جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل / كلية العلوم

قسم علم الارض التطبيقي

مشروع بحث التخرج

(دراسة مشاكل الترب الطينية في مدينة الحلة)

للطالب

علي سلمان كاطع حطاب

بكالوريوس علم الارض التطبيقي

العام الدراسي ٢٠٢٣-٢٠٢٤

باشراف

الاستاذ: محسن عبيد خلف

١٤٤٥ هجري

٢٠٢٤ميلادي

RePublic of Iraq

Ministry of Higher education and scientific research

Babylon university- Collage of Science

Department of Applied Earth Sciences

Project of Research

Study of the Problems Clay Soils in Hilla City

دراسة مشاكل الترب الطينية في مدينة الحلة

By Student

Ali Salman Katea hitab

Bachelor's degree in Applied Earth Science

Scholar year 2023-20٢4

Supervised by

Prof. muhsen obaed khalaf

1445 Hijr **Gregorian ٢٠٢٤**

اقرار المشرف

أشهد بان موضوع البحث الموسوم بدراسة مشاكل الترب الطينية في مدينة الحلة والمنجز من قبل الطالب (علي سلمان كاطع حطاب) قد اجري تحت اشرافنا في قسم علم الارض التطبيقي كلية العلوم جامعة بابل كمتطلب جزئي لنيل شهادة البكالوريوس في علوم الارض التطبيقي وذلك للفترة من ٢٠٢٣/١٠/١ ولغاية ٢٠٢٤/٤/١

التوقيع:

الاسم الثلاثي :- محسن عبيد خلف

اللقب العلمي: أستاذ

التاريخ:

بِسْمِ اللَّـهِ الرَّحْمَـٰنِ الرَّحِيمِ

(وَاتَّبِعْ مَا يُوحَى إِلَيْكَ مِنْ رَبِّكَ إِنَّ اللهَ كَانَ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرًا۞ وَتَوَكَّلْ عَلَى ٱللَّهِ ۚ وَكَفَىٰ بِٱللَّهِ وَكِيلًا)

صـــدق الله العلـــيّ العظيمـ

سورة الأحزاب

الآية {١_٣}

الاهداء

إلى ابي العطوف.... قدوتي، و مثلى الأعلى في الحياة؛ فهو من علمني كيف اعيش بكرامة و شموخ.

إلى امي الحنونة..... لا اجد عبارات ممكن ان تمنحها حقها، فهي فرحه العمر، و مثال التفاني و العطاء.

الى روح اخي في مثواهـ.....

لهمـ جميعاً اهدي هذا البحث

علي سلمان

بِسْمِ اللَّـهِ الرَّحْمَـٰنِ الرَّحِيمِ

شكر و تقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمَّد وعلى آله

وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، وبعد ..

فإني أشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله، فله الحمد أولاً وآخرًا.

ثم أشكر أولئك الأخيار الذين مدوا لي يدَ المساعدة، خلال هذه الفترة، وفي مقدمتهم أستاذي المشرف على الرسالة فضيلة الأستاذ محسن عبيد خلف الخاقاني الذي لم يدَّخر جهدًا في مساعدتي، فقد كنت أجلس معه بالساعات الطوال أقرأ عليه ولا يجد في ذلك حرجًا، وكان يحثني على البحث، ويرغِّبني فيه، ويقوّي عزيمتي عليه كما هي عادته مع كل طلبة العلم، فله من الله الأجر ومني كل تقدير حفظه الله ومتّعه بالصحة والعافية ونفع بعلومه.

كما أشكر القائمين على جامعة بابل وعلى رأسهم معالي الدكتور قحطان هادي حسين رئيس الجامعة، وسعادة عميد كلية العلوم الدكتور محمد هادي ووفقهما لكل خير لما يبذلانه من اهتمام وخلاص في العمل ،واخيراً شكري و تقديري الى عائلتي و اصدقائي لمؤازرتهم لي طوال مدة دراستي و الى كل من فاتني ذكره.

ومن الله التوفيق.....

علي سلمان

الخلاصة

تضمن البحث اجراء دراسه لمشاكل الترب الطينية في مدينة الحلة وهو يهدف الى التعرف على هذه المشاكل ،والتي ترتبط ب خاصيتي الانتفاخ والانضمام ولانضغاطيه عند اقامه المنشآت الهندسية وكذالك اللدونة العاليه، ومالها من ارتباط لهذين الخاصيتين. حيث تسبب الهبوط للأبنية المقامة على مثل هذه الترب

تم اجراء البحث بالاعتماد على البينات لدراسة سابقة و لستة مواقع وبعمق (٢ متر) مدروسة لتربة مدينه الحلة ، حيث تضمنت الدراسه الخواص الفيزيائية والهندسية ، وهي بالتوزيعين الافقي والعمودي تراوحت القيم للتوزيعين الافقي والعمودي لمحتوى الرطوبة بين (٢٠-٣٠) %وحد السيولة بين (٤٥-٥٥)%وحد اللدونة بين (١٨-٢٣)% ومؤشر اللدونة بين (١٩-٢٠)% والنسبة المئوية للطين بين (٤٠-٤٨)%اما فعالية الترب تراوحت بين (٠.٦-١.٢) ونسبه انتفاخ الحر بين (١٤٠-١٤٥) .

وقد تم الاستنتاج بان درجه الانتفاخ لتربه مدينه الحلة هي (واطئة - متوسطة) وذات لدونه (واطئة - متوسطة) وتعاني من مشكله الانضمام لأغلب المواقع ولابد من اجراء معالجه بواحده من طرق تحسين الترب المختلفه والتي تتناسب مع المشاكل في حال وجود هذا المشاكل.

Abstract

The research included conducting a study of the problems of clay soils in the city of Hilla. It aims to identify these problems, which are related to the properties of swelling and consolidation, and its compressibility when erecting engineering structures, as well as its high plasticity, and its lack of connection to these two properties, as it causes the collapse of buildings built on such soils.

The research was conducted based on the evidence of a previous study for six sites and a depth of (2 meters) studied for the soil of the city of Hilla. The study included the physical and geometric properties, which are in both horizontal and vertical distributions. The values for the horizontal and vertical distributions of moisture content ranged between %(20-30) and the fluidity limit ranged between% (45 -55) The plasticity limit was between %(18-23), the plasticity index was between %(19-20), and the percentage of clay was between %(40-48). As for the effectiveness of the soil, it ranged between (0.6-1.2) and the heat swelling percentage was between (140-145).

It was concluded that the degree of swelling of the soil of the city of Hilla is (low to medium) and plasticity (low to medium) and suffers from the problem of adherence to most sites, and treatment must be carried out with one of the different soil improvement methods that are appropriate to the problems if these problems exist.

قائمة المحتويات

	الموضوع	الصفحة
	قائمة المحتويات	iii
	قائمة الشكال	iv
	قائمة الجداول	V
	قائمة الرموز	V
	الفصل الاول المقدمه	
1-1	التمهيد	1
١-٢	الهدف من الدراسة	2
3-1	موقع منطقة الدراسة	2
4-1	أهمية البحث	2
5-1	هيدرولوجية منطقة الدراسة	5
6-1	المياه الجوفية لمنطقة الدراسة	5
7-1	مناخ منطقة الدراسة	6
8-1	طرائق البحث	7
1-8-1	مرحلة الاستطلاع وجمع المعلومات	7
2-8-1	مرحلة اخد النماذج	7
3-8-1	مرحلة العمل المختبري	8
4-8-1	مرحلة العمل المكتبي	8
	الفصل الثاني الاطار النضري	
1-2	خصائص طبيعة المادة الطينية	9
2-2	كيف وأين تتكون الاطيان	10
3-2	تصنيف المعادن الطينية	10
1-3-2	المونتمورلونايت	11
2-3-2	الكاوولينايت	12
3-3-2	الاالليت	13
4-3-2	الكلورايت	13
4-2	خصائص التربة الطينية	14
5-2	مشاكل الترب الطينية	15
1-5-2	مشكلة انضمام التربة	15
2-5-2	مشكلة الانتفاخ	17
3-5-2	مشكلة اللدونة العالية	19

الفصل الثالث النتائج والمناقشة		
1-3	المقدمة	20
2-3	الخواص الفيزيائية	21
ا	التحليل الحجمي الحبيبي	21
ب	محتوا الرطوبة	22
3-3	تصنيف التربة	23
4-3	فحوصات منطقة الدراسة ونتائجها	24
1-4-3	التوزيع الافقي لأعماق مختلفة	24
1-1-4-3	القيم العليا ولدنيا للخواص الفيزيائية للعمق (٠.٠_٠.٥(	24
2-1-4-3	القيم العليا ولدنيا للخواص الفيزيائية للعمق(٠.٥_١.٠(	25
3-1-4-3	القيم العليا والدنيا للخواص الفيزيائية للعمق (١.٠_١.٥(	26
4-4-1-3	القيم العليا والدنيا للخواص الفيزيائية للعمق (١.٥_٢.٠(	27
2-4-3	التوزيع العمودي	28
1-2-4-3	موقع الثورةB.H.1))	28
2-2-4-3	موقع الجمعية(B.H.2)	30
3-2-4-3	موقع نادر(B.H.3)	32
4-2-4-3	موقع باب الحسين(B.H.4)	34
5-2-4-3	موقع البكرلي(B.H.5)	36
6-2-4-3	موقع الشاوي(B.H.6)	38
5-3	المناقشة	41
الفصل الرابع الاستنتاجات والتوصيات		
1-4	الاستنتاجات	٤٣
2-4	التوصيات	٤٤

قائمة الاشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
١_١	خارطة العراق تظهر عليها منطقة الدراسة	3
١_٢	موقع مدينة الحلة بالنسبة لمحافظة بابل	4
١_٣	يبين التدرج الحبيبي وطرائق تحديده	21
٣_٢	حالات التربة وحدود اتربك وعلاقتها بمحتوى الرطوبة	23
٣_٣	مخطط الدونة حسب نظام التصنيف الموحد	24

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1_1	يبين المعادلات الشهرية لعناصر المناخ المسجلة في محطة انواء الحلة للمد (٢٠٠٣_١٩٧٩) عن الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي	6
1_2	يبين قيم المعادلات السنوية لعناصر المناخ من اقل الى اعلى قيمة معدل شهري لمنطقة الدراسة للمدة (٢٠٠٣_١٩٧٩)	7
٣-١	يبين تقويم محتوى الرطوبة	22
٣-٢	يبين درجة الانتفاخ الحر المفحوص (١٩٦٨)	24
٣-٣	يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع الثورة(B.H.1)	29
٣-٤	يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع الجمعية(B.H.2)	31
٣-٥	يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع نادر(B.H.3)	33
٣-٦	يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع باب الحسين(B.H.4)	35
٣-٧	يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع البكرلي(B.H.5)	37
٣-٨	يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع الشاوي(B.H.6)	39
٣-٩	يبين النسبة المئوية للطين (C) فعالية التربة (A) مؤشر اللدونة (PI%)والانتفاخ الحر (S) للمواقع المدروسة	40

قائمة الرموز

الرمز	المعنى بالإنكليزية	المعنى بالعربية
A.	activity	فعالية الطين
Cr	Swelling Index	مؤشر الانتفاخ
C	Clay	الطين
LL	Liquid limit	حد السيولة
PL	Plastic limit	حد اللدونة
PI	Plasticity Index	مؤشر اللدونة
S	Free Swelling	الانتفاخ الحر
SPT	Standard Penetration Test	فحص الاختراق القياسي
WT	Water Table	مستوى الماء الجوفي
G.S.	Ground Surface	سطح الارض
UD	Undisturbed sample	نموذج غير مخلخل
D	Disturbed sample	نموذج مخلخل
Sh	Longitudinal shrinkage	التقلص الطولي
Sp	Swelling pressure	ضغط الانتفاخ

الفصل الاول

المقدمة

الفصل الاول

1-1التمهيد:-

تعاني الترب الطينية من تردي الكثير من خواصها وبالتالي تعتبر غير كفؤة في الكثير من التطبيقات الإنشائية كالطرق والأسس وحتى في التطبيقات الزراعية حيث تعانى من (٢٠٠٠ ،Dallas)

١. انخفاض مقاومة الانضغاط

٢. ارتفاع معامل اللدونة.

٣. انتفاخها عند تعرضها للرطوبة.

٤. حامضيتها العالية انخفاض قيمة (pH) بسبب تحلل المواد العضوية الموجودة فيها أغلب الأحيان.

هذه الخواص تجعل من الترب الطينية بحاجة إلى تحسين لتصبح قابلة للتطبيقات الإنشائية لغرض تحسين مواصفات الترب الطينية لابد من معرفة الصفات الفيزيائية والتركيبية لتلك الترب وبالتالي بحث أساليب تغيير تلك الصفات لجعلها مهيأة للتطبيقات المطلوبة. ومن هذه الصفات

١ – طبيعة المكونات الأساسية للترب الطينية مثل الكاؤولينايت والمونتوموريلونايت والأيليت وغيرها حيث إنها ذات مقاومة انضغاط منخفضة لضعف قوة الترابط بينها وبالتالي سهولة تكسرها عند تعرضها للإجهادات المختلفة.

٢-ارتفاع لدونة الترب الطينية وزيادة المساحة السطحية لها كونها تتكون في معظمها من دقائق ذات حجم حبيبي صغير جدا وبالتالي الحاجة لكميات كبيرة من المياه لتشكيلها، وعند التجفيف سنترك فراغات كبيرة تعمل على خفض الكثافة وبالتالي خفض مقاومة الانضغاط

ولتحسين خواص هذه الترب وجعلها مؤهلة للتطبيقات الإنشائية يجب

خفض نسبة المواد اللدنة المكونة لها أما بإضافة مواد ذات لدونة منخفضة أو بتحويل جزء من موادها اللدنة إلى مواد غير لدنة.

إضافة مواد إلى الترب الطينية العالية اللدونة لها القدرة على التفاعل مع تلك الترب بوجود الماء وتكوين مواد لاصقة تساعد في ربط حبيبات التربة والحصول على مواد غير لدنة وذات مساحة سطحية اقل وبالتالي خفض معامل اللدونة.

من المواد الرئيسية التي تضاف للترب الطينية لتثبيتها (هيدروكسيد الكالسيوم وأوكسيد الكالسيوم إضافة الى كل من أوكسيد المغنسيوم والدولومايت المحروق، لكن استخدام هيدروكسيد الكالسيوم أكثر تطبيقا كون استخدام أوكسيد الكالسيوم يرافقه بعض المحاذير في المناولة (٢٠٠٠ ،Dallas).

2-1 الهدف من الدراسة The aim of Study

يسعى البحث إلى تقويم مشاكل التربة الطينية والتي هي ليست ترب طينية بالحقيقة بل هي ترب ناعمة التي تطغي على منطقة الدراسة ابتداءاً من سطح الأرض الطبيعي وحتى عمق ٢م؛ وذلك عن طريق أجراء الفحوصات الفيزيائية والهندسية ، والتي عن طريقها يتم معرفة هذه المشاكل في التربة الطينية وما لها من تأثير سلبي على المنشآت الهندسية المقامة في المنطقة التي تتمثل بالأبنية والمماشي والطرق والسدود و الجسور وغيرة.

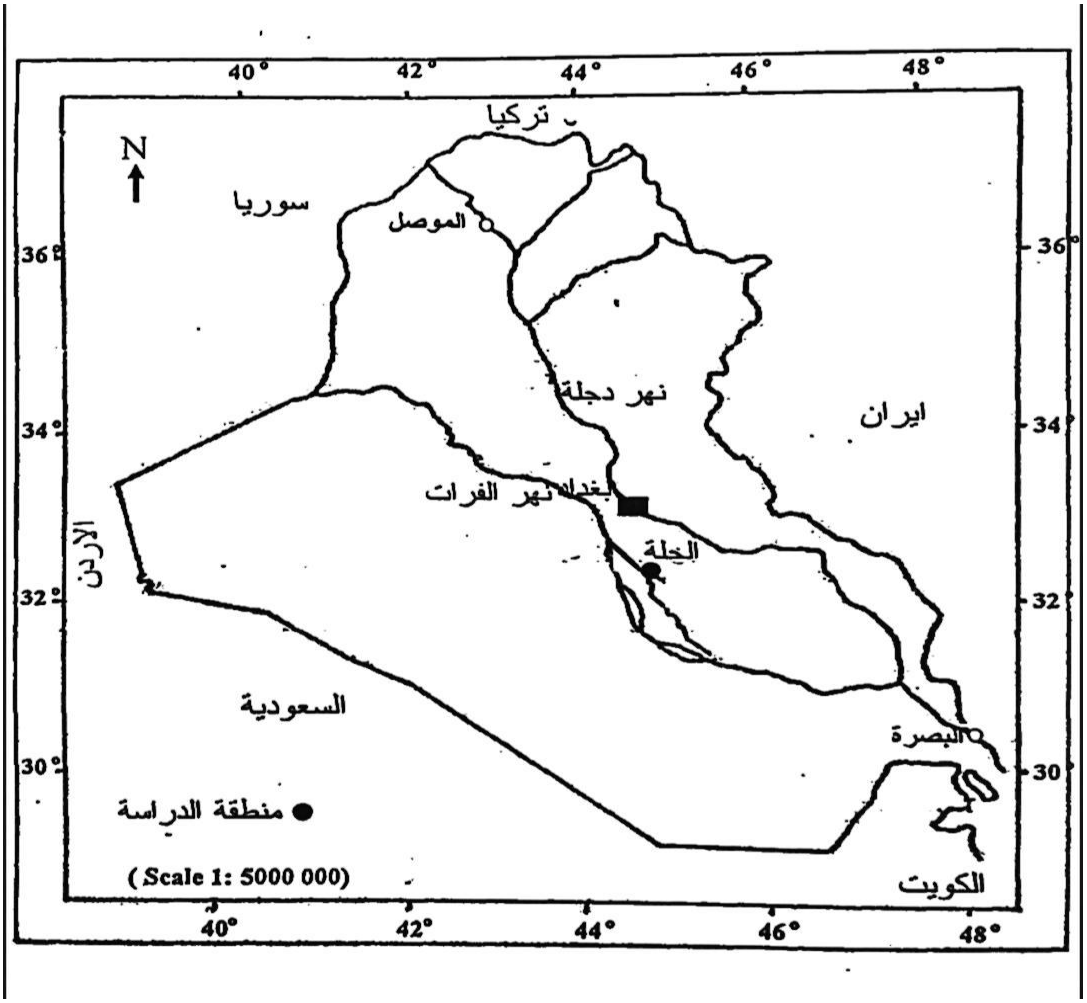
3-1موقع منطقة الدراسة site of the study area

تقع مدينة الحلة (مركز محافظة بابل) في وسط العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي وتبعد ١٠٠كم جنوباً عن بغداد . الشكل(1-1) وان منطقة الدراسة منطقة منبسطة لايتجاوز ارتفاعها ٢٨ م عن مستوى سطح البحر (كربل، ١٩٦٧) كما انها تقع وسط محافضة بابل . الشكل (1-2)

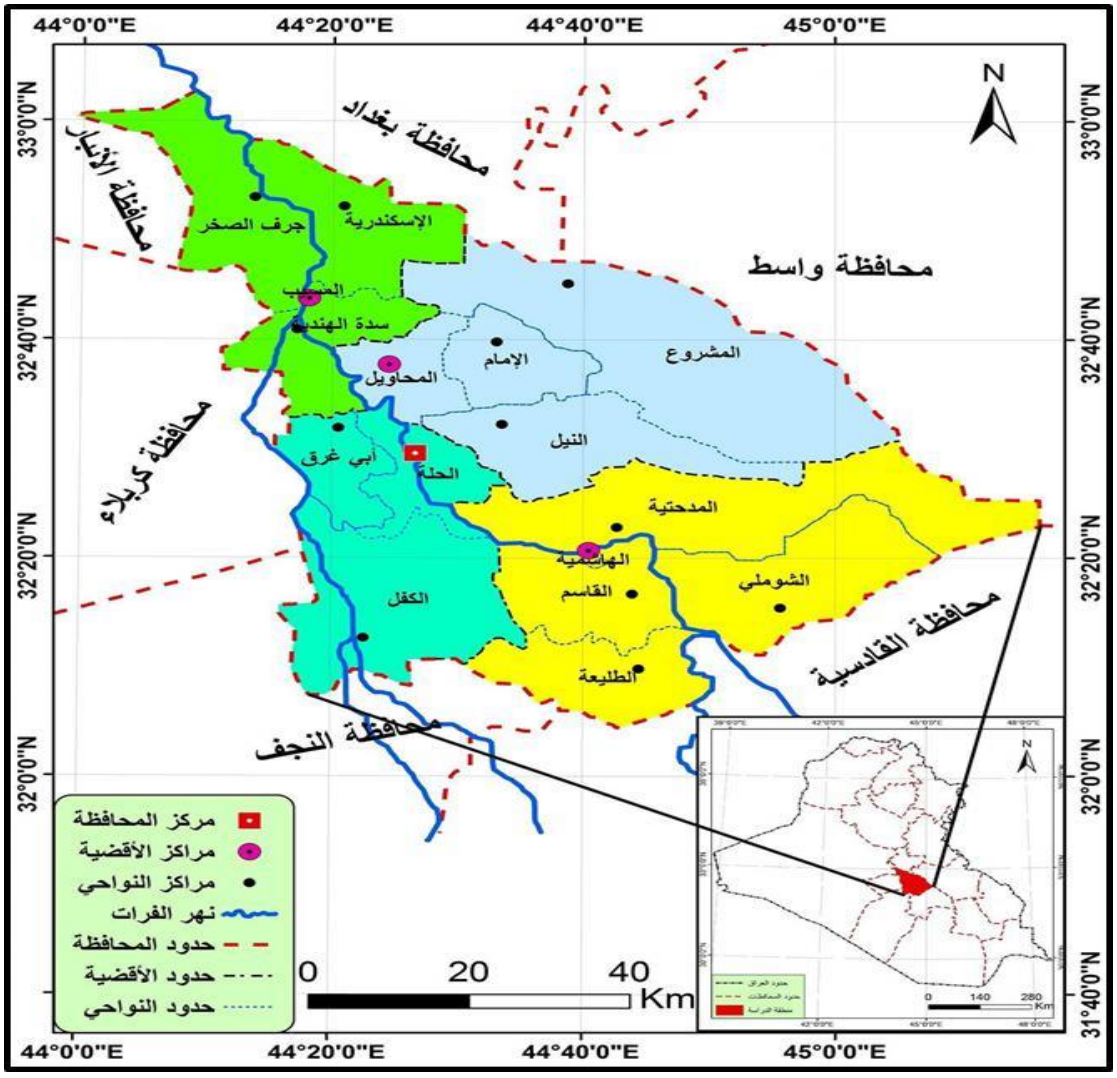
4-1اهمية البحث

ان للبحث اهمية كبيره في تحديد مشاكل الترب الطينية من منظور هندسي حيث يمكن أن يكون ذو أهمية كبيرة للعديد من الأسباب لضمان سلامة واستدامة المشاريع الهندسية والبنية التحتية ومنها :-

١. استقرار الهياكل والمباني: يؤثر الترب الطينية على استقرار الهياكل والمباني بسبب تغيراتها في الحجم والملمس مع تغيرات الرطوبة، مما يمكن أن يؤدي إلى تشوهات وتصدعات في الهياكل.
٢. تأثير الترب على الأساسات: يعتبر فهم خصائص الترب الطينية مهماً لتصميم وبناء الأساسات الصلبة والمستقرة، حيث يجب أن تأخذ في الاعتبار قدرتها على دعم الأحمال والتأثيرات الجوية.
٣. تأثير الترب على أنظمة الصرف السطحي: قد تؤدي خصائص الترب الطينية إلى تغييرات في تصريف المياه السطحية، مما يمكن أن يسبب مشاكل في الصرف السطحي وتآكل الطرق والهياكل المحيطة.
٤. تصميم الأنفاق والمنشآت السفلية: يمكن أن تتسبب الترب الطينية في تحديات هندسية أثناء تصميم وبناء الأنفاق والمنشآت السفلية، مما يتطلب دراسات دقيقة لتقدير التأثيرات المحتملة وتطبيق التدابير اللازمة لتجنب المشاكل.
٥. استخدام الترب في الأعمال الهندسية المدنية: تفهم الخصائص الهندسية للترب الطينية يمكن أن يساعد في تحسين تصميم الأعمال الهندسية المدنية مثل السدود والجسور والطرق، وضمان استدامتها على المدى الطويل.



الشكل (1-1) خارطة العراق تظهر عليها منطقة الدراسة



الشكل (1_2) يمثل موقع مدينة الحلة بالنسبة لمحافظة بابل (دائرة التخطيط والهندسة، ٢٠٠٧)

5-1 جيولوجية وهيدرولوجية منطقة الدراسة

تقع مدينة الحلة من الناحية الجيولوجية ضمن منطقة السهل الرسوبي مابين النهرين في منطقة الرصيف غير المستقر نسبة الى التقسيم التكتوني في العراق (Buday and Jassim, 1984).

وتنكشف في منطقة الدراسة ترسبات العصر الرباعي، وتتميز هذه الرسوبيات برسوبيات السهل الفيضي (Flood plain Deposits لكل من نهري دجلة والفرات.

كما وتحتوي المنطقة ايضا على رسوبيات المنخفضات الضحلة (Shallow depression deposits) ، وهذه الترسبات مملوءة وتتجمع نتيجة الفيضانات من دراسة شركة الفرات (١٩٩٩). اما ترب السبخة التي هي عبارة عن مسطحات ملحية فتشغل مناطق متعددة من الجزء الأسفل للسهل الرسوبي ومنطقة الدراسة واحدة منها . اما هيدرولوجية منطقة الدراسة فتتمثل بوجود شط الحلة باعتباره المورد المائي الرئيس المنطقة الدراسة، وهو احد فرعي نهر الفرات عندما يتفرع هذا النهر جنوب منطقة المسيب الى فرعين هما: شط الحلة شرقا، وشط الهندية غربا، وهو يتوسط مدينة الحلة ويبلغ طول مجراه فيها (٨) كم، كما يوجد نهر صغير متروك يستخدم حاليا مبزلاً للمناطق التي تقع وسط المدينة غرب شط الحلة) وهو مبزل الحلة،

الشكل (1-2).

6-1المياه الجوفية المنطقة الدراسة

تعاني مدينة الحلة من مشكلة ارتفاع مناسيب المياه الجوفية فيها بشكل ادى الى وجود الماء قريبا من السطح أو ظهورها في بعض المناطق على السطح وعلى مدار السنة، وتتذبذب في اماكن اخرى خلال العام الواحد مما يعرض اسس المنشآت الى دورات من الترطيب والجفاف (الشكر، ٢٠٠٠). وفي دراسة لشركة الفرات العامة لمدينة الحلة عام ١٩٩٩ اكدت ان املاح هذه المياه الجوفية تنتمي الى مجموعة الكبريتات التي توجد بشكل ثلاث عوائل وهي كبريتات الصوديوم، وكبريتات المغنيسيوم، وكبريتات الكالسيوم، التي تعد احد الاسباب الرئيسة لزيادة الملوحة في المياه الجوفية، كما توجد مجموعة الكلوريدات بشكل عائلتين وهما: كلوريد الصوديوم، وكلوريد المغنيسيوم والناتجة من فعاليات الانسان المختلفة. كما ان وجود المياه الجوفية قريبا جدا من السطح أو على السطح في بعض الأماكن واحتوائها على الاملاح التي تم الاشارة اليها اعلاه من المشاكل الهندسية المهمة التي تواجه الخرسانة . وان منسوب هذه المياه لكل موقع من المواقع المدروسة سنشير اليه في الفصل الثالث من هذه الدراسة.

7-1 مناخ منطقة الدراسة

يعد المناخ من اهم مكونات البيئة الطبيعية والذي له تأثير كبير على باقي المكونات الأخرى مثل: الغطاء النباتي والمعالم الجيومورفولوجية والتربة، وكذلك فإن المناخ يشكل سبباً في التغيرات الموضعية التي تحدث ضمن البيئة المحلية لارتباطه بالنشاط الحيوي للكائنات الحية شاكر، (١٩٨٥)، كما يؤدي الى تفتيت التربة ونقلها وان زيادة كميات الامطار والرطوبة، تؤثر في المحتوى المائي للتربة بصورة كبيرة، وزيادة مناسيب المياه الجوفية

(١٩٩٨ ،العادلي)

وتتأثر قابلية انتفاخ التربة تأثرا مباشراً بطبيعة المناخ، ففي المناطق التي تتعرض الاوقات جفاف طويلة نسبيا تعقبها اوقات امطار غزيرة تكون تربتها أكثر عرضة للانتفاخ (سبع، ١٩٨٧).

وفيما يأتي عرض موجز لعناصر المناخ في منطقة الدراسة والمسجلة لمحطة انواء الحلة. وقد تم اعتماد المعدلات الشهرية للمدة من (١٩٧٩-٢٠٠٣) والمدونة في الجدول رقم .(١-١)

الجدول (١-١) المعادلات الشهرية لعناصر المناخ المسجلة في محطة انواء الحلة للمدة (١٩٧٩-٢٠٠٣) عن الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي (٢٠٠٤.)

اشهر السنة	الامطار (ملم)	الرطوبة النسبية (%)	درجة الحرارة (مئوية)	ساعات السطوع الشمس اليومي	التبخر (ملم)
كانون الثاني	٢١.٦	٧٤.١	10	6.59	43
شباط	١٦.١	٦٣.٥	11.8	7.41	67
أذار	١٧	٥٦.٧٥	16.5	7.95	107
نيسان	١٣.٦	٤٩.٦	23.00	8.74	150
مارس	١.٧٨	٣٨.٢	28.9	10.1	225
حزيران	٠.٠٨	32.2	32.7	12	283
تموز	صفر	31.00	34.9	11.9	298
أب	صفر	33.00	34.1	11.5	267
ايلول	٠.١٣	38.3	31.2	10.1	208
تشرين الاول	٤.٧٤	48.6	24.8	8.52	133
تشرين الثاني	١٤.٥	62.6	16.9	7.2	70
كانون الاول	١٧.٢	74.00	12.00	6.18	45

الجدول(1-2) يبين قيم المعدلات السنوية لعناصر المناخ من اقل الى اعلى قيمة معدل شهر لمنطقة الدراسة للمدة(٢٠٠٣-١٩٧٩)(عن الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ٢٠٠٤)

عناصر المناخ	درجة الحرارة (مئوية)	الرطوبة (%)	ساعات سطوع الشمسي/ يوم	كمية الامطار ملم / شهر	التبخر ملم / شهر
المعدل السنوي	23.06	50.1	9.015	8.9	154.2
اقل قيمة (المعدل شهري) – اعلى قيمة	36.1 – 10	80 -24	13.5 - 5.2	صفر - 64	٢٩٨ - ٤٣

1-8 طرائق البحث Methods of Research

تمثلت هذه الدراسة بمراحل عديدة وهي:

1-8-1مرحلة الاستطلاع وجمع المعلومات

تم في هذه المرحلة عمل جولة ميدانية لمنطقة الدراسة والاستطلاع والملاحظة لأنواع النباتات، والاشجار المتوافرة كذلك ملاحظة صفات التربة مثل: المرونة العالية واللمعان عندما تكون جافة، وقابلية التصاقها عند ترطيبها بالماء والتشققات (عرضها وعمقها)الظاهرة على السطح، كما تم ملاحظة التشققات (Cracks) في اسس المباني، والارتفاعات والتخسفات للطرق الداخلية. بعدها تم الاطلاع على تقارير تحريات التربة لمختبر بابل الانشائي التابع للمركز القومي للمختبرات الانشائية وملاحظة التغاير الافقي والعمودي للتتابع الطبقي لتربة الموقع.

1-8-2مرحلة اخذ النماذج

في هذه المرحلة تم اخذ نماذج للتربة المخلخلة (disturbed) وغير المخلخلة (undisturbed) لخمس مواقع وبعمق ٢ م، وتم تحديدها اعتمادا على الحفر الآلي وتسجيل المعلومات الحقلية لهذه المواقع ومنها قيم فحص الاختراق القياسي (S.P.T)، ووصف عام للتربة بشكل مفصل، وقراءة منسوب المياه الجوفية لكل موقع. والعمل تم خلال شهر آذار من سنة ٢٠٢٤ميلادي. مخطط يبين مواقع النماذج المأخوذة في منطقة الدراسة.

1-8-3العمل المختبري Laboratory Work

تم اجراء الفحوصات المختبرية الآتية للنماذج المأخوذة من مواقع الحفر :

١ – الفحوصات الفيزيائية وتضمنت : توزيع الحجم الحبيبي ومحتوى الرطوبة (٠) وحد السيولة (LL) ، وحد اللدونة (PL) و فحص المعادن الطينية بوساطة حيود الاشعة السينية x-ray diffraction وفحص التقلص الطولي لبيان تأثير المناخ (longitudinal shrinkage)

٢- الفحوصات الهندسية وتضمنت: ضغط الانتفاخ ومؤشر الانتفاخ من فحص الانضمام (consolidation test) والانتفاخ الحر البسيط (Free swelling)

1-8-4العمل المكتبي Office Work

في هذه المرحلة تم تمثيل وتحليل نتائج الفحوصات الحقلية والمختبرية جميعا للتوصل الى طبيعة الانتفاخ في تربة مدينة الحلة والعوامل المؤثرة فيه، وتطبيق معادلات خاصة للحصول على الانتفاخ الحر النظري، وموازنته بالانتفاخ الحر الذي تم الحصول عليه من الفحص المختبري، واستنتاج معادلات خاصة بموقع الدراسة. وبعدها تحليل النتائج ورسم المخططات والاشكال التي تتطلبها الدراسة والوصول الى الاستنتاجات التي تمثل منطقة الدراسة.

الفصل الثاني
الإطار النظري

الفصل الثاني

الإطار النظري

2-1 خصائص طبيعة المادة الطينية

التربة الطينية هي نوع من أنواع التربة التي تتميز بتركيبها وخصائصها الفريدة. تتكون التربة الطينية أساسًا من جزيئات الطين، وهي الجزيئات الصغيرة جدًا التي يمكن أن تشكل طبقات رقيقة ولزجة عند مزجها بالماء. يتراوح حجم جزيئات الطين عادةً بين ٠.٠٠٢ ملم إلى ٠.٠٠٥ ملم في القطر و

و إن التركيب الكيميائي الاساسي للمعادن الطينية هو سليكات الالمنيوم المائية والذي يحتوي بعضها على أيونات المغنيسيوم والحديد التي تحل جزيئا أو كليا محل الالمنيوم، أما البعض الآخر فانه يحتوي على ايونات القلويات بوصفها مكونات مهمة في تركيبه بنات ، (١٩٨٠).

ومعظم المعادن الطينية هي معادن ثانوية (مثل المعادن التي تكونت في اثناء التجوية بتأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية). وتوجد معها بنسب أقل المعادن الأولية المعادن التي ترثها التربة من الصخر الناري) مثل: الفلدسيار والكوارتز واللذان يوجدان بصورة أكثر تركيزا في الجزء الخشن من التربة الرمل والغرين) (عواد، (١٩٨٦) فضلا عن الى ماذكر من المكونات اعلاه فان المادة الطينية تضم بين مكوناتها المواد العضوية، والاملاح القابلة للذوبان، وايونات الكبريتات والكلوريدات والكاربونات فضلا عن الجبس. (Grim، ١٩٦٨).

وعموما فإن المادة الطينية مادة ناعمة متماثلة تكتسب صفات المرونة عند الابتلال (عواد، (١٩٨٦).

وتمتلك جسيمات الطين شحنة سالبة على سطوحها وهذه تجذب النهايات الموجبة لذرات المادة مكونة طبقة مائية محيطة بالجسيمات، ومن هنا تتولد خاصية التلاصق (اللزوجة) في التربة الطينية.العشو، (١٩٩١).

2-2كيف و اين تتكون الاطيان والرواسب الطينية

ان تجوية الصخور والتربة في الوقت الحاضر تعد الطريقة الرئيسة لتكون الطين والمعادن الطينية على سطح الأرض. تشتمل عملية التجوية على التفتت الطبيعي والتحلل الكيميائي الذي يغير المعادن الاصلية الى معادن طينية (Blatt et al، ١٩٨٠).

ان العوامل التي تتحكم بالتجوية وتكون التربة تشتمل على نوع الصخرة الاصلية، ونسبة الماء الى الصخور، ووجود الاحياء والمواد العضوية فضلا عن الوقت أو المدة الزمنية، وان انواع المعادن الطينية الموجودة في الصخور المتجوية تسيطر بدرجة كبيرة على كيفية سلوك الصخرة المتجوية تحت ظروف مناخية مختلفة مثل المدارية الرطبة، والمدارية الجافة، والمناطق الحارة). (١٩٩٩ Foley،).

2-3تصنيف المعادن الطينية

يمكن تصنيف المعادن الطينية الى المعادن الطينية الصفائحية(Phyllosilicate) والمعادن الطينية السلسة (Inosilicate) وان معظم المعادن ،(الطينية هي من نوع الصفائحية.

يتكون التركيب الداخلي للمعادن الطينية الصفائحية من وحدتين هما: الطبقة الرباعية (Tetrahedral layer) والطبقة الثمانية (Octahedral layer)فالطبقة الرباعية الرباعية تتكون من اتصال رباعيات الأوجه بعضها مع بعض، ويتألف رباعي الأوجه من ذرة سليكون في المركز

واربعة ذرات اوكسجين محاطة بها. وعند اتصال هذه الوحدات يكون الاشتراك بثلاث ذرات اوكسجين من كل رباعي اوجه للوحدة المجاورة لتؤلف شبكة سداسية التناظر . اما الطبقة الثمانية فتحتوي على تركيب يتألف من هيدروكسيد الالمنيوم والمغنيسيوم لتؤلف صفيحتين (٢-sheets) .

ففي حالة امتلاء الفراغات بصورة كاملة بتركيب البروسايت هيدروكسيد المغنيسيوم ((Mg (OH فتسمى الطبقة ثمانية ثلاثية (trioctahedral layer) وفي حالة احتواء الفراغات على تركيب الجبسايت هيدروكسيد الالمنيوم (AlOH) لتملأ ثلثي الفراغات فتسمى الطبقة ثمانية ثنائية (Dioctahedral layer).

اما من ناحية احتواء المعادن الطينية المنتمية الى هذه العوائل على الماء فيمكن تقسيمها على معادن طينية مائية (يوجد الماء بين طبقاتها التي عند تسخينها الى ١٠٠°م او اكثر قليلاً لطرد الماء وبدون تحطيم التركيب الذري الداخلي) ، والمعادن الطينية اللامائية التي لا تحتوي على جزيئات الماء بين طبقاتها (بنات (١٩٨٠). وفيما يأتي شرح موجز للمعادن الطينية الشائعة.

2-3-1 المونتمورلونايت (Montmorlonite)

اسمه مشتق من منطقة Montmorillon في فرنسا، تركيبه الكيميائي

Si,Al(Al, Mg)2(OH)2(Si,Al)4010(Ca, Na…)x.nH2O بنات (١٩٨٠)،

بذلك ينتمي إلى العائلة الثلاثية المائية حسب تقسيم (Engelhardt ١٩٧٧،) للمعادن الطينية الصفائحية.

لذلك يتكون من وحدتي بناء هما السليكا الرباعية (Tetrahedron Silica) ووحدة الالمنيوم الثمانية (Octahedron Alumina)، وهي مترابطة داخليا على شكل طبقات الواحدة فوق الاخرى ،

(Katti and Shanmugasundram, 2001) ويمكن تمييز نوعين للمونتمورلونايت

المونتمورلونايت صوديوم الذي يدعى البنتونايت هو الذي يملك الترابط الضعيف بين هذه الطبقات، وبذلك يسمح هذا الترابط بدخول الماء بسهولة وبمساعدة عملية طرد الاكترونات (تنافر) الناتجة من الشحنة الكلية لدقائق البنتونايت، وبالنتيجة فان هذه الدقائق يمكن ان تنفصل إلى دقائق اصغر.

لقد استطاع (Katti and Shammugasundran) سنة ٢٠٠١ أن يلاحظا هذا الانفصال عن طريق التحليل العددي لصور تم الحصول عليها باستخدام طريقة تشتت الطاقة بالاشعة السينية.

النوع الثاني مونتمورلونايت – كالسيوم يكون ترابطه اقوى وبذلك يكون انتفاخه محدودا (ابراهيم، ١٩٩٠).

ويشبه المونتمورلونايت الى حد كبير المايكا ولكن الروابط بين طبقاته اضعف من تلك الموجودة في المايكا (بنات ، (١٩٨٠).

ان المونتمورلونايت اكثر تعقيدا من الناحية الكيميائية من الكاؤولينايت وهو يوجد في الطبقات السفلى المتجوية القريبة من الصخور إذ إن العمليات الكيميائية أكثر سيطرة (Foley, 1999).

2-3-2 الكاوولينايت kaolinite

اسمه مشتق من (Kauling) وتعني الحافة العليا من الخل الأريان (Bowels، ١٩٨٤) يوجد في معظم المناطق المتجرية وافاق التربة (Witwit, 2001). وتركيبة الكيميائي AL^4 $(OH)^8$ $Si10^{10}$

ينتمي إلى العائلة الثنائية إذ إن الوحدة التركيبية لهذه العائلة يتكون من المحال الطبقة الرباعية مع الطبقة الثمانية، وهذه العائلة تنتمي إلى المعادن الطبية الصفائحية. (صفائح متعاقبة من الالمنيوم المائي والسليكات حيث تحتوي على طبقة من المادتين السليكل و الالمنيوم) ;Bowels, 1984 Witwit 2001 وهذا ما يجعلها ضعيفة إذ انه اقل المعادن الطينية تماسك، وهو من المعادن اللامانية ولذلك فهو لا يمكن أن تحدث فيه ظاهرة الانتفاخ (بنات ، ١٩٨٠).

2-3-3 الالايت

تسمية الالايت جاءت نسبة الى مقاطعة Illinios في الولايات المتحدة . (Bowels، ١٩٨٤) وتم اقتراح هذه التسمية عام ١٩٣٧ من Bradlley و Bray و Grim ، وهو يشبه في تركيبه مجموعة المايكا لكنه يحتوي على نسبة اقل من الالمنيوم والبوتاسيوم لما موجود في المايكا.

وقد يستبدل بعض ايونات البوتاسيوم بالماء بعض الاحيان فيسمى في هذه الحالة بالمايكا المائية (Hydromica) (بنات (١٩٨٠)، والالايت يمثل حالة وسط بين الكاؤولينات والمنتمورلونايت من حيث اللدونة وقابلية الانتفاخ والانكماش (العشو،١٩٩١).

2-3-4 الكلورايت Chlorite

الكلورايت يمثل مجموعة لعشرة معادن متكونة بعلاقة الابدال (الاحلال) للمحاليل الصلبة المعقدة. وهي ذات تركيب بلوري من نوع احادي الميل (Mono clinic) أو ثلاثي الميل (Triclinic) .

هذه المعادن بصورة عامة ذات حجم حبيبي ناعم Fine-grained micaceous.

وذات لون اخضر غامق (dark green).

ومن هنا جاءت التسمية لتدل على المعادن الخضراء الغنية بأيون الحديدور ولا يمكن تمييزها بسهولة ماعدا التحليل بالاشعة السينية. (Grim، ١٩٦٨)

وان معادن مجموعة الكلورايت تتكون بمدى واسع لبيئات تحول واطئة الدرجة ومن النوع الاول الحرمائي حيث تحصل اعادة التبلور على طول الصدوع واطنة القص

(Shear zones) (Xie,et,al، ٢٠٠٤).

وهناك نوعان من الكلورايت وهما: الكلورايت الحقيقي، والكلورايت المتمدد. فالحقيقي يتألف من صفيحة من المايكا مرتبطة بصفيحة من البروسايت، اما المتمدد فينتفخ عند معاملته بالكحولات المتعددة (Poly alcohols) كما هو الحال في المونتمورلونايت، لكن الاختلاف هو ان المونتمورلونايت فيها عند تسخينه بدرجات الحرارة العالية. اما الكلورايت المتمدد فيبقى ثابتا والسبب هو وجود صفيحة البروسايت التي تكون على شكل اعمدة غير مكتملة بين صفائح المايكا تسمح بدخول صفيحتان من الكليكول أو الجليسيرول فيها، وتقوم اعمدة البروسايت بمقاومة الانهيار عند التسخين (١٩٨٠ ، بنات)

2-4 خصائص التربة الطينية

١. لزوجة عالية:- يمتاز الطين بقدرته على الانسياب بسهولة عند إضافة الماء، مما يجعله لزجًا وسهل التشكيل.

٢. تراص الجزيئات:- تتراص جزيئات الطين بشكل متين وتتماسك بسبب سطحها الشحمي، مما يؤدي إلى تشكيل تربة قوية وصلبة بعد تجفيفها.

٣. امتصاص الماء:- يمتلك الطين القدرة على امتصاص الماء بشكل كبير، مما يساعد في الاحتفاظ بالمياه وتغذية النباتات.

٤. استقرار غير جيد:- نظرًا لقدرته العالية على امتصاص الماء، قد تتأثر التربة الطينية بتغيرات الرطوبة بشكل كبير، مما يمكن أن يؤدي إلى حدوث تصدعات وتشققات عندما تجف.

2-5 مشاكل الترب الطينية

2-5-1 مشكلة انضمام التربة

يمكن تعريف انضغاطية التربة (compressibility of soil) بشكل عام، بأنها الخاصية التي يحدث فيها نقصان تدريجي في حجم التربة بتأثير أوى الانضغاط (Compressive forces)

ويمكن أن يحدث انضغاط التربة بسبب واحد أو أكثر من الأسباب التالية:

(أ)انضغاطية (compression) الحبيبات الصلبة (solid particles)

(ب) انضغاط المياه الموجودة في فراغات (voids) التربة.

(ج) انضغاط الهواء في فراغات التربة.

(د) طرد الهواء من فراغات التربة.

(ت) طرد الماء من فراغات التربة.

كما هو معروف في الممارسة العملية للهندسة الجيوتكنيكية، أن الحبيبات الصلبة تكون غير قابلة للانضغاط (Incompressible) وكذلك ماء المسام (Pore water) في حالة تسليط الأحمال. لذلك، يعتبر ضغط هواء المسام (Pore air) وطرد ماء المسام هما المصدر الرئيسي للانخفاض

في حجم التربة التي تتعرض للضغوط. وقد تعاني التربة المشبعة جزئيا (Partially saturated) انخفاضاً ملموساً في الحجم من خلال ضغط هواء المسام قبل حدوث أي طرد لماء المسام. وبالتالي سيكون الوضع أكثر تعقيدا لمثل هذه التربة، ومع ذلك، فمن المعقول أن نفترض أن انخفاض حجم التربة المشبعة، و لجميع الأغراض العملية، يحصل بسبب طرد ماء المسام نتيجة تسليط الأحمال وغالبا ما توجد الترسبات وطبقات الطين المغمورة في الطبيعة في الحالة المشبعة تماما ولذلك سترتبط بالمشاكل التي تنطوي على انخفاض الحجم والآثار السلبية المترتبة.

وعلى وجه التحديد، فان انضغاط التربة يعتمد على الترتيب البنيوي "الهيكلي" (Structural) لحبيبات التربة، حيث تكون الحبيبات المتجاورة مترابطة معا في التربة الناعمة الحبيبات. والبنية الأكثر مسامية، مثل البنية الخلوية (Honey combed)، تعتبر أكثر انضغاطية من البنية الكثيفة (Dense)، و تكون التربة التي تتكون في الغالب من الحبيبات المسطحة (Flat) أكثر انضغاطية من التربة ذات الحبيبات الكروية (Spherical)، وقد تكون التربة التي أعيد تشكيلها (Remoulded) اكثر انضغاطية من الترب نفسها في حالتها الطبيعية وعندما يزاد الضغط يحدث انخفاض في حجم للتربة،

أما إذا انخفض الضغط في وقت لاحق فسيحدث بعض التمدد (Expansion) ولكن الارتداد (Rebound)او الاسترداد (Recovery)لن يحدث الى اقصى حد. وهذا يدل على ان التربة تظهر بعض الميل للمرونة ولكن الى درجة صغيرة فقط. فمن الصعب فصل الضغط المرن (Elastic) وغير المرن (Inelastic)في التربة .

هنالك نوع آخر من استرداد الحجم يتضح في التربة ناعمة الحبيبات، والذي يحصل عصرا للخارج (Squeezed out) بفعل ضغط المياه الممسوكة (Held) بين الحبيبات المسطحة من قبل قوى

معينة، وعند إزالة الإجهاد، تتسبب هذه القوى بامتصاص الماء (Sucked) مرة أخرى، مما يؤدي إلى ظاهرة "الانتفاخ" (Swelling). إن طرد ومص الماء قد يستغرق وقتا طويلا جدا.

أن ظاهرة انضغاط التربة المشبعة التدريجي، تحت ضغط ثابت بسبب طرد ماء المسام من فراغات التربة، تعرف بانضمام أو تصلد التربة (Consolidation of soil) والتي سوف يتم التعامل معه في الفقرات اللاحقة. وهذه الظاهرة تعتمد على الزمن، وخاصة في الطين. وهكذا، فإن سلوك التغير في الحجم له جانبان مختلفان أولاهما، التغيير في الحجم والذي يؤدي إلى الانضغاط الكلي أو الهبوط، وثانيهما، الزمن المطلوب لتغير الحجم الذي يحدث تحت ضغط خاص وعندما يتم إنشاء المباني أو السدود على الطين المشبع، لا يكون الهبوط (Settlement) فيها أنيا، بل يحدث بسبب طرد المياه من الفراغات، والذي يحتاج إلى فترة طويلة. وفي أثناء عملية الانضمام ينخفض ضغط ماء المسام (PWP)، ويزداد الضغط العمودي المؤثر (effective vertical stress) عند نقطة داخل الطين. أما في حالة التربية الحبيبية، فان عملية الانضمام او التدمج تحدث في الغالب فوريا، وتعتبر دراسة خصائص الانضمام مفيدة للغاية لغرض التنبؤ بقيمة وزمن الهبوط للمنشآت الهندسية.

2-5-2 مشكلة الانتفاخ

من المشاكل التي تعاني منها المنشآت الهندسية هي ظاهرة التمدد الحجمي للترب الطينية بتغير عامل الرطوبة التي تتمثل بظاهرتي الانتفاخ (Swelling) والانكماش (Shrinkage) ، وهذه المشكلة موجودة في معظم الترب الطينية في مناطق العالم، والعراق واحد من هذه المناطق ولاماكن محدودة فيه تعاني من الانتفاخ وذلك لوجود العوامل المسببة لها.

إن عملية الحصول على المعلومات المطلوبة لتقويم هذه الظاهرة تعتمد بالدرجة الاساس على اجراء فحوصات متعددة للتربة؛ وذلك بأخذ نماذج بعد تحديد عدد ومواقع نقاط الحفر. اما عمق الحفر فيعتمد على نوع المنشأ أو مدى تأثير هذه الظاهرة في المنشأ.

2-5-2-1 هنالك ثلاثة اساليب لتمييز الترب المنتفخة وهي:

1-الطريقة التعدينية لمعرفة نوع المعادن الموجودة في منطقة الدراسة التي تعتمد على خواص البناء البلوري للمعادن الطينية.

٢-الاسلوب المباشر والذي يعتمد على فحص الانضمام (consolidation test) لمعرفة ضغط الانتفاخ (swelling pressure).

3-الاسلوب غير المباشر والذي يعتمد على خاصية واحدة أو أكثر من خواص التربة في تقويم الانتفاخ. . وعلى العموم فإن التربة المنتفخة تصنف على اساس درجة الانتفاخ.

اما العوامل الرئيسة التي تؤثر في انتفاخ التربة

-نوعية التربة والمعادن الطينية التي تعاني من التمدد الحجمي.

-وجود الماء محتوى الرطوبة).

-المناخ السائد في المنطقة.

إن دراسة هذه الظاهرة وتصنيفها له دلالات مهمة في تصميم المنشآت الهندسية سواء أكان قبل الانشاء أم بعده، وان تحديدها ووضع الحلول لها تعد من ضمن الأمور التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار، لأجل ان يحمي المصممون والمنفذون هذه المنشآت من تأثيرات انتفاخ الاطيان.

2-5-3مشكلة اللدونة العالية

اللدونة هي عكس المرونة وهي خاصية توجد في كثير من المواد ومنها في التربة أو الطين وهي عند تعرضها إلى ضغوط خارجية لا تعود إلى حالتها الطبيعية عند زوال المؤثر الخارجي كما في اللدائن المعروفة حيث عندما نضغط عليها بأداة حادة سوف يؤثر فيها ولكن بعد زوال ذلك المؤثر لا تعود إلى حالتها الطبيعية. .حيث ان ارتفاع لدونة الترب الطينية وزيادة المساحة السطحية لها كونها تتكون في معظمها من دقائق ذات حجم حبيبي صغير جدا وبالتالي الحاجة لكميات كبيرة من المياه لتشكيلها، وعند التجفيف سنترك فراغات كبيرة تعمل على خفض الكثافة وبالتالي خفض مقاومة الانضغاط. ولتحسين خواص هذه الترب وجعلها مؤهلة للتطبيقات الإنشائية يجب خفض نسبة المواد اللدنة المكونة لها أما بإضافة مواد ذات لدونة منخفضة أو بتحويل جزء من موادها اللدنة إلى مواد غير لدنة. إضافة مواد إلى الترب الطينية العالية اللدونة لها القدرة على التفاعل مع

تلك الترب بوجود الماء وتكوين مواد لاصقة تساعد في ربط حبيبات التربة والحصول على مواد غير لدنة وذات مساحة سطحية اقل وبالتالي خفض معامل اللدونة.

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

1-3 مقدمة

سنتناول في هذا الفصل تقويم مشاكل التربة الطينية لمدينة الحلة بالاعتماد على الخواص الفيزيائية والهندسية والمعدنية التي عن طريقها يتم الحصول على المعلومات الدالة للمشاكل .

والخواص الفيزيائية هي:

١- النسبة المئوية للحبيبات الناعمة من التحليل الحبيبي hydrometer analysis

2- محتوى الرطوبة(Water Content(W))

٣- حدود اتربرك ومؤشر اللدونة Atterbery limits and plasticity

Index وفعالية التربة(Activity soil)

4- تصنيف التربة (Classification of soil)

التي منها يتم التعرف على نسبة الانتفاخ الحر (المحسوب) بالاعتماد على معادلات الدراسات سابقة ودرجة الانتفاخ عن طريق الربط بين فعالية التربة والنسب المئوية لكمية الطين في العينة.

اما الخواص الهندسية فهي:

١ – ضغط الانتفاخ (Swelling pressure) من فحص الانضمام

(Consolidation test).

٢- الانتفاخ الحر (Free swelling) من فحص الانتفاخ الحر(Swelling Test).

.

2-3 الخواص الفيزيائية.

أ- التحليل الحجمي الحبيبي Grain size analysis

تم اعتماد طريقة التحليل الرطب أي طريقة التحليل باستخدام المكثاف d والتي ،Stock's Law (التي تعتمد على قانون ستوك)

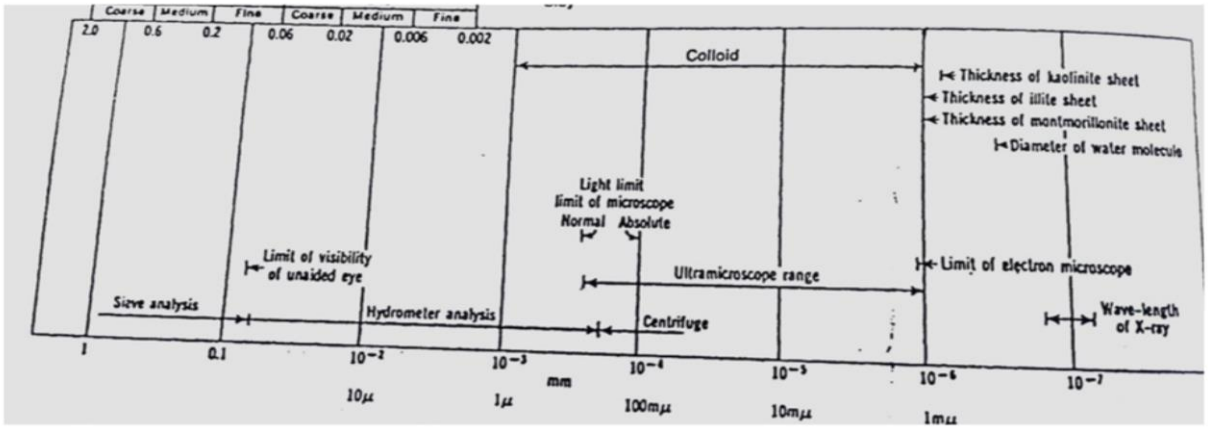
(Hyrometer analysis)تتضمن قياس سرعة ترسيب الحبيبات الناعمة للتربة ومن ثم الحصول على القطر المكافئ لهذه الحبيبات وعلى اوقات زمنية معينة للحصول على النسبة المئوية للعرين (Silt) والطين (Clay) والعابرة من منخل رقم ٢٠٠ لنموذج التربة ذي الوزن المحدد. وقد

اشار (العشو (١٩٩١) الى ان طريقة التحليل الجاف أي استخدام المناخل في فرز النسب المتبقية والمارة منها لنموذج التربة تعد غير عملية في معرفة تدرج التربة التي يقل حجم حبيباتها عن ٧٥ مايكرون (mm٠.٠٧٥)؛ لصعوبة العملية وعدم كفائتها إذ إن حبيبات التربة ذات قابلية تماسك بعضها مع بعض الشكل (٣-١).

ان تغلب الاجزاء الناعمة في التربة يلعب دورا فعالا في تغير الصفات الفيزيائية بتغير محتوى الرطوبة (Yasin، ١٩٩٠).

وقد تم ربط كمية الطين مع الخواص الفيزيائية الأخرى للحصول على نسبة الانتفاخ (S%) free swelling ودرجة الانتفاخ.

شكل (3-1) يبين التدرج في الحجم الحبيبي وطرائق تحديده (lambe and whitman, 1969)



ب- محتوى الرطوبة((Water Content(w)

ويعني نسبة وزن الماء الموجود في عينة التربة الى وزن المادة الصلبة الموجودة في تلك العينة (Bowels، ١٩٨٤)

$$W=Ww\div Ws\times 100\%$$

حيث ان

W:- محتوى الرطوبة.

Ww :- وزن الماء الذي تحتويه العينة.

Ws:- وزن المادة الصلبة للعينة.

وقد يتغير محتوى الرطوبة لاسباب عديدة منها تساقط الامطار الغزيرة، أو نتيجة تنفيذ مشاريع اروائية معينة (سبغ (١٩٨٧).

الجدول (3-1)تقويم محتوى الرطوبة في منطقة الدراسة

محتوى الرطوبة(w)	درجة الرطوبة
٢٠_٢٥	واطئة
٢٥_٣٠	معتدلة
٣٠ فأكثر	عالية

علما أنه مقترح من قبل الباحث لمحتوى الرطوبة ولأغراض هذه الدراسة فقط

حدود اتربرك (Atterbeg limits)

اقترح العالم السويدي Atterberg عام ١٩١١ تقسيم التربة على اربع حالات وهي :-

الحالة السائلة(Liquid state)

الحالة اللدنة(Plastic state)

الحالة شبه الصلبة(Semi-solid state)

الحالة الصلبة (Solid state)(علي وآخرون ،١٩٩١).

وهذه الحالات تعتمد على محتوى الرطوبة (water content) . إن الحد الذي تتحول فيه التربة من الحالة السائلة الى حالة اللدونة هو حد السيولة (liquid limit) اما الحد الذي يفصل بين حالتي اللدونة وشبه الصلبة فهو حد اللدونة(Plastic limit) اما الحد الاخير فهو حد الانكماش (shrinkage limit) الذي يفصل بين الحالتين الشبه الصلبة والصلبة (١٩٦٩) Lambe and Whitman) والشكل (٣-٢) يوضح هذه الحالات والحدود.

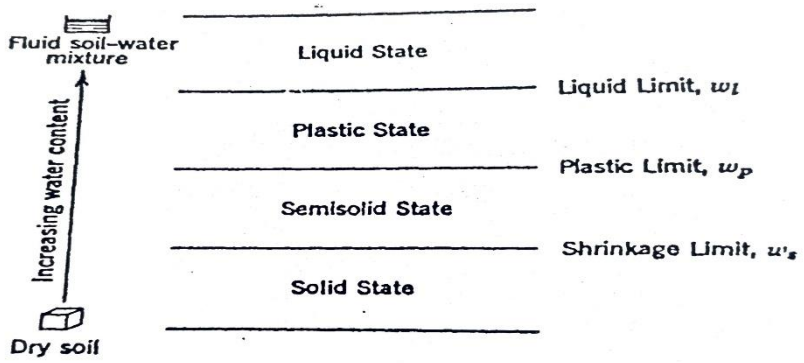
في بحثنا هذا تم ايجاد حدي السيولة واللدونة لنماذج التربة لمنطقة الدراسة

الفرق بين حدي السيولة واللدونة

وربطها بالانتفاخ الحر Free Swelling ، أو الاعتماد على مؤشر اللدونة الذي هو الفرق بين حد السيولة واللدونة.

وان حدود اتربرك لها اهمية كبيرة في تصنيف التربة وتعريفها، وكذلك لتحديد بعض خصائص التربة مثل دليل الانضغاطية ومعرفة التغير الحجمي في التربة (الخالد، ٢٠٠٢.(

شكل (٢-٣) حالات التربة وحدود اتربرك وعلاقتها بمحتوى الرطوبة . (lambe and whitman,1969)

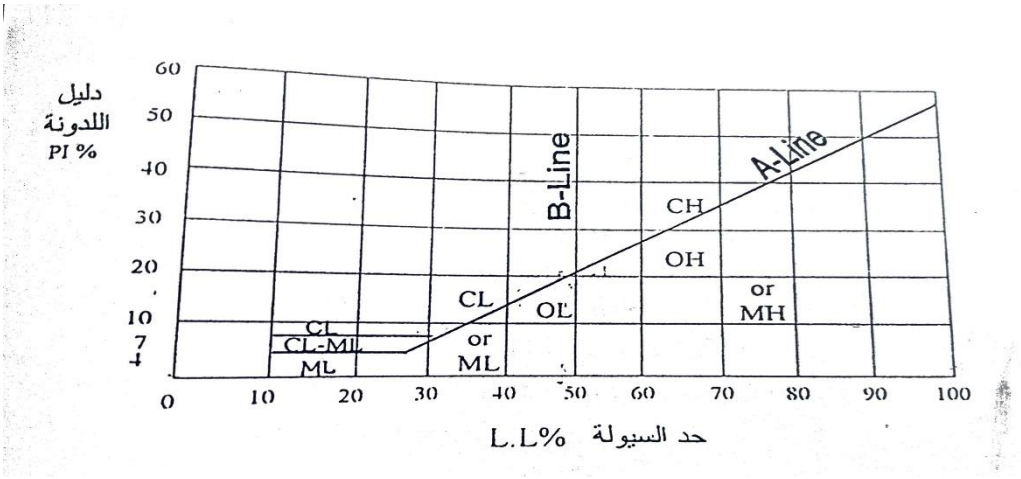


3-3 تصنيف التربة

إن تصنيف التربة يعد من الأمور المهمة التي تعطي الصورة الواضحة لنموذج التربة ومن ثم ايجاد الحلول الهندسية الملائمة لكثير من المشاكل المتعلقة بها. في بحثنا هذا تم الاعتماد على مخطط اللدونة ضمن نظام تصنيف التربة الموحد

. (Unified soil classification system) USCS.

ويعتمد هذا النظام في التصنيف على حجم حبيبات التربة وعلى لدونة العينة؛ وبذلك فهو يعطي معظم الخواص الهندسية (العشو ،١٩٩١). الشكل (٣-٣) يوضح مخطط اللدونة لتصنيف التربة الناعمة ضمن التصنيف الموحد.



3-3مخطط اللدونة حسب نظام التصنيف الموحد عن (العشو ،١٩٩١) و (Krynine and judd,1957)

جدول (٢-٣) يبين درجة الانتفاخ الحر المفحوص(Holtz and Gibbs, 1968)

الانتفاخ الحر (S%)	درجة الانتفاخ
اقل من ٥٠	واطئة
٥٠-١٠٠	متوسطة
اكبر من ١٠٠	عالية

4-3 فحوصات تربة منطقة الدراسة ونتائجها

1-4-3 التوزيع الافقي لأعماق مختلفة:-

تم دراسة خواص تربة منطقة الدراسة في المواقع المختلفة افقيا وعلى اعماق مختلفة من السطح للعمق (٢) م عموديا ولكل نصف متر.

3-4- 1 -1 القيم العليا والدنيا للخواص الفيزيائية للعمق (٠.٠-٠.٥) م

يتميز هذا العمق من غيره من اعماق تربة منطقة الدراسة بأنه تربة السطح لذلك أكثر المواقع هي تربة دفن Fill material) ومنها: (الجزائر، ونادر، والجمعية وباب الحسين اما بقية المواقع فتميزت على النحو الآتي:

بالنسبة للتوزيع الحبيبي لتربة في هذا العمق تراوحت النسبة المئوية للحبيبات الناعمة بين (٣٧% في موقع نادر ٩٦% في موقع الثورة) ونسبة الطين من الحبيبات الناعمة تراوحت بين (١٣% في موقع نادر ٧٦ % في موقع البكرلي) والاخيرة تشكل نسبة كبيرة من الحبيبات الناعمة.

وقد بلغت قيم محتوى الرطوبة (w) لتربة هذا العمق (٢٩.7%) في موقع الثورة وهي ذات مدى واسع من الواطئ - المعتدل كما في الجدول (٣-١).

اما قيم (LL) فقد بلغت ٦٠.٠% في موقع البكرلي وحد اللونة (PL) بين (١٣.٦% في موقع البكرلي) ومؤشر اللدونة (PI) فقد بلغ(٣٦.٢% في موقع البكرلي). اما فعالية تربة هذا العمق فقد تراوحت بين (٠.٢٢٧ في موقع الاسكان ١.٢ في موقع نادر). وبلغت درجة الانتفاخ المعتمدة على هذه الفعالية بين الواطئة العالية جدا.

وقد تم تصنيف تربة هذا العمق بأنها طينية واطئة اللدونة (CL) ماعدا موقع البكرلي فهو طينية عالية اللدونة (CH) ، ومما يجدر الاشارة اليه ان موقع البكرلي قد تميز بقيم عالية لنسبة الطين واللدونة ودرجة الانتفاخ اعتماداً على فعالية التربة لهذا العمل وللأعماق الأخرى اما قيم الانتفاخ الحر التي تم حسابها من المعادلات ١، ٢، ٤ فقد بلغت على النحو الآتي:

$$s=3.75\times10^{-4}L.L^{2.685} \quad ...(١)$$

$$s=60k\ p.i^{2.44} \quad ...(٢)$$

$$s=KACT.^{2.44}\ C^{3.44} \quad ...(٤)$$

معادلة (١) ٣.٠ في موقع الجمعية ١٩.٩ في موقع البكرلي.

معتلة (٢) ١.٥ في موقع باب الحسين ١٣.٥ في موقع البكرلي.

معادلة (٤) ٠.٤ في موقع باب الحسين ١٧.٣ في موقع البكرلي.

ومن هذه القيم التي تم الحصول عليها من هذه المعادلات لهذا العمق وللأعماق الأخرى

نها غير متوافقة فيما بينها كما أنها غير متوافقة مع نتائج الانتفاع الحر المفحوص، لكنها في

الوقت نفسه في انعكاس لقيم الخواص الفيزيائية.

وقيم الانتفاع الحر (s%) التي تم الحصول عليها من الفحص فقد تراوحت بين (٦٥% في موقع الجمعية ١٤٥% في موقع البكرلي)، وهي بذلك تعكس درجة انتفاع متوسطة-علية

3-4-1-2 القيم العليا والدنيا للخواص الفيزيائية للعمق (٠.٥-١.٠) م

تبين من التحليل الحجمي الحبيبي ان النسبة المئوية للحبيبات الناعمة، تراوحت بين (94% في موقع الثورة – و 88% في موقع الجمعية)وهي اعلى نسبيا من نسبة الحبيبات الناعمة للعمق الأول (٠.٠-٠.٥) م. اما النسبة المئوية للطين فقد تراوحت بين(19% في موقع الثورة -78% في موقع البكرلي)وهذه القيم متقاربة مع قيمها في العمق ٠.٠-٠.٥ م. اما محتوى الرطوبة (w) لتربة هذا العمل فقد تراوحت بين ٢١ % في موقعي باب الحسين والجمعية ٢٩.٧%في موقع الثورة وهى تأخذ مدى من الواطئ العالي الجدول (٣-١). وقد بلغت قيم حدور اتربرك الآتي: حد السيولة (L.L) تراوحت بين (36.7) في موقع الثورة و ٦٠.٧% في موقع البكرلي)، وحد اللدونة (P.L) بين (١٤.٠% في موقع نادر – ١٤.١في موقع الثورة)، ومؤشر اللدونة (P.i) بين (٢٠.٩%في موقع الثورة – ٣٤.٧% في موقع البكرلي)، وبهذا فقد بلغة قيمة فعالية التربة بين

(١.٢٢)في موقع الثورة وهي تعطي درجة انتفاخ واطئة - عالية.

وتم تصنيف التربة لهذا العمق فكانت معظم المواقع هي تربة طينية واطئة اللدونة

(CL) وبعضها طينية عالية اللدونة (CH) واخرى غرينية عالية اللدونة (MH) في الجمعية وغرينية واطئة اللدونة (ML) في موقع الثورة. ولذا فإن هذا العمق من التربة لمنطقة الدراسة يحتوي على كل اصناف التربة الناعمة. وبالنسبة لتقويم الانتفاخ لهذا العمق فقد بلغت نسبة الانتفاخ الحر التي تم حسابها من المعادلات :١، ٢، ٤ الآتية

المعادلة (١)	5.1 في موقعي نادر	٢٠.٥ البكرلي .
المعادلة (٢)	١.٣ في موقع الثورة	12.3 في موقع البكرلي.
المعادلة (٤)	0.7 في موقع الثورة	16.0 في موقع البكرلي .

اما نسبة الانتفاخ الحر S% التي تم الحصول عليها من الفحص فقد تراوحت بين (٤٠ % في موقع الثوره – ١٤٠ في موقع البكرلي وهي تعطي درجة انتفاخ واطئة – عالية

3-1-4-3 القيم العليا والدنيا للخواص الفيزيائية للعمق (١.٠-١.٥) م

اوضحت نتائج التحليل الحبيبي بأن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة لتربة هذا العمق بين (85% في موقع الثورة – 95% في موقع الجمعية) والنسبة المئوية للطين تراوحت بين (٢٥% في موقع باب الحسين – 30%في موقع الثورة) . وتظهر زيادة في النسب قياسا بالعمقين السابقين. اما محتوى الرطوبة (w) فقد تراوح بين 25 في موقع الثورة – 22 في موقع الجمعية، وهي تتراوح بين الواطئة - المعتدلة الجدول (٣-١). بالنسبة لقيم حدود اتربرك فكانت على النحو الآتي : حد السيولة (L.L) تراوحت قيمها بين (42.3 في موقع الثورة 38.7% في موقع الجمعية). وحد اللدونة (P .L) تراوحت قيمته بين (١٨.٠% في موقعي الجمعية 23.3% في موقع الثورة). اما مؤشر اللدونة (PI) فقد بلغت قيمته بين 220 ١٣.٥% في موقع الثورة ٢٨.٠% في موقع البكرلي). لذلك بلغة قيمة فعالية التربة (activity) بالاعتماد على القيم ٠.٨- في موقع باب الحسين؛ وبذلك تكون درجة الانتفاخ بالاعتماد على الفعالية وكمية الطين الشكل (٣-٤) بين (واطنة عالية). وقد صنفت تربة هذا العمق الى طينية واطنة اللدونة (CL) لمعظم المواقع وبعضها طينية عالية اللدونة (CH)

اما قيمة نسبة الانتفاخ (S) التي تم حسابها من المعادلات (٢،١ ،٤ فهي على النحو الآتي:

المعادلة (١)	٤.٨ الشاوي	26.3البكرلي
المعادلة (٢)	١.٥ الشاوي	٧.٣ البكرلي
المعادلة (٤)	١.٣ الشاوي	٧.٥ البكرلي

في حين أن نسبة الانتفاخ الحر (S) التي تم فحصها تتراوح بين ٥٠% في موقع الشاوي - ١١٠% في مواقع البكرلي، وباب الحسين الشكل وبذلك تكون درجة الانتفاخ تتراوح بين متوسطة – عالية الجدول (٢-٣).

3-4-1-4القيم العليا والدنيا للخواص الفيزيائية للعمق (١٥-٢.٠) م

اظهرت نتائج التحليل الحبيبي أن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة لتربة هذا العمق قد تراوحت بين (٧٦%) في موقع الشاوي – 89%في موقع الثورة) . والنسبة المئوية للطين تراوحت بين (١٨% في باب الحسين - ٦٢% في موقع نادر).

تراوحت النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة (w) لتربة هذا العمق بين (٢١%-٢٨.٥%) وهي تتراوح بين الواطئة - المعتدلة الجدول (٣-١).

وبلغت قيم حدود اتربرك الآتي: حد السيولة (L.L) تراوحت قيمها بين (٣٦%) في موقع باب الحسين - ٥٧.٠% في موقع نادر)، وحد اللدونة (P.I) تراوحت قيمته بين (٢١.٥% في موقع الجمعية و22% في موقع الثورة) اما مؤشر اللدونة (P.i) فقد بلغت قيمته بين (٢١% في موقع

الثورة - ٢٨% في موقع نادر). وبذلك تكون فعالية التربة لهذا العمق بالاعتماد على كمية الطين ومؤشر اللدونة بلغة قيمتها ١.٤٠ في موقع الثورة، لذلك تكون درجة الانتفاخ بالاعتماد على مديات هذه الفعالية ونسبة الطين الشكل (٣-٤) تتراوح بين واطئة - عالية. وقد صنفت تربة هذا العمق طينية واطئة اللدونة (CL) لمعظم المواقع .وطينية عالية اللدونة (CH) لبعضها، اما موقع الجزائر فهو ذو صنف غرينية عالية اللدونة (MH) .

واعتمادا على القيم اعلاه يكون تقويم الانتفاخ بالاعتماد على المعادلات ١، ٢، ٤ الغرض معرفة نسبة الانتفاخ الحر (S) ظهر الآتي:

المعادلة (١) ٥.١ في موقع باب الحسين ١٧.٤ في موقع نادر

المعادلة (٢) ١.٦ في موقع الثورة ٨.٠ في موقع نادر

المعادلة (٤) ٠.٨ في باب الحسين ٧.٥ في موقع نادر

اما نسبة الانتفاخ الحر (S) التي تم الحصول عليها من الفحص فقد تراوحت بين (٥٠%) في موقع الجزائر ١٢٥% في موقع نادر وبذلك تكون درجة الانتفاخ اعتمادا على هذه القيم متوسطة – عالية. كما في الجدول

2-5-3 التوزيع العمودي

بعد معرفة التوزيع الافقي لخواص التربة وتقويم مشاكل التربة على اساسها لا بد من وصف هذه الخواص وتقوم التربة لكل موقع وبالتوزيع العمودي لست مواقع

1-2-5-3موقع الثورة(B.H.1)

الجدول (3-3) أن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة (الغرين والطين) تراوحت بين (٨٥-٩٤) %، اما النسبة المئوية للطين فقد تراوحت بين (١٩-٤٢) وهي تزداد باتجاه العمق بعيدا عن سطح الأرض وهي أقل من النسبة المئوية للغرين، وهذه ميزة خاصة تنفرد بها تربة هذا الموقع. أما قوام التربة فهو طري – متوسط. والمحتوى المائي لهذا الموقع فقد تراوحت نسبته المئوية بين (٢٣-٣٠)% وهي معتدلة نسبياً.

اما قيم حدود اتربرك فقد بلغ حد السيولة (L.L) قيمة تراوحت بين (٤٥-٣٦.٧)%، وحد اللدونة(P.L) (23.6-141%) ومؤشر اللدونة (P.I) (٢٠-٢٢.٦)%. وبذلك تصنف التربة لهذا الموقع بانها طينية واطئة اللدونة (CL) وذات فعالية تراوحت بين (٠.٥٩-١.٤)، وهي ذات درجة انتفاخ (واطئة عالية) اعتمادا على كمية الطين وفعالية التربة . الشكل (٣-٤).

اما نسبة الانتفاخ الحر (S%) من الفحص فقد تراوحت نسبته المئوية بين

(٩٠-١١٠) وبذلك تكون درجة الانتفاخ متوسطة - عالية. الجدول (3-2)

الجدول (٣-3)يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع الثورة (B.H.1)

Depth (m)	W.C %	L.L %	P.L %	P.I %	Particle size distribution			Fine Grained %	Soil symbol	Cr	S.P KN/m^2	A	S
					Clay %	Silt %	Sand %						
٠.٥-٠.٠	٢٩.٧	٣٦.٧	١٤.١	٢٢.٦	١٩	٧٥	٦	٩٤	CL	_	_	١.١٨	١.١٠
١.٠-٠.٥	٣٠	٣٧.١	١٦.٢	٢٠.٩	١٧	٧٧	٦	٩٤	CL	٠.٠٣٧	_	١.٢٢	١.٠٠
١.٥-١.٠	٢٥.٠	٤٢.٣	٢٢.٣	٢٠	٣٠	٥٥	١٥	٨٥	CL	٠.٠٤١	٥٠	٠.٦٦٦١.٠٥	٠.٩٠
٢.٠-١.٥	٢٨	٤٣	٢٢	٢١	٣٠	٥٩	١١	٨٩	CL	_	_	١.٤	

3-2-5-2 موقع الجمعية(**B.H.2**)

من الجدول (٣-4) يبين أن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة تراوحت بين (٩٥-٧٦) %والنسبة الأكبر فى الاعماق القريبة من السطح وتتضاءل تقريبا باتجاه العمق اما النسبة المئوية للطين وحده فقد تراوحت بين(٣٠-٥٨)% وهي ممثلة نسبة إلى المواقع المدروسة الأخرى، كذلك هي أكبر من نسبة الغرين والتربة ذات قوام طري – متيبس محتوى الرطوبة (١٠) لتربة هذا الموقع تراوحت بين (٢١-٢٦)%، وهي قيمة معتدلة الجدول (١-٣). اما حدود اتربرك فقد بلغت قيمها الآتي: حد السيولة (L.L) بين (٣٨٧-٥٤.٥)، وحد اللدونة (P.L) بين (١٧.٠-٣٠.٠) ومؤشر اللدونة (P.I) بين (١٩.٥-٢٥)؛ وبذلك فقد بلغت فعالية التربة قيما تتراوح بين (٠.٣٥٤-٠.٨٣٣%) واعتمادا على هذه القيم فإن درجة انتفاخ تربة الموقع تراوحت بين (المتوسطة - عالية) الشكل (٣-٤). اما تصنيف تربة هذا الموقع فهي تنوعت بين طينية واطئة اللدونة (CL)، وغرينية عالية اللدونة (MH)، وطينية عالية اللدونة (CH).

اما قيم الانتفاخ الحر (S%) فقد تراوحت بين (٦٠-١٢٠) وهي بذلك تعطي درجة انتفاخ (متوسطة - عالية). الجدول (3-2)

)الجدول ٤-٣) يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع الجمعية(B.H.2)

Depth (m)	W.C %	L.L %	P.L %	P.I %	Particle size Distribution			Fine Grained %	Soil Symbol	Cr	S.P KN/m^2	A	S%
					Clay %	Silt %	Sand %						
٠.٥-٠.٠	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
١.٠-٠.٥	٢١	٥١	٣٠	٢١	٤٦	٤٢	١٢	٨٨	MH	٠.٠٢٢	٣٥	٠.٤٥٦	٩٠
١.٥-١.٠	٢٢	٣٨.٧	١٨	٢٠.٨	٥٨	٣٧	٥	٩٥	CL	–	–	٠.٣٥٨	٨٥
٢.٠-١.٥	٢٢.٤	٤١	٢١.٥	١٩.٥	٥٥	٣٦	٩	٩١	CL	–	–	٠.٣٥٤	٦٠

3-2-5-3 موقع نادر

الجدول (٣-٥) يبين أن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة تراوحت بين (٩٨-٣٧)% حيث تميز العمق (٠.٠-٠.١)م بارتفاع كمية الرمل النهري، أما النسبة المئوية للطين وحدها فقد تراوحت بين (١٣-٧٣)% وهي عالية نسبيا ماعدا المتر الأول القريب من السطح. اما قوام هذه التربة فطري (soli) قرب السطح ومتيبس (stiff) للأعماق الأخرى. اما قيم حدود اتربرك الاتي: حد السيولة (L.L) تراوحت بين (٥٧-٣٣) %، وحد اللدونة (PL) تراوحت بين (١٣.٥-٣٠)%، ومؤشر اللدونة (PI)

(٢٨-١٦.٥)% بين وعلى أساس هذه القيم فقد تراوحت فعالية التربة بين (٠.٢٦٧-١.٢) وهي تعطي درجة انتفاخ متوسطة عالية الشكل (٣-٤). اما تصنيف تربة هذا الموقع فهو طينية واطنة اللدونة (CL) ماعدا العمق (١.٠-٢.٠) م فهي طينية عالية (CH).

في حين نسبة الانتفاخ الحر (S%) المستحصلة من الفحص فقد تراوحت بين (١٢٥-٨٥)% وهي تعطي درجة انتفاخ متوسطة - عالية الجدول (3-2).

الجدول (٥-٣) يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع نادر(B.H.3)

Depth (m)	W.C %	L.L %	P.L %	P.I %	Particle size distribution			Fine Grained %	Soil symbol	Cr	S.P KN/m^2	A	S
					Clay %	Silt %	Sand %						
0.5 – 0.0	٢١.٥	٣٠.٠	١٣.٤	١٦.٥	١٣	٢٤	٦٣	٣٧	CL	–	–	١.٢	–
1.0 – 0.5	٢٧.٤	٣٦	١٤.٠	٢٢	٢٠	٥٥	٢٥	٧٥	CL	٠.٠٤٦	٤٠	١.١٠٠	٠.٨٥
1.5 – 1.0	٢٥.٣	٥٢.١	٢٨.٣	٢٣.٨	٥٦	٤٢	٢	٩٨	CH	–	–	٠.٤٢٥	٠.٩٥
2.0 -1.5	٢٧.٠	٥٧	٢٩	٢٨	٦٢	٣٣	٥	٩٥	CH	–	–	٠.٤٥١	١.٢٥

4-2-5-3 موقع باب الحسين

الجدول (٣-٦) يبين أن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة لتربة هذا الموقع بين (٩٠-٧٥)%، أما كمية الطين فقد تراوحت نسبتها المئوية بين (١٨-٦٠)%، وهي متذبذبة فقد تكون اقل في أكثر الاعماق من كمية الغرين وهذا الموقع يضاهي الشاري في وجود نسبة الرمل النهري ضمن تربته والتوزيع الحبيبي بشكل عام. اما قوام التربة فيه طري متيبس جدا. بالنسبة إلى المحتوى المائي لتربة هذا الموقع تراوحت نسيته المئوية بين (٢١-٢٧) % وهي معتدلة نسبيا. اما قيم حدود اتربرك فقد بلغت قيمة حد السيولة (L.L) بين (٥٢-٣٤.٢)%، وقيم حد اللدونة (P.L) تراوحت بين (١٧-٢٩)%. اما مؤشر اللدونة (P.I) فقد تراوحت قيمته بين(١٨-٢٨)%.
واعتمادا على هذه القيم فإن صنف التربة لهذا الموقع هي طيني واطئ اللدونة (CL) ماعدا العمق ٠.٥-١.٠) م فهو طيني عالي اللدونة (CH)، اما فعالية التربة فقد تراوحت قيمتها بين (٠.٣-١.٠) وبذلك تكون درجة الانتفاخ اعتمادا على كمية الطين والفعالية لتربة هذا الموقع هي واطئة – عالية.

وقد تراوحت قيم نسبة الانتفاخ الحر (S%) من الفحص بين (٦٨-١٢٨)% وبذلك تكون درجة الانتفاخ متوسطة - عالية الجدول (3-2) .

الجدول (٣-٦) يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع باب الحسين(B.H.4)

Depth (m)	W.C %	L.L %	P.L %	P.I %	Particle size distribution			Fine Grained %	Soil symbol	Cr	S.P KN/m^2	A	S
					Clay %	Silt %	Sand %						
٠.٥_٠.٠	Fill	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
١.٠_٠.٥	٢١	٥٢	٢٩	٢٣	٤٦	٤٢	١٢	٨٨	CH	٠.٠٢٤	٥٥	٠.٥٠٠	١.٢٠
١.٥_١.٠	21.5	٣٨	١٨	٢٠	٢٥	٥٠	٢٥	٧٥	CL	٠.٠٢١	_	٠.٨٠٠	١.١٠
٢.٠_١.٥	٢٥	٣٦	١٧	١٩.٠	١٨	٥٨	٢٤	٧٦	CL	_	_	١.٠٥٠	١.٠٥

5-2-5-3 موقع البكرلي

الجدول (٣-٧) يبين أن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة تراوحت بين (٩٧-٨٩)%. اما النسبة المئوية للطين فقد تراوحت بين (٦٠-٧٨)% وهي متذبذبة مع العمق، وأن نسبة الرمل النهري في الاعماق القريبة من السطح أكثر نسبيا من الأعماق البعيدة عن سطح الأرض، أما قوام التربة فهو طري متيبس في العمق الأخير. اما قديم حدود اتربرك فكانت على النحو الآتي: حد السيولة (L.L) تراوحت بين (٦٠.٧٥٠.٣) %وهي متذبذبة مع العمق، وحد اللدونة (P.L) تراوحت بين. (١٩.٩-٢٨.٦)%، وقيمة مؤشر اللدونة (p.i) بين (٣٦.٢-٢٦.٣)%. وبهذا تكون فعالية التربة لهذا الموقع متقاربة وهي تتراوح بين (٠.٣-٠.٥) وبالاعتماد على نسبة الطين والفعالية المذكورة كانت درجة الانتفاخ عالية لكل تربة الموقع. صنف التربة لهذا الموقع هو (CH) طيني عالي اللدونة، أي أن نسبة الطين هي عالية نسبيا بالنسبة للمواقع الأخرى، كما انها اعلى من نسبة الغرين لكل اعماق الموقع

اما نسبة الانتفاخ الحر (S%) التي تم الحصول عليها من الفحص فقد تراوحت بين (١٤٨-٩٠)% وبذلك تكون درجة الانتفاخ (متوسطة - عالية) التربة هذا الموقع الجدول(3-2).وان خلاصة هذا الموقع وعند قياسة مع المواقع الاخرى تبين انه بلغ اعلى قيم للخواص الفيزيائية مع درجة انتفاخ عالية

الجدول (3-7) يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع البكرلي(B.H.5)

Depth (m)	W.C %	L.L %	P.L %	P.I %	Particle size Distribution			Fine Grained %	Soil symbol	Cr	S.P KN/m^2	A	S
					Clay %	Silt %	Sand %						
٠.٥-٠.٠	٢٨.٢	٦٠.٠	٢٣.٨	٣٦.٢	٧٦	١٣	١١	٨٩	CH	_	_	٠.٤٧٦	١.٤٥
١.٠-٠.٥	٢٨	٦٠.٧	٢٦	٣٤.٧	٧٨	١٢	١٠	٩٠	CH	٠.٠٢٦	١٠٠	٠.٤٤٤	١.٤٠
١.٥-١.٠	٢٨.٩	٥٢.٥	٢٤.٥	٢٨.٠	٦٢	٢٨	١٠	٩٠	CH	_	_	٠.٤٥١	١.١٠
٢.٠-١.٥	٢٩	٥٠.٣	٢٤	٢٦.٣	٦٠	٣٠	١٠	٩٠	CH	_	_	٠.٤٣٨	١.٠٠

٣-٥-٢-٦ موقع الشاوي (B.H.6)

الجدول(٣-٨) بين أن النسبة المئوية للحبيبات الناعمة تراوحت بين (٩٠-٣٥)%، أما النسبة المئوية للطين فقد تراوحت بين (٤٧-١٢) وهي تزيد أو تنقص على نسبة الغرين لهذا الموقع، وهي متذبذبة مع العمق، قوام التربة لهذا الموقع هو طري – متيبس. اما النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة (w) تراوحت بين (٣٥-٢٧.٧)%وهي عالية بالنسبة للمواقع المدروسة الأخرى.
تراوحت قيم حدود اتربرك الآتي : حد السيولة (L.L) بين (٤٥.٤-٣٥.٢)% ، وحد اللدونة (P.L) بين (٢٩.٣-١٩.٩)%، ومؤشر اللدونة (P.I) فكان ذو قيمة تراوحت بين (١٣.٩-٢٢.٣)%، وبذلك فقد تراوحت فعالية التربة اعتمادا على نسبة الطين وقيمة (pi) بين (٠.٣٧٨-٠.٧١٤)؛ وهي بذلك تعكس درجة انتفاخ واطئة المعظم اعماق هذا الموقع). وبهذا صنفت التربة لهذا الموقع (CL) الى طينية واطنة اللدونة للاعماق جميعها ماعدا العمق (٠.٥-١.٠) م فهو (ML) غرينية واطئة اللدونة.

اما نسبة الانتفاخ الحر (S%) التي تم الحصول عليها من الفحص فقد تراوحت بين (١٠٠-٤٠) وهي بذلك ذات درجة انتفاخ واطئة متوسطة الجدول (٣-٢).

الجدول (3-8) يبين الخواص الجيو تكنيكية لموقع الشاوي (B.H.6)

Depth (m)	W.C %	L.L %	P.L %	P.I %	Particle size distribution			Fine Grained %	Soil symbol	Cr	S.P KN/m^2	A	S
					Clay %	Silt %	Sand %						
٠.٥-٠.٠	–	–	–	–	–	–	–			–	–	–	–
١.٠-٠.٥	٣٥.٦	٤٣.٢	٢٩.٣	١٣.٩	٤١	٤٦	١٣	٨٧	ML	–	–	٠.٧١٤	٠.٤٠
١.٥-١.٠	٢٧.٧	٣٥.٢	٢٠.٢	١٥	٣٠	٤٨	٢٢	٧٨	CL	٠.٠٣٣	–	٠.٥٠٠	٠.٥٠
٢.٠-١.٥	٢٨.١	٣٧.٨	٢١.٣	١٦.٥	٤٠	٣٦	٢٤	٧٦	CL	–	–	٠.٤١٢	٠.٦٠

الجدول (٣-٩) يبين النسبة المئوية للطين (C)، فعالية التربة(A)، مؤشر اللدونة (PI%) الانتفاخ الحر(S) للمواقع المدروسة

الموقع	C %	S	A	PI%	Depth (m)
الثورةB.H.1	١٩	١.١	١.١٨	٢٢.٦	٠.٠_٠.٠٥
	١٧	١	١.٢٢	٢٠.٩	٠.٠٥_١.٠
	٣٠	٠.٩	٠.٦٦٦	٢٠	١.٠_١.٥
	٣٠	١.٠٥	١.٤	٢١	١.٥_٢.٠
المعدل	٢٤	١.٠١٢٥	٤.٤٦٦	٢١.١٢٥	
الجمعيةB.H.2	46	0.9	0.456	21	0.5_1.0
	58	0.85	0.358	20.8	1.o_1.5
	55	0.6	0.354	19.5	1.5_2.0
	55	1.1	0.454	25	2.0_2.5
المعدل	53.5	0.8625	0.4055	21.575	
نادرB.H.3	20	0.85	1.1	22	0.5_1.0
	56	0.95	0.425	23.8	1.0_1.5
	62	1.25	0.451	28	1.5_2.0
	50	0.9	0.392	19.6	2.0_2.5
المعدل	47	0.9875	0.592	23.35	
باب الحسين B.H.4	46	1.2	0.5	23	0.5_1.0
	25	1.1	0.8	20	1.0_1.5
	18	1.05	1.05	19	1.5_2.0
	60	1.28	0.466	28	2.0_2.5
المعدل	37	1.1575	0.704	22.5	
البكرلي B.H.5	76	1.45	0.476	36.2	0.0_0.5
	78	1.4	0.444	34.7	0.5_1.0
	62	1.1	0.451	28	1.0_1.5
	60	1	0.438	26.3	1.5_2.0
المعدل	69	1.2375	0.45225	31.3	
الشاوي B.H.6	41	0.4	0.724	13.9	0.5_1.0
	30	0.5	0.5	15	1.0_1.5
	40	0.6	0.412	16.5	1.5_2.0
	43	0.95	0.518	22.3	2.0-2.5
المعدل	38.5	0.6125	0.5385	16.925	

٣-٦ المناقشة

1-المعادلات الرياضية (١، ٢ ،٤) ، التي تم تطبيقها على منطقة الدراسة وبعد استعراض القيم التي تم الحصول عليها من تطبيق هذه المعادلات، وجد هناك اختلاف واضح في القيم بين معادلة واخرى للنموذج نفسه من جهة، والاحتلاف بين هذه القيم وما تم الحصول عليه من فحص الانتفاخ الحر من جهة أخرى، وهذا يرجع الى ان قيم الثوابت في المعادلات قد وضعت لتربة ذات خواص فيزيائية تختلف عن الخواص الفيزيائية لمنطقة الدراسة، وكذلك فان صيغة هذه المعادلات متناسبة مع الترب المدروسة، ولا تتناسب مع تربة مدينة الحلة، لذا فإن العلاقتين الرياضيتين التي تم ربط المتغيرات لها في منطقة الدراسة امكن من خلالها تمثيل واقع منطقة الدراسة، وقد اعطت نتائج جيدة.

2-عن طريق الموازنة بين الخرائط الجيوتكنيكية للحبيبات الناعمة ونسبة الطين من

جهة والانتفاخ الحر من جهة أخرى يتضح الآتي:

أ-ظهور توافق قليل جدا بين النسبة المئوية للحبيبات الناعمة والانتفاخ الحر،

وهذا يعكسه معامل الارتباط ايضاً (R0=0.256)

ب- وجود توافق في بعض المواقع لعمق معين أو توافق الى حد ما للمنطقة بالكامل لبعض الاعماق بين نسبة الطين مع الانتفاخ الحر وهذا ظهر كذلك في

قيمة معامل الارتباط (R0=0.330). ويعني ذلك اعتماد الانتفاخ على نوعية المعادن الطينية وجود المونتمورلونايت بالدرجة الاساس ومن ثم نسبة كمية الطين.

3-من استعراض المعادلات في الجدول (٣-٩) تبين ان القيم العالية لمعظم الخواص

الفيزيائية تكون في مواقع البكرلي ونادر على التوالي).

اما موقعي الثورة وباب الحسين فقد تميزت بدرجة انتفاخ عالية، وهي بذلك تحتاج الى

تحريات موقعية لغرض اضافة جهد الانتفاخ ضمن المؤشرات التي تحدد الظروف

المناسبة لاقامة المنشآت الهندسية، اما بقية المواقع فهي ذات جهد انتفاخ يتراوح بين المتوسط والواطيء وهي لا تؤشر خطورة على اقامة المنشأ الهندسي.

الفصل الرابع
النتائج والتوصيات

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

1-4 الاستنتاجات

١-ان معظم الترب للسهل الرسوبي والتي تتمثل بترسبات العصر الرباعي هي ترب طينيه غرينيه وهي تعاني من مشاكل هندسيه

٢-مشاكل الترب الطينية ترتبط بزياده مناسيب المياه الجوفية

٣- تعد خاصيه الانتفاخ مشكله للترب الطينية حالة استغلالها للأغراض الهندسية وكذالك الزراعية وترتبط بتواجد معدن المونتمورلونايت فيها

٤- تنحصر خاصيه الانضمام في الترب الطينية ويأتي تأثيرها بعد الانشاء بالهبوط التفاضلي للمنشآت الهندسية .

٥- تعد منطقه الدراسه ذات درجه انتفاخ واطئة الى متوسطة.

٦- حيث تعاني منطقه الدراسه وهي واحده من ترب السهل الرسوبي من الانضمام واللدونة ويمكن تلافيها بطرقه معالجه وتحسين التربة قبل وبعد الانشاء للمنشاة الهندسية.

٤-٢ التوصيات

١-دراسه جيوكيميائيه لمعرفه تراكيز الاملاح ومدى تأثيرها على المنشآت الهندسية.

٢-لابد من اجراء تحريات جيولوجية شامله في حالة اقامه المشاريع على الترب الطينية.

٣-دراسه هيدرولوجية للمنطقة الدراسه ومعرفة مدى تأثير المياه الجوفية وارتباطها والاضرار الناتجه منها على المنشآت الهندسية.

٤-وضع مواصفة قياسية لتقويم قابلية الانتفاخ والمشاكل الطينية .

٥-من خلال الاعتماد على البيانات لهذه الدراسة وملاحظة ارتفاع منسوب المياه الجوفية وظهور التذبذب في الخواص الفيزيائية بين عمق وآخر التربة مدينة الحلة في بعديها العمودي والافقي، لابد ان نوصي أن هذه الدراسة وغيرها من الدراسات هي تصور أولي للمصمم، وأن التحري الموقعي ضروري جدا لأي منشأ هندسي لإعطاء الصورة الواضحة للإنشائي، والاخذ بنظر الاعتبار الخواص الفيزيائية والكيميائية والهندسية كافة، وخواص المياه الجوفية لتلافي مسببات المشاكل الهندسية التي تحصل بعد الانشاء.

٦- دراسة ما يعكسه لون ترب السهل الرسوبي على الخواص الهندسية وقوام الترب ومن ثم قابلية تحمل التربة، واجراء موازنة لترب متعددة ذات الوان مختلفة.

٧- استخدام النورة (CaO) كمعالج لظاهرة الانتفاخ لتربة منطقة الدراسة وذلك للقابلية الجيدة لايون الكالسيوم على كبح الانتفاخ.

المصادر

المصادر العربية

- ابراهيم، مهدي (١٩٩٠) ، اساسيات فيزياء التربة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة، كلية الزراعة.

- البيداري، ازهار البصام خلدون (٢٠٠٠) ، هيدروجيوكيمياء عينات من المياه الجوفية والسطحية في منطقة النجف الرزازة، مجلة جامعة بابل، العلوم الهندسية، المجلد ٥، العدد ٥، ١٤ص.

- الجبوري، حامد حسن عبد الله، ٢٠٠٢ ، الخرائط الجيوتكنيكية الأولية للتربة في محافظة بابل وبعض المناطق المجاورة، اطروحة ماجستير غير منشورة كلية العلوم جامعة بغداد. ١٨٣ص.

- الشكر، عبد الحسن خضير (٢٠٠٠)، تأثير المياه الجوفية في مدينة الحلة على ديمومة الخرسانة المستخدمة في اسس منشاتها ، مجلة جامعة بابل، العلوم الهندسية، المجلد ٥ العدد ٥ ١٥ ص.

- الشكرجي، يوسف المحمدي، نوري (١٩٨٥) . هندسة الاسس، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.

- الشيخ مكرم انور مراد ١٩٨٤ ، الفحوصات الحقلية والمختبرية في ميكانيك التربة، الطبعة الأولى، مطبعة مؤسسة المعاهد الفنية ٤١٩ ص.

- العادلي، عقيل شاكر (١٩٩٨) التقييم الجيوتوكنيكي لتخسفات ترب مدينة بغداد ومعالجتها، اطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم جامعة بغداد ١٤٨ ص.

- العشو، محمد عمر (١٩٩١) ، مبادئ ميكانيك التربة، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل ٥٧٤ ص.

- الحكيم، سعد حسين علي ١٩٧٦ ، حوض الفرات في العراق - دراسة ميدانية هيدرولوجية، رسالة ماجستير ، كلية الآداب، جامعة بغداد.

- الخالدي، عامر عطية لفتة، ٢٠٠٢، التقييم الجيوتكنيكي لتربة مدينة كربلاء اطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم جامعة بغداد ١٧٩ ص.

- الراوي، احمد عبد الهادي الزبيدي احمد حيدر، قدوري، نظيمة (١٩٨٦) كيمياء التربة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة، جامعة بغداد٣٤٦ ص.

- المركز الوطني للبحوث والدراسات الانشائية، تقارير تحريات التربة للمشاريع المنفذة في مدينة الحلة للفترة (١٩٩٢-٢٠٠٣) ١٩ تقرير .

- القصبي، عبد الفتاح، ١٩٩٣ ، ميكانيك التربة، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع جمهورية مصر العربية ٧٣٤ ص.

- لهيئة العامة للانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، سجلات المناخ للانواء الجوية للفترة (١٩٩٤-٢٠٠٣) لمحطة الحلة (٢٠٠٤).

- بنات، خالد محمود (١٩٨٠) ، اسس المعادن الطينية، مطبعة جامعة بغداد.ص١٣٨

- جبار، فهمي سلمان (١٩٨٩)، استخدام مص رطوبة التربة لمعرفة ضغط الانتفاخ، اطروحة ماجستير، غير منشورة، الجامعة التكنولوجية، ١٢٠ ص.

- سبغ مجيد رشيد، ١٩٨٧ ، تقويم خواص الانتفاخ للتربة في وسط العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، هندسة البناء والانشاءات، الجامعة التكنولوجية.١٢٥ص.

- شاكر، سحر نافع، ١٩٨٥، جيومورفولوجية الكثبان الرملية للمنطقة المحصورة بين الكوت – الديوانية – الناصرية، اطروحة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية العلوم، ٢٠٨ ص.

- شركة الفرات العامة لدراسات وتصاميم مشاريع الري، مشروع دراسة تخفيض مناسيب المياه الجوفية لمدينة الحلة آذار ١٩٩٩.

- علي ، مقداد حسين محمد خليل ابراهيم حسون خضير عباس، ٢٠٠٠، علوم المياه، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، بغداد.

- علي، مقداد حسين حجاب باسم رشدي ، الجسار ، سنان هاشم ١٩٩١ الجيولوجيا الهندسية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ٥٧٦ ص.

- عواد، كاظم مشحوت (١٩٨٦) ، مبادئ كيمياء التربة، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. ٢٩٦ ص.

- كربل، عبد الاله رزوقي، (١٩٦٧) زراعة الخضروات ومستقبلها في لواء الحلة، اطروحة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية الآداب، ١٧٤ ص .

- مانع جواد كاظم (٢٠٠٣)، هيدروكيميائية المياه الجوفية ومعدنية رسوبيات المكمن المائي المفتوح لمناطق مختارة من محافظة بابل، رسالة ماجستير، كلية العلوم جامعة بغداد، غير منشورة. ١٩٠ص.

- مهدي علي (١٩٩٢)، تقنية في التعرف على خواص الانتفاخ لتربة عكاشات ،رسالة ماجستير ، قسم البناء والانشاءات الجامعة التكنولوجية، غير منشورة.

- وزارة التخطيط، دائرة التخطيط والهندسة، ١٩٧٨ ، التصميم الاساسي لمدينة الحلة لمدة ١٩٧٧-٢٠٠٠، بغداد

References المصادر الإنكليزية

- AL- Tawel, B.H., (1983). "Soil genesis in relationship to ground water regimes in hummocky ground water movalnearca near hamlota mauitoba". Ph.D. Manitoba 220p.

- Blatt, H., Middleton, G. and Murrary R., (1980). "Origin of sedimentary rocks", Prentice-Hall, Englewood Cliffs., 766p.

- Bowles, J.E. (1984), "Physical and Geotechnical Properties of Soil" 2nd edition, McGraw Hill international book Company, 81p.

- Buday, T., and Jassim, S.Z., (1984) "The regional geology of Iraq" S.E. for geological survey and mineral investigation, Baghdad, 352p.

- Buringh, P. (1960). "Soil and soil condition in Iraq", Min. of Agriculture, Iraq, 322p.

- Chen, F.H. (1975) "Foundation on expansive Soils" Elsevier Scientific Publishing Company.

- Cullity, B.D., (1959). "Elements of x-ray diffraction", 2nd edition, 414p.

- Djedid, A., and Mamoune, S.M.A., (2001), "Identification and predication of the swelling behaviour of some soils from the Tiem cenregion of Algeria", Bulletin Des Ponts Et Chaussees, 8p

- Engelhardt, W.V., 1977. “The origin of sediments and sedimentary rocks.” E. Schweizerbart's cherverlags buchradlungs (Nagleu. Obcrmiller) Stuttyart 354pp.

- Foley, N.K., (1999), "Environmental characteristics of clays and clay mineral deposits", United Survey Geology Stage, 2P.

- Grim, R.E., (1968). "Clay Mineralogy". McGraw-Hill Book Co.

- Gromko, G.J. (1974) "Review of Expansive Soils" Journal of the Geotechnical Engineering Div. proceedings of the ASCE, Vol. 100 No. GTI.

- Henry, D. (1978). "Fundamentals of soil science". 6th edition John Wiley & Sons, Inc.

- Holtz, W.G., and Gibbs, H.J., (1968). "Engineering properties of expansive clays, proceeding", ASCE, Vol. 80.

- Katti, D.R., and Shammugasundran, V. (2001) "Influence of swelling on the microstructure of expansive clays". Canadan Geotechnical Journal, No.38. 7p.

- Kaya, A., Lloyd, T.B., and Fang, H.X. (2000). "Interfacial prameters and work of adhension in soil-liquid systems", Geotechnical testing". Journal No. 23, 7p.

- Khurmi R.S., Sedha R.S., (1995), "Materials Science", S. Chand and Company LTD, Page 381

- Krynine, P.D., and Judd, R.W. (1957), "Principle Engineering Geology and Geotechnics", McGraw- Hill book Co., U.S.A.
- Lambe, T. W., R.V. Whitman (1969) "Soil mechanics"
- John Willey and Sons Inc. New York, 522p.
- Lambe, T. William, (1951), "Soil Testing for Engineers",
- John Willey and Sons Inc. London, Sydney, 165p.
- Low P.F., and Margheim, J.F. (1979). "The swelling of clay" Journal of soil science society of America No. 43, 8p.
- Low, P.F., (1987). "Structural component of the swelling pressure of clays" Langmuir, No.3, 7p.
- Norrish, K. (1955). "Manner of swelling of moutmorillonit" Nature 11p.
- Rathmayer, H.G., and Saari, K.H.O., (1983). "Improvement of Ground" Proceedings of the Eighte European conference on soil mechanics and foundation engineering, Helsinki.
- Terzaghi, K. and Peck, R. (1967) "Soil Mechanics in Engineering Properties of Sediments, Econ. Geol., 5th. Anniv., Vol. 55p.
- Seed, H.B., Woodward, R.J., and Lundgren, R., (1962). "Predication of swelling potential for compacted clays" Journal of the soil Mechanics and Foundation Engineering Div., proceedings of the ASCE, Vol. 88 No. SM3.

- Sherif, M.A., Ishibashi, I., and Medhin, B.W., (1982) "Swell of Wyoming Montmorillonite and Sand Mixtures" Journal of the Geotechnical Engineering Div. proceedings of the ASCE, Vol. 108 No. GTI.

- Witwit, Ameer Majeed Muslem, (2001) "Expansive soils in Iraq-Locations, properties and Treatment Method". M.Sc. Thesis, Department of Building and construction, University of Technology, 145p.

- Woolfson, M.M., (1997). "An introduction to x-ray crystallography". 2nd edition, 402p.

- Xie, M., Wangm W., and Kolditz, O., (2004) ""Numerical Modeling of Swellingf Pressure in Unsaturated Expansive Elasto-Plastic Porous Media", Center for Applied Geocience Geohydrology/hydro information University of Tubingen, Germany, 26p.

- Yasin, M., (1990). "Some Geotechnical Properties of Soil in the Haditha Area", Iraq, Bul. of Int. Asso. of Eng. Geol., No.41, 7p.

- . Aysen, A., (2002) at Soil Mechanics Basic Concepts and Engineering Applications", A.A. Balkema Publishers, (Netherlands), First edition.

- . Das, B. M. & Sobhan, K., (2014) "Principles of Geotechnical Engineering", Cengage Learning, USA, Eight edition.

- . Das, B. M., (2011)" geotechnical engineering Handbook", J. Ross Publishing, Inc., USA.

- . Lamb, P. (1963) "Rate of settlement of a clay layer due to a gradually applied load". Civ. Engine Pub. Works Review, London.

- 5. Lambe, T.W. (1964) "Methods of estimating settlement" Conf. on The Design of Foundations for Control of Settlements Jour. ASCE, 90, (SMS).

- 6. Lambe, T. W., & Whitman, R. V., (1969), "Soil mechanics", John Wiley, New York, First edition.

- 7. Murthy, V.N.S., (2014)," Soil Mechanics and Foundation Engineering", CBS Publishers & Distributors PVT.LTD, India, First Edition (Reprint).

- 8. Rao, A. V. N., (2014), "Fundamentals of Soil Mechanics", University Science Press, First edition

- 9. Reddy, R., (2002), "Engineering Properties of Soils Based on Laboratory Testing", Department of Civil and Materials Engineering, University of Illinois at Chicago.