	-	-	-	=	-	26
DS	7-7.5	22	28	50	0	-	-	-	-	-	=	2.67	-
DS	8-8.5	43	25	32	0	26.0	42.0	25.0	-	-	Brownish silty sandy clay soil , medium consistency	-	-
SS	9-9.5	48	23	29	0	-	-	-	-	-	=	-	17
US	10-10.5	51	24	25	0	25.1	-	-	1.47	1.84	=	2.72	-
DS	11-11.5	53	26	21	0	-	-	-	-	-	Brownish sandy silty clay soil , stiff consistency	-	-
SS	12-12.5	58	25	17	0	-	-	-	-	-	=	-	31
US	13-13.5	63	22	15	0	-	57.0	41.0	-	-	=	-	-
DS	14-14.5	67	19	14	0	23.7	-	-	-	-	=	2.65	-
SS	14.5-15	64	20	16	0	-	-	-	-	-	=	-	38