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

دراسة بعض الخواص الجيوتكنيكية لتثبيت التربة الطينية الضعيفة مع المستحلب الإسفلتي ، الكلس والبنتونايت الصوديوي لطبقة الأساس لطريق قيد الإنشاء في مدينة الحلة/ محافظة بابل

جعفر حسين علي الزبيدي عامر عطية لفتة الخالدي محمد قاسم كاظم

جامعة بابل – كلية العلوم

mod199120@yahoo.com amer-atyah@yahoo.com jafar-hussain68@yahoo.com

الخلاصة

يهدف البحث إلى دراسة تأثير المضافات (البنتونايت الصودوي ،المستحلب الإسفلتي، مسحوق حجر الكلس والنورة الحية) في استقرارية وتحمل الترب لطريق قيد الانشاء في مدينة الحلة. في هذه الدراسة اختير طريق نادر للدراسة وأخذ نموذجين من الطريق وبأعماق سطحية (1m)، درست خواص التربة الفيزيائية والهندسية والكيميائية ، عوملت الترب بالمضافات لغرض تثبيتها وبنسب (٥%،١٠%،١٥%)، شملت النماذج التي عوملت بالمضافات الفحوصات التالية :حدود أتربرك (حدي السيولة واللدونة ودليل اللدونة) ،فحص الرص القياسي ، فحص التحمل الكاليفورني، فحص مقاومة الانضغاط اللامحصور وفحص النفاذية .

أظهرت النتائج أن دليل اللدونة (P.I) وحد السيولة (L.L) ينخفضان عند إضافة كل من النورة الحية ،مسحوق حجر الكلس،المستحلب ألاسفلتي) وتزداد قيمهما عند إضافة البنتونايت الصودوي، كذلك تزداد قيمة فحص التحمل الكاليفورني (C.B.R) عند إضافة (النورة الحية ومسحوق حجر الكلس) وأعلى قيمة حصل عليها عند إضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة (١٠%)، وتقل قيمة التحمل الكاليفورني عند إضافة كل من (البنتونايت الصودوي والمستحلب ألإسفلتي) واقل قيمة حصل عليها عند إضافة البنتونايت الصودوي بنسبة (١٥%)، وقد لوحظ من النتائج ان قيمة فحص النفاذية تزداد عند إضافة كل من النورة الحية ومسحوق حجر الكلس وأعلى قيمة للنفاذية حصل عليها عند إضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة (١٥%)، وتقل قيمة النفاذية عند إضافة كل من البنتونايت الصودوي والمستحلب الإسفلتي واقل قيمة للنفاذية حصل عليها هي عند إضافة البنتونايت الصودوي بنسبة (١٥%)، كذلك استنتج أن قيمة فحص مقاومة ألانضغاط الا محصور تزداد عند إضافة (النورة الحية ومسحوق حجر الكلس) وأعلى قيمة حصل عليها عند إضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة ١٠% وتزداد بدرجة قليلة عند إضافة البنتونايت الصودوي والمستحلب الإسفلتي كذلك توصل إلى أن قيمة الكثافة الجافة العظمى تقل ويزداد المحتوى الرطوبي ألأمثل عند إضافة (النورة الحية، المستحلب ألإسفلتي، البنتونايت الصودوي) وتزداد قيمة الكثافة الجافة العظمى ويقل المحتوى الرطوبي ألأمثل عند إضافة مسحوق حجر الكلس($CaCO_3$) .

وبعد دراسة النتائج توصل إلى أن أفضل مثبت لتربة منطقة الدراسة (مدينة الحلة) هو مسحوق حجر الكلس وأفضل نسبة تثبيت (١٠%).

الكلمات المفتاحية: تثبيت التربة، النورة الحية ،المستحلب الاسفلتي ،مسحوق حجر الكلس، البنتونايت الصودوي

Abstract

The aim of the research is to study the effect of the additives (Na-bentonite, Emulsion Asphalt, Powder Lime Stone and Quick Lime) on the stability and the increase of bearing of selected soils in Hilla City. three under construction sites were selected in the Hilla City including Nadir Street), and with depths of one meter, The physical, chemical and engineering properties of soil were studied and the soils were treated with(5%,10%,15%) additives for the purpose of installiy the soils .The following test were done for treated sample: atterberg limits (liquid limit, Plasticity index, and Plastic limit, Standard compaction test, the California bearing test, the unconfined compressive test and permeability test, all samples were treated with the same maturing condition (moisture content and temperature). The purpose of the maturing process is to provide time for interaction between the additives and soil samples, These samples were examined by two devices (unconfined compressive test and compressive test for concrete cubes),The maturing periods were seven and fourteen days.

The results shown that the Plasiticity index (P.I) and Liquid limit (L.L) were decreased with addition of Quick Lime, powder Lime Stone and Emulsion Asphalt) and they were increased with the addition of Na-bentonite, The value of the California bearing ratio (C. B. R) were increased with the addition (Quick Lime and powder limestone) and the highest value was obtained with addition of(10%) powder limestone, while the value were decreased with the addition of (Na-bentonite, and Emulsion Asphalt) and the lowest value was obtained with addition of 15% Na-bentonite, The results are also showed that the values of the permeability were increased with the addition of (Quick Lime and

powder limestone) and the highest value was obtained when adding(15%) powder limestone, The values of the permeability were decreased with addition of (Na-bentonite, and Emulsion Asphalt) and the lowest value for the permeability was obtained when adding (15%) Na-bentonite.

It was concluded that the value of the unconfined compressive test increased with the addition of (Quick Lime and powder limestone) and the highest value was obtained when adding(10%) powder limestone and slightly increased with the addition of (Na-bentonite, and Emulsion Asphalt). It was found that the value of the maximum dry density is decreased and the optimum moisture content is increased with the addition of (Quick Lime , Emulsion Asphalt and Na-bentonite) and increase of the value of the maximum dry density value and the decrease of the optimum moisture content with the addition of powder limestone ($CaCo_3$).

The study showed that the best stabilizer for the studied soil (Hilla City) is the (powder of lime stone) and the best instally ratio is (10 %).

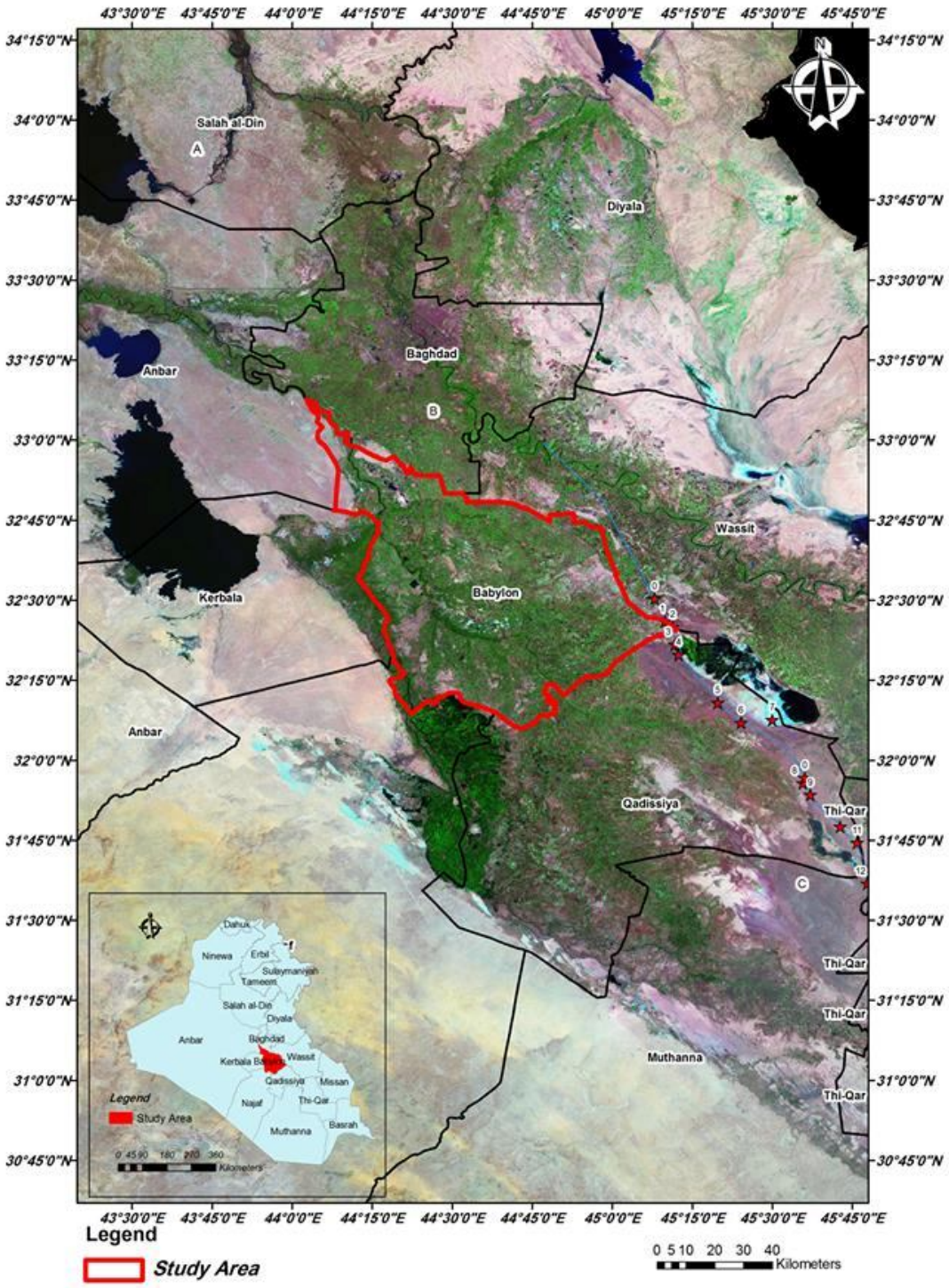
Key words :soil stabilization, Quick Lime, Emulsion Asphalt, powder limestone, Na-bentonite .

١ – المقدمة

إن الترب الطينية الغرينية silty Clay soils تسود معظم الأرض الطبيعية Natural Area في مدينة الحلة، وتمتاز الترب الغرينية الطينية بأنها هشة soft القوام لضعف تماسكها ويعود ذلك بسبب ارتفاع مناسيب المياه الجوفية فى معظم مناطق وسط وجنوب العراق بصورة عامة ومنطقة الدراسة بصورة خاصة، ظهرت مشاكل هندسية عديدة في المنشات الهندسية مثل الطرق والمباني وساحات وقوف السيارات والمطارات. وذلك بسبب التغير في تركيب بنية التربة ومنها: الانضمام المائي (hydro - consolidation) والشقوق (cracks) في المباني والتخسفات،والانتفاخ (swelling) و(التصرف الاسفنجى) (**الربيعي،٢٠٠٨**). تمتاز هذه التربة بالخاصية البلاستيكية العالية قابلة للانتفاخ عند زيادة محتوى الرطوبة لها (**Weaver,1973**). وتنعكس نسبة الطين في التربة ووجود المعادن الطينية فيها نوعيا على قيمة دليل اللدونة (**Grim, 1968**). ومن أجل منع المشاكل، فمن الضروري للمهندس الجيولوجي تحقيق (**الخالدي،٢٠٠٢؛ ALZory,1993**). الاستقرار في التربة الموجودة قبل بدء بإنشاء الطريق عن طريق تثبيت التربة، وذلك خلطها وتثبيتها مع إضافة مسحوق الحجر الجيري ،الطلاء الإسفلتي المستحلب ،البنتونايت الصودوي والنورة الحية كون هذه المواد عامل استقرار (**Littlie,1999**; **Road,1974**).

٢–موقع منطقة الدراسة Site Of The Study Area

تقع مدينه الحلة (محافظة بابل) في وسط العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي وتبعد ١٠٠كم جنوب مدينة بغداد وان منطقة الدراسة منطقة منبسطة لا يتجاوز ارتفاعها ٢٨م عن مستوى سطح البحر وهي تقع وسط محافظة بابل وهي محصورة بين خطي طول ("44°24'00) و("44°26'00) شرقا وبين دائرتي عرض ("32º30'00) و("32º32'00) شمالا. وبمساحة (١٠٠) كم^2 تقريبا والشكل التالي يوضح موقع منطقة الدراسة نسبة الى العراق.



شكل (١) موقع منطقة الدراسة نسبة إلى العراق

٣-الهدف من الدراسة

١- تحديد الخصائص الفيزيائية والهندسية للطين الناعم الرخو .

٢- تقييم الخواص الهندسية وفعالية المثبتات مع الطين في محتوى الرطوبة الأمثل مع نسب خلطات مختلفة وفحص المقاومة الانضغاطية اللامحصورة و C.B.R وخصائص النفاذية للخليط .

٣- تحديد أفضل نسبة تثبيت للمثبتات وتحديد أفضل نوعية للمثبتات أعلاه.

٤ – طرائق البحث

A-4العمل الحقلي : ويتضمن ما يلي

1-A-4–مرحلة الاستطلاع وجمع المعلومات

في هذه المرحلة عملنا جولات ميدانية لمنطقة الدراسة (مدينة الحلة) ابتداء من شهر أيلول إلى كانون الأول سنة ٢٠١٤ حيث حدد طريق قيد الإنشاء وهو طريق نادر، وجمعت المعلومات في هذه المرحلة وذلك بالإطلاع على البحوث والخرائط والتقارير التي تناولت دراسة الخصائص الجيوتكنيكية التي لها علاقة بترب منطقة الدراسة، وقد وقفنا على أهم المشاكل الهندسية التي تعاني منها بعض الترب هي ارتفاع منسوب المياه الجوفية في محافظة بابل (**الخاقاني** ،٢٠٠٨؛ **الزبيدي**،٢٠٠٦) حيث في بعض المناطق وعند مواسم سقوط الأمطار تصبح المياه الجوفية سطحية والتي تسبب هندسيا قابلية التحمل الواطئة للتربة نتيجة تغلغلها داخل التربة مما تؤدي إلى تغير الخواص الفزيائية و الهندسية لها .

2-A-4– مرحلة جمع النماذج

بعد إجراء الجولات الميدانية وتحديد مواقع أستخراج النماذج، تم تحديد محطتين لأخذ النماذج (N_2،N_1) حيث اخذت نماذج مخلخله وبعمق ١m من طريق نادر حفظت النماذج في أكياس نايلون مع حاويات بلاستيكية ونقلت إلى المختبر لإجراء الفحوصات الخاصة .

٤ –B–الفحوصات المختبرية للتربة Laboratory tests of soil

وشملت الفحوصات التالية:

4–B–1-الفحوصات الفيزيائية للتربة hysical Tests

شملت كل من (المحتوى الرطوبي والوزن النوعي والكثافة وحدود اتربرك والتحليل الحجمي الحبيبي)، اجريت هذه الفحوصات بحسب مواصفات الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM)

B-4– ٢ –الفحوصات الهندسية للتربة Engineering Tests

شملت كل من (مقاومة الانضغاط غير المحصور وفحص الرص القياسي وفحص التحمل الكاليفورني والنفاذية). اجريت هذه الفحوصات بحسب مواصفات الجمعية الامريكية للفحص والمواد(ASTM).

٤ –B–٣ الفحوصات الكيميائية Chemical Tests

شملت كل من (الكبريتات والأملاح الكلية الذائبة والجبس والمواد العضوية).

٤ –B–٤الفحوصات المعدنية للتربة Mineralogical tests of Soil

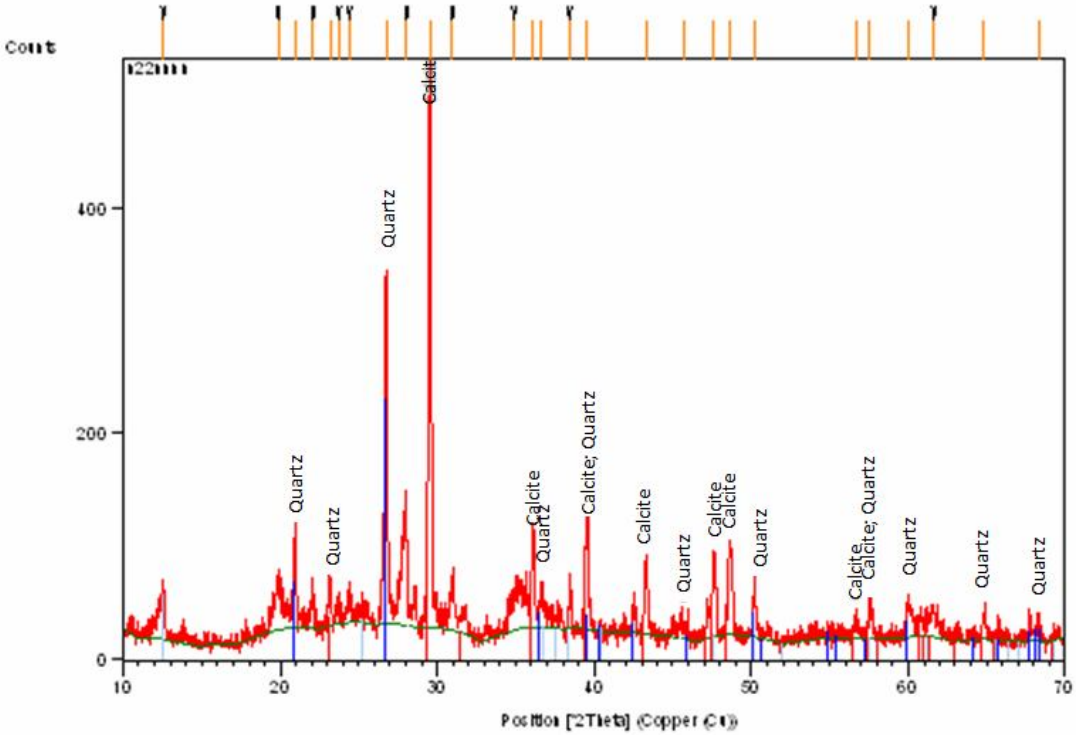
إذ فحصت بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) حيث اخذ نموذج واحد للموقع المدروس وعمل فحص حيود الاشعة السينية له .

٥ –النتائج ومناقشتها

٥ – ١الوصف العام للترب استخدم الرمز (N) للنماذج المأخوذة من تربة هذا الموقع، (N_1) عبارة عن تربة طينية واطئة اللدونة حيث أن نسبة الطين clay هي٤٨%، الغرين silt ٤٨% الرمل sand ٤%. صنفت التربة بحسب نظام التصنيف الموحد(USCS) على انها (CL) أما (N_2) عبارة عن تربة غرينية عالية اللدونة حيث أن نسبة الطين clay هي ٦٢% ، الغرين silt ٢٧%الرمل sand ١١%. صنفت التربة بحسب نظام التصنيف الموحد (USCS) على انها (MH). و الجدول التالي يوضح الخصائص الطبيعية لتربة موقع طريق نادر.

جدول (١) نتائج الفحوصات (الفيزيائية، الهندسية، الكيميائية) لنماذج التربة الطبيعية لتربة موقع طريق نادر

Properties of Soil	Samples	
	N_1	N_2
الفحوصات الفيزيائية للتربة		
M.C %	٢٠	١٥,٥
G.S	٢,٧٣	٢,٧٤
L.L %	٤٥	٥٠
P.L %	٢٦	٣٠
P.I %	١٩	٢٠
γ_{wet} **gm/cm^3**	١٩,١٣	١٨,٢٩
γ_{dry} **gm/cm^3**	١٥,١٢	١٤,٦٢
Clay %	٤٨	٦٢
Silt %	٤٨	٢٧
Sand %	٤	١١
Classification of soil USCS	CL	MH
الفحوصات الهندسية للتربة		
C.B.R %	٥,٢	٥,٢
qu kN/m^2	٤٧,٧٥	٥٦,٥٢
K cm/sec	$٢,٨٥x10^{-6}$	$٢,٥٨x10^{-6}$
Max γ_{dry} gm/cm^3	١,٨٤	١,٨٥
O.M.C %	١٤,٥	١٩,٥
الفحوصات الكيميائية للتربة		
T.S.S %	4	4.3
SO_3 %	٢,٣	٠,٧
Gyp.%	٤,٩	١,٥
Org.%	٢,٠١	٢,٠٩



شكل (٢) نتائج التحليل المعدني لمنطقة الدراسة (N_2)

٦- دراسة تأثير المضافات على تربة منطقة الدراسة

بعد إجراء الفحوصات الفيزيائية والهندسية والكيميائية ومعرفة خواص التربة الطبيعية (جـــدول ١) ومعرفة نوع التربة، عوملت التربة بالمضافات (البنتونايت الصودوي، مسحوق الكلس، المستحلب الإسفلتي) وأدرجت النتائج في الجداول (٢) و (٣).

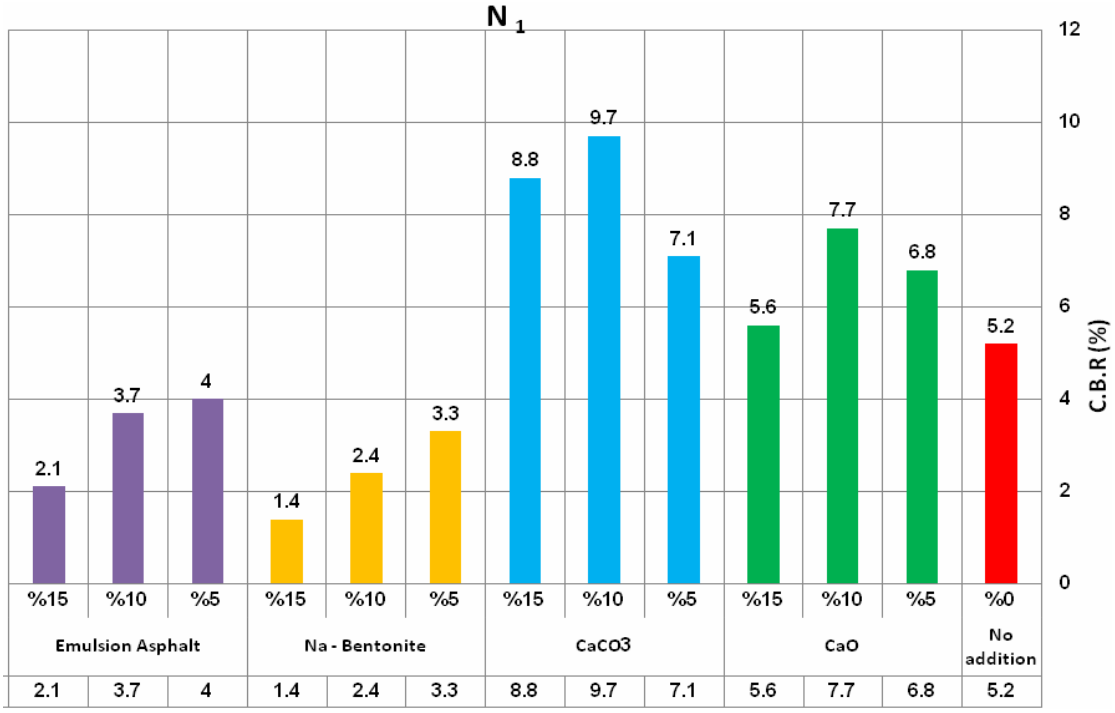
جدول(٢) يبين خصائص تربة موقع طريق نادر نموذج ١ بعد معاملة التربة بالمضافات										
O.M.C (%)	MAX DRY (gm/cm^3)	P.I (%)	P.L (%)	L.L (%)	C.B.R (%)	qu (kN/m^2)	K (cm/sec)			
14.5	1.84	19	26	45	5.2	47.7	$2.85x10^{-6}$	0%	No addition	N_1
16.3	1.79	17.58	26.22	43.8	6.8	51.95	$3.88x10^{-6}$	5%	CaO	
21.7	1.75	15	26	41	7.7	57.25	$3.5x10^{-6}$	10%		
22.3	1.73	16.4	25.88	42.28	5.6	55.17	$3.95x10^{-6}$	15%		
13.6	1.68	17.1	25	42.1	7.1	59.83	$3.36x10^{-6}$	5%	$CaCO_3$	
12.4	1.88	13.4	22.5	35.9	9.7	82.78	$4.1x10^{-6}$	10%		
12.9	1.85	15.01	25.01	40.02	8.8	58.27	$6.36x10^{-6}$	15%		
17.2	1.76	20.3	27	47.3	3.3	51.8	$1.61x10^{-6}$	5%	Na - bentonite	
17.8	1.72	27.53	23	50.53	2.4	60.34	$9.17x10^{-6}$	10%		
22	1.67	29.1	28.8	57.9	1.4	48.3	$4.58x10^{-8}$	15%		
16.2	1.81	14.9	25.8	40.7	4	49.62	$2.43x10^{-6}$	5%	Emulsion Asphalt	
17.1	1.8	14.1	21.7	35.8	3.7	83.15	$8.08x10^{-7}$	10%		
21.1	1.52	16.9	22.9	39.8	2.1	58.35	$5.02x10^{-7}$	15%		

جدول٣) يبين خصائص تربة موقع طريق نادر نموذج ٢ بعد معاملة التربة بلمضافات

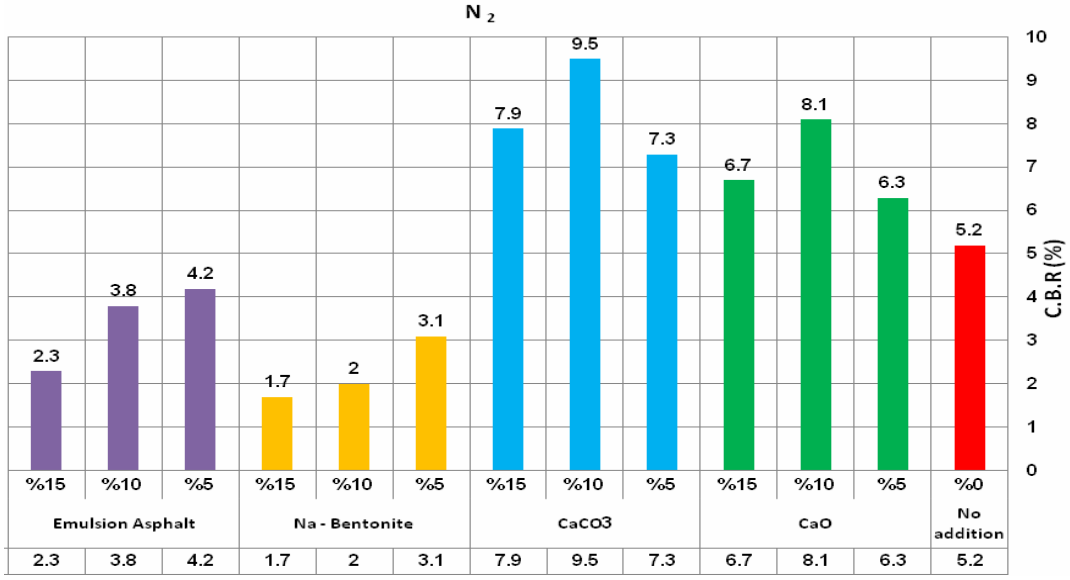
N_2																
		No addition	CaO			$CaCO_3$			Na - bentonite			Emulsion Asphalt		
		0%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
K (cm/sec)		$2.58x10^{-6}$	$3.2x10^{-6}$	$3.5x10^{-6}$	$3.92x10^{-6}$	$2.7x10^{-6}$	$3.7x10^{-6}$	$7.82x10^{-6}$	$2.3x10^{-6}$	$9.43x10^{-7}$	$5.28x10^{-8}$	$2.2x10^{-6}$	$7.17x10^{-7}$	$6.5x10^{-7}$
qu (kN/m^2)		56.52	64.98	74.19	52.14	76.31	95.36	78.99	58.05	62.3	44.04	60.82	71.09	57.25
C.B.R (%)		5.2	6.3	8.1	6.7	7.3	9.5	7.9	3.1	2	1.7	4.2	3.8	2.3
L.L (%)		50	46.16	43.9	45.28	44.3	42.96	43.8	52.2	54.5	58.56	45.02	41.75	46.4
P.L (%)		30	27.58	28	28.88	26.69	27.5	26.4	27.2	26.8	22.03	26.32	24.1	26.7
P.I (%)		20	18.58	15.9	16.4	17.61	15.46	17.4	25	27.7	36.53	18.7	17.65	19.7
MAX DRY (gm/cm^3)		1.85	1.82	1.79	1.69	1.88	1.91	1.9	1.78	1.71	1.67	1.82	1.78	1.59
O.M.C (%)		19.5	21.6	23.6	24.6	17.8	15.8	16.3	21.8	22.1	22	22.4	23.2	26.6

٦-١ دراسة تأثير المضافات على فحص التحمل الكاليفورني (C.B.R) لتربة طريق نادر(N)

عند دراسة الشكل(٢) و(٣) وجد إن أعلى قيمة بلغت عند إضافة مسحوق حجر الكلـــس AL- $CaCO_3$ **(joulani,2012)** بنسبة ١٠% حيث بلغت ٩,٧ للنموذج N_1 و٩,٥ للنموذجN . وبغلت اقل قيمة عند اضافة البنتونايت الصودوي بنسبة(١٥%) حيث انخفضت القيمةالى (١,٤%)للنموذج N_1 و(١,٧%) للنموذج N_2 .



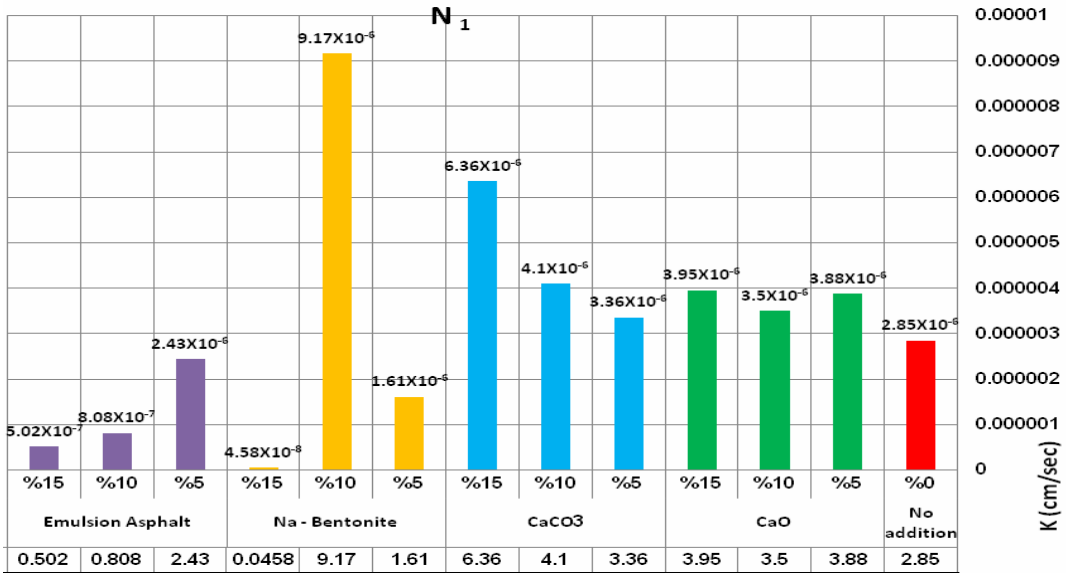
شكل (٣) تأثير المضافات على فحص التحمل الكاليفورني C.B.R نموذج N_1



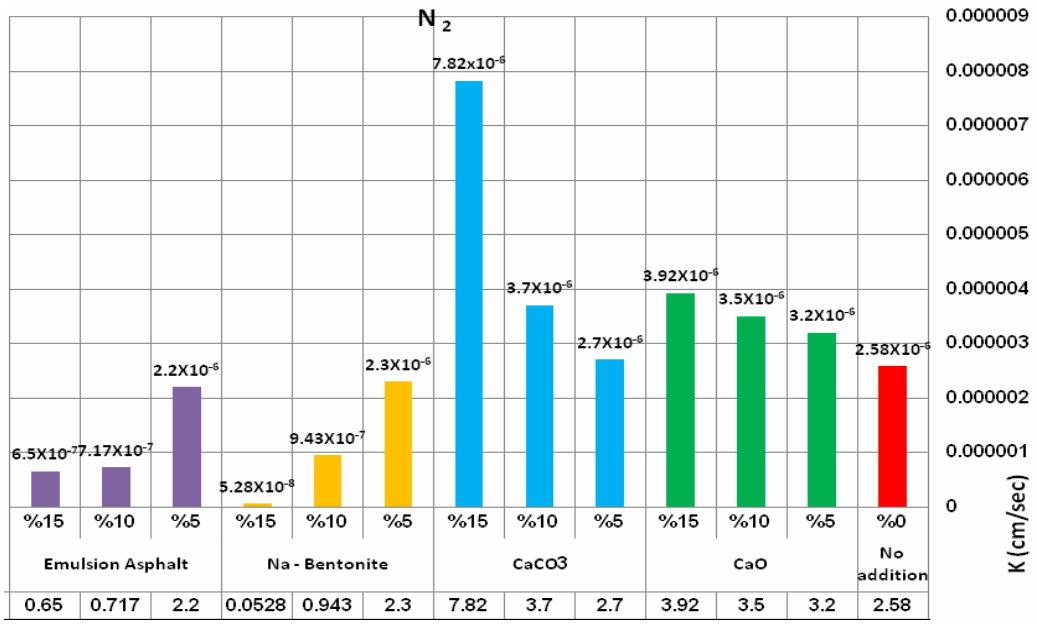
شكل(٤) تأثير المضافات على فحص التحمل الكاليفورني C.B.R نموذج N_2

٦-٢ دراسة تأثير المضافات على فحص النفاذية لتربة موقع طريق نادر(N)

عند دراسة الشكل(٤ و (٥) وجد أن اقل قيمة للنفاذية بلغت عند اضافة البنتونايت الصودوي (**Smith,1998**)بنسبة ١٥% حيث بلغت (4.58x10-8) cm/sec للنموذج N1 و 5.28x10-8 للنموذج N2 وبلغت أعلى قيمة للنفاذية عند إضافة مسحوق حجر الكلس CaCO3 بنسبة ١٥% حيث بلغت(6.36x10-6) cm/sec للنموذج N1 و7.82x10-6 cm/sec للننموذج N_2 .



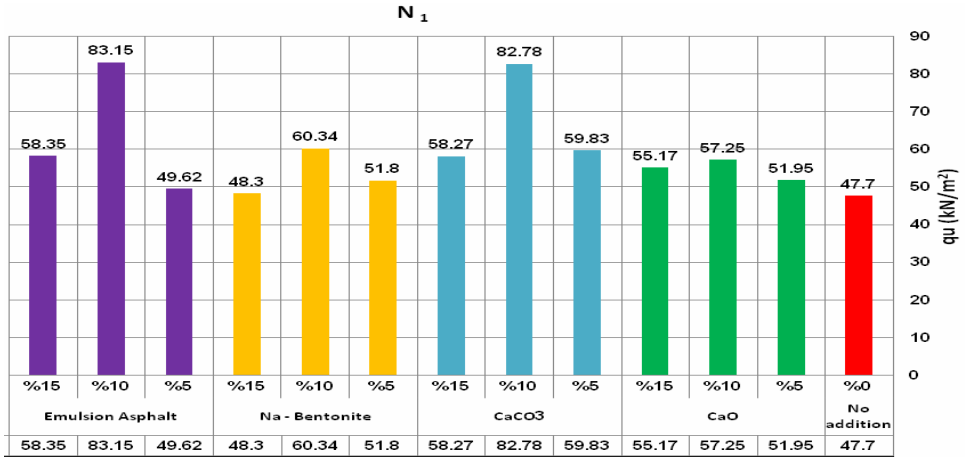
شكل (٥) تأثير المواد المضافة على فحص النفاذية نموذج N_1



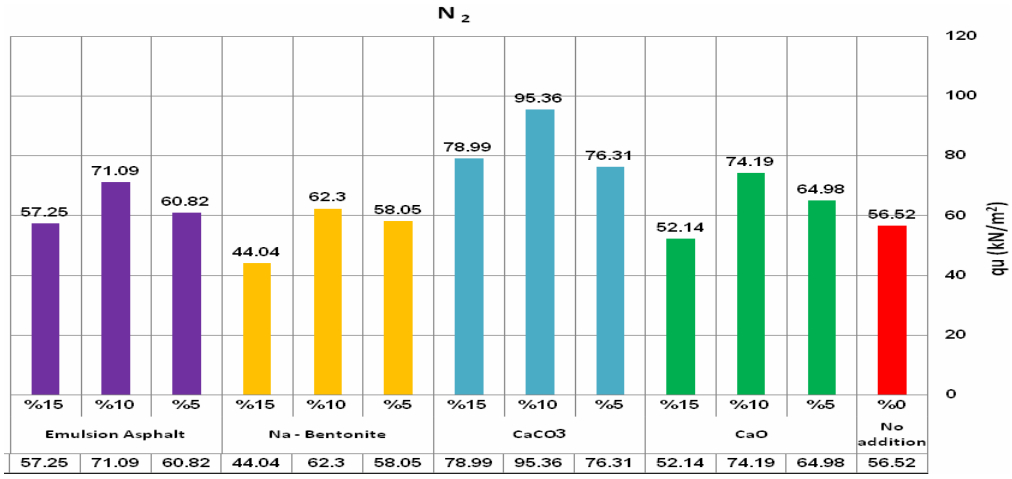
شكل (٦) تأثير المواد المضافة على فحص النفاذية نموذج N_2

٦-٣دراسة تأثير المضافات على فحص مقاومة الانضغاط الامحصور (qu) لتربة موقع طريق نادر(N)

عند دراسة الشكل(٦) و(٧) وجد إن أعلى قيمة لمقاومة الانضغاط الامحصور للنموذج N_1 بلغت عند إضافة المستحلب الإسفلتي**(Benzekri &Marchand,1978)** بنسبة ١٠% حيث بلغت(٨٣,١٥ kN/m^2) للنموذج N_1 ، أما النموذج N_2 فبلغت أعلى قيمة لفحص ألانضغاط الامحصور عند اضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة (١٠%) حيث بلغت ٩٥,٣٦ kN/m^2 . أما اقل قيمة فبلغت عند اضافة البنتونايت الصودوي بنسبة (١٥%) حيث انخفضت الى٤٨. ٣(kN/m^2)للنموذج N_1 و٤٤,٠٤ kN/m^2 للنموذج N_2.



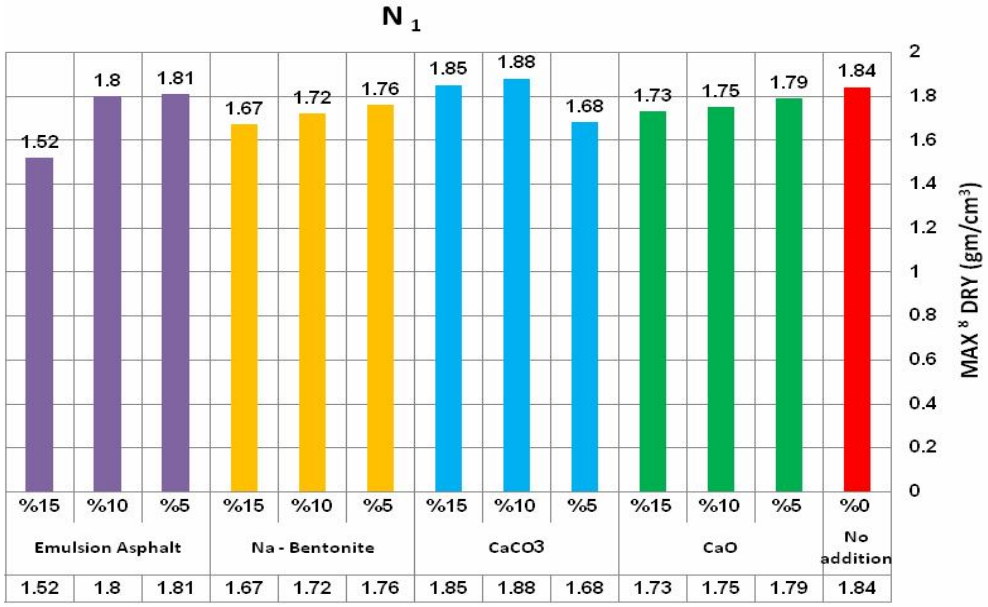
شكل (٧) دراسة تأثير المضافات على فحص مقاومة الانضغاط الامحصور للنموذج N_1



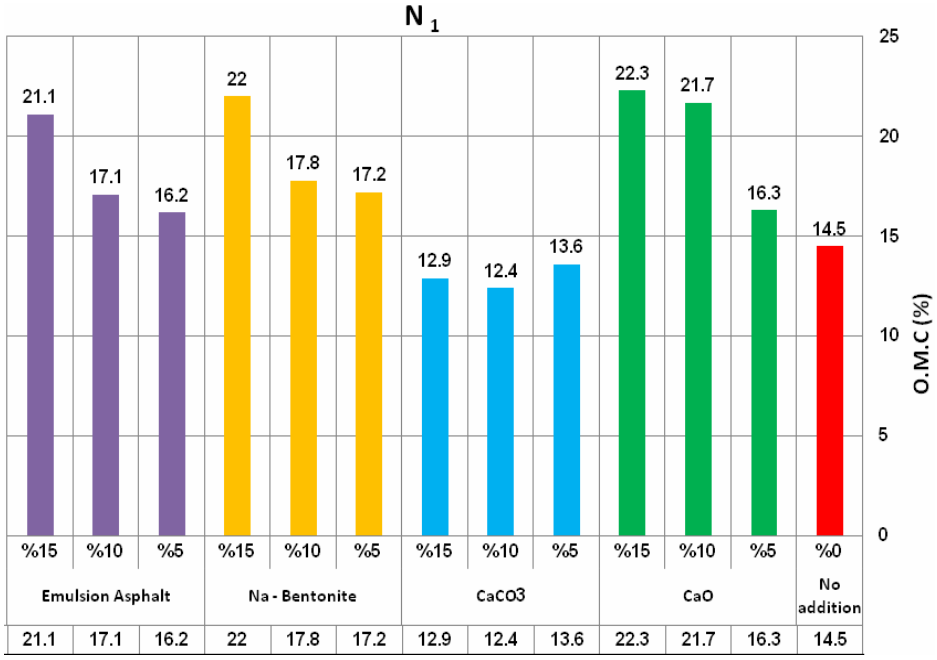
شكل (٨) دراسة تأثير المضافات على فحص مقاومة الانضغاط الامحصور للنموذج N_2

٦-٤ دراسة تأثير المضافات على قيمة الكثافة الجافة العظمى والمحتوى الرطوبي الأمثل لتربة موقع طريق نادر(N)

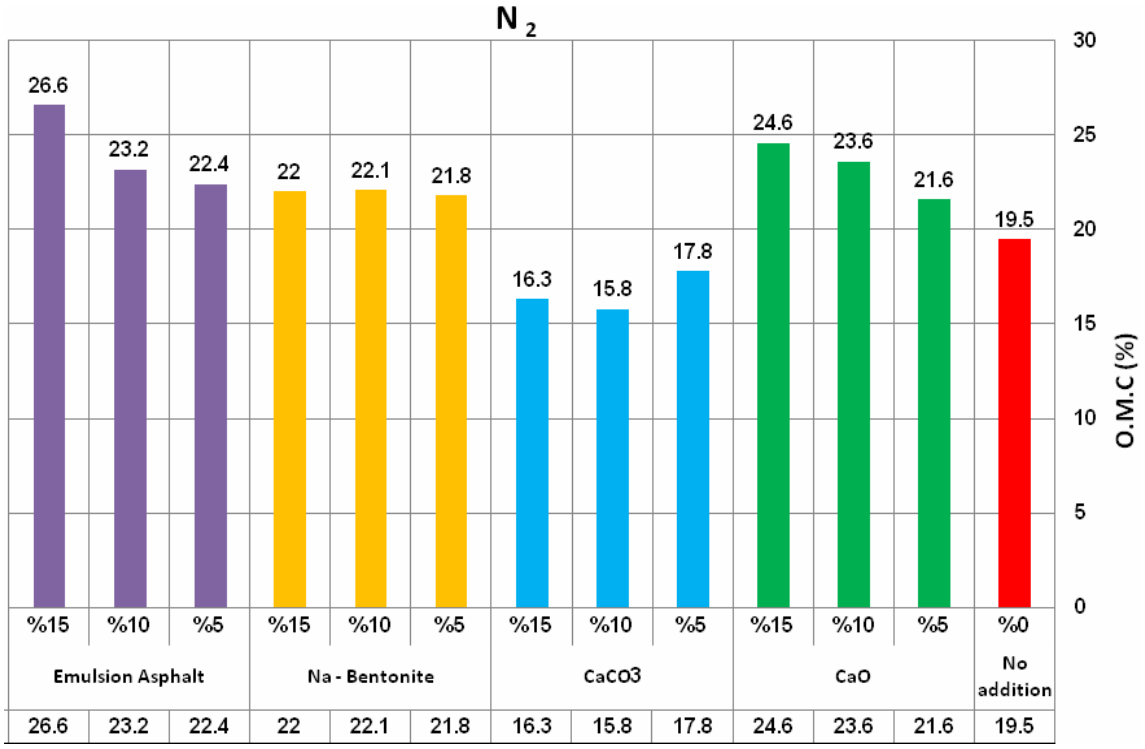
عند دراسة الإشكال (٨) و(٩) نجد أن أعلى قيمة سجلت للكثافة الجافة العظمى هي عند إضافة مسحوق حجر الكلس $CaCO_3$ **(Diamond ,1965)** بنسبة ١٠% حيث بلغت ١,٨٨ gm/cm^3للنموذج N_1 و ١,٩١ gm/cm^3 للنموذج N_2اما اقل قيمة للكثافة فهي عند إضافة المستحلب الإسفلتي بنسبة ١٥% حيث انخفضت إلى ١,٥٢ gm/cm^3 للنموذج N_1 و ١,٥٩ gm/cm^3 للنموذج N_2.أما بالنسبة للمحتوى الرطوبي ألأمثل فعند دراسة الأشكال (١٠)و(١١)،بلغت أعلى نسبة للمحتوى الرطوبي الأمثل عند إضافة المستحلب الإسفلتي بنسبة ١٥% حيث بلغت ٢١,١ % للنموذج N_1 و٢٦,٦% للنموذج N_2 أما اقل قيمة له سجلت عند إضافة مسحوق حجر الكلس $CaCO_3$ بنسبة ١٠% حيث بلغت ١٢,٤ % للنموذج N_1 و ١٥,٨% للنموذج N_2.



شكل (٩) علاقة المضافات مع الكثافة الجافة العظمى للنموذج(N_1)



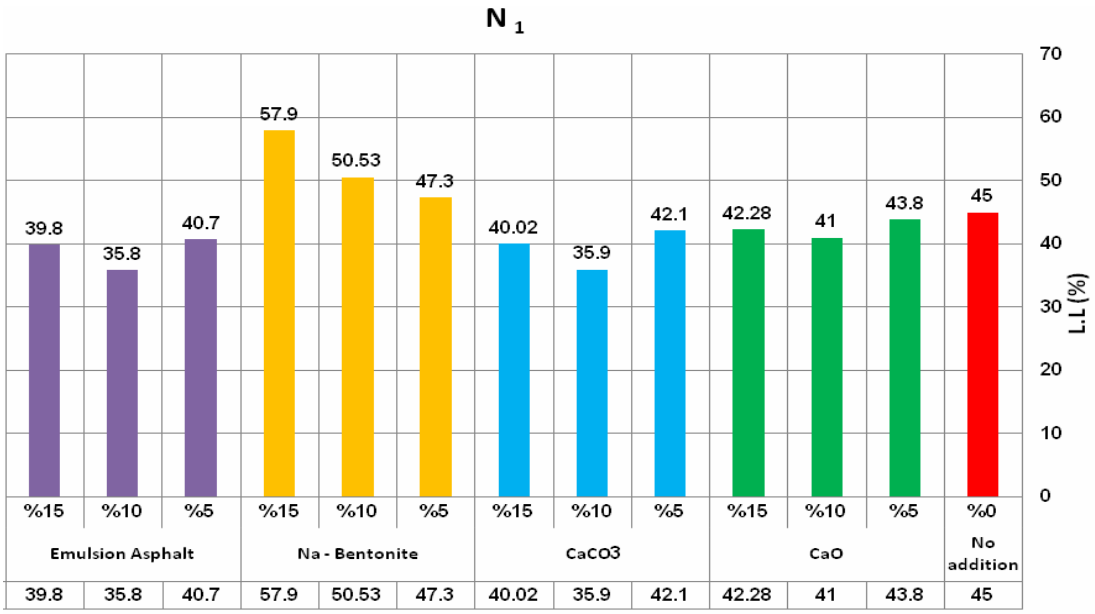
شكل (١١) علاقة المضافات مع المحتوى الرطوبي الامثل للنموذج(N_2)



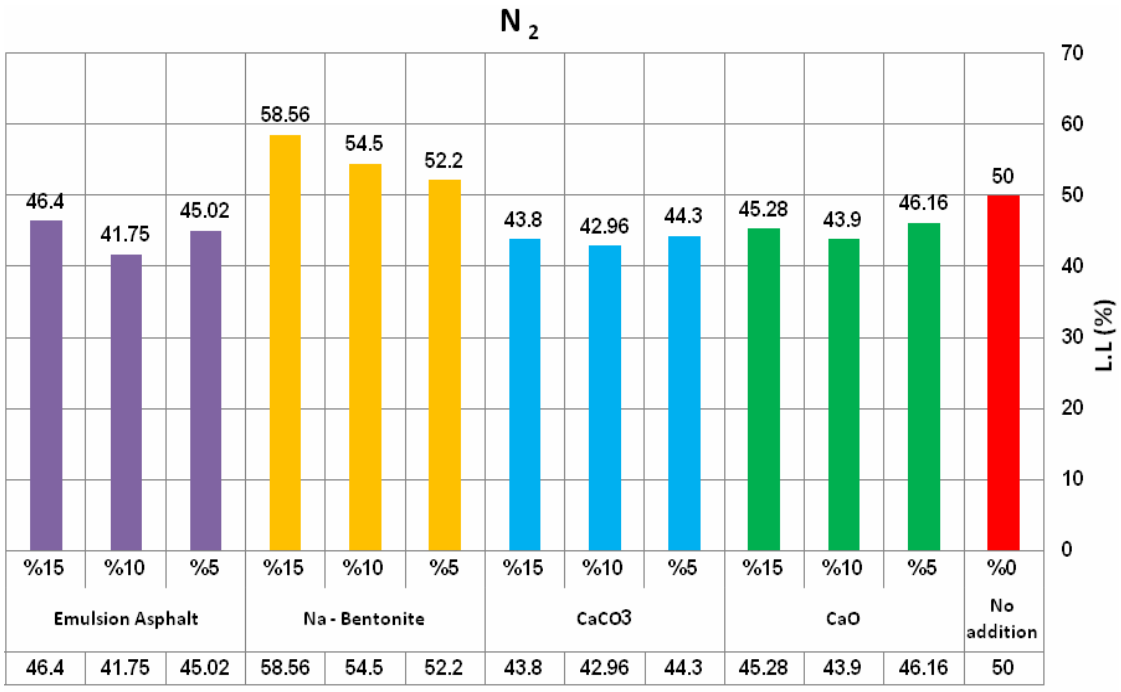
شكل (١٢) علاقة المضافات مع المحتوى الرطوبي الأمثل للنموذج N_2

٦-٥ دراسة تأثير المضافات على حدود اتربرك لتربة موقع طريق نادر (N)

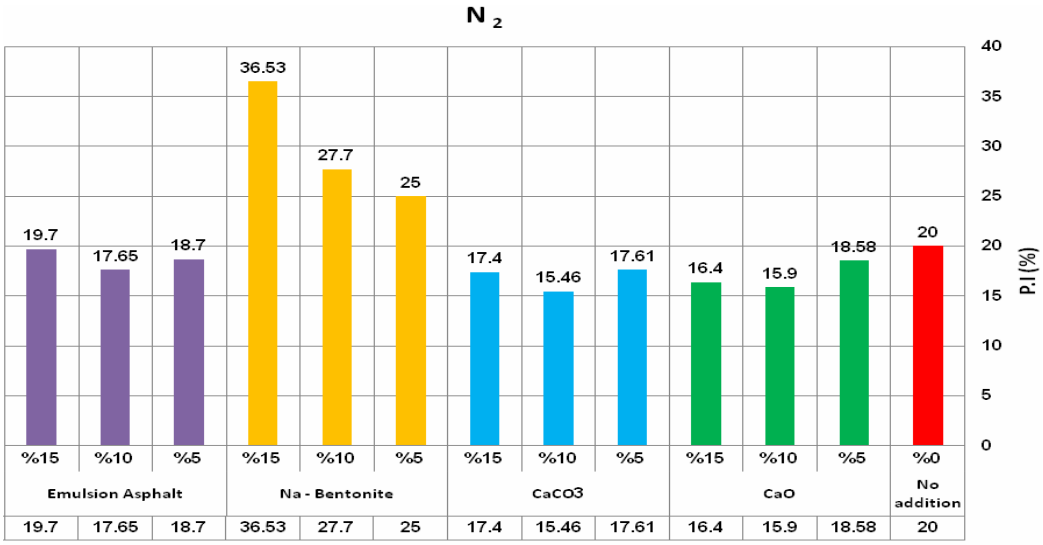
وعند دراسة الأشكال ،(١٢)،(١٣)،(١٤) ،(١٥) نستنتج أن اعلى قيمة لحد السيولة عند إضافة البنتونايت الصودوي (**Lambe&Whitman,1979**) بنسبة ١٥%حيث بلغت ٥٧,٩% للنموذج N_1 و٥٨,٥٦% لنموذج N_2 وأعلى قيمة لدليل اللدونة عند إضافة البنتونايت الصودوي بنسبة ١٥% حيث بلغ ٢٩,١% للنموذج N_1 و٣٦,٥٣ للنموذج N_2 .أما اقل قيمة لحد السيولة سجلت عند إضافة المستحلب الإسفلتي (؛ **Punmia, 1994 Young,1998**) بنسبة ١٠% حيث بلغت ٣٨,٨ % للنموذج N_1 و٤١,٧٥% للنموذج N_2 ، أما أقل قيمة لدليل اللدونة فسجلت عند إضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة ١٠% حيث بلغت ١٣,٤% للنموذج N_1 و ١٥,٤٦% للنموذج N_2 .



شكل (١٣) تأثير المضافات على حد السيولة للنموذج N_1



شكل (١٤) تأثير المضافات على حد السيولة للنموذج (N2)



شكل (١٦) تأثير المضافات على دليل اللدونة للنموذج(N_2)

٧-الاستنتاجات Conclusion

١- يقل دليل اللدونة (P.I) وحد السيولة (L.L)عند اضافة كل من النورة الحية ،مسحوق حجر الكلس ،المستحلب ألاسفلتي) وتزداد قيمهما عند أضافة البنتونايت الصودوي .

٢- تزداد قيمة فحص التحمل الكاليفورني(C.B.R) عند أضافة (النورة الحية ومسحوق حجر الكلس) وأعلى قيمة حصل عليها عند اضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة (١٠%) ، وتقل قيمة التحمل الكاليفورني عند أضافة كل من (البنتونايت الصودوي والمستحلب ألاسفلتي) واقل قيمة حصل عليها عند أضافة البنتونايت الصودوي بنسبة (١٥%).

٣- تزداد قيمة فحص النفاذية عند اضافة كل من النورة الحية ومسحوق حجر الكلس واعلى قيمة حصل عليها عند اضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة (١٥%)، وتقل قيمة النفاذية عند أضافة كل من البنتونايت الصودوي والمستحلب الاسفلتي واقل قيمة للنفاذية حصل عليها هي عند أضافة البنتونايت الصودوي بنسبة(١٥%)

٤- تزداد قيمة فحص مقاومة ألانضغاط الامحصور عند أضافة (النورة الحية ومسحوق حجر الكلس) واعلى قيمة حصل عليها عند أضافة مسحوق حجر الكلس بنسبة ١٠% وتزداد بدرجة قليلة عند أضافة البنتونايت الصودوي والمستحلب الاسفلتي.

٥- تقل قيمة الكثافة الجافة العظمى ويزداد المحتوى الرطوبي ألامثل عند أضافة (النورة الحية، المستحلب ألاسفلتي، البنتونايت الصودوي) وتزداد قيمة الكثافة الجافة العظمى ويقل المحتوى الرطوبي ألامثل عند أضافة مسحوق حجر الكلس($CaCO_3$)

٦- ان افضل مثبت لتربة منطقة الدراسة(مدينة الحلة) هو مسحوق حجر الكلس وأفضل نسبة تثبيت (١٠%)

٨ -التوصيات للأعمال المستقبلية Recommendations for Future Works

١- دراسة استعمال هذه المثبتات (النورة الحية، المستحلب الإسفلتي، البنتونايت الصودوي، مسحوق حجر الكلس) على أعماق مختلفة في منطقة الدراسة

٢- وضع الحلول المناسبة لمشكلة أرتفاع منسوب المياه الجوفية في منطقة الدراسة التي تعد سبب رئيسي في أضعاف التربة

٣- ألقيام بدراسة أوسع عن تثبيت التربة بمسحوق حجر الكلس ومعرفة في أي نسبة بالضبط يحدث التأثير العكسي للمادة المضافة

المصادر References

ألربيعي،عبد ألكريم حسين، ٢٠٠٨، تثبيت الترب الغرينية والطينية لمواقع مختارة في مدينة الحلة بأستخدام (السمنت، النورة المطفأة)، أطروحة ماجستير غير منشورة كلية العلوم -قسم علم ألارض(الجيولوجيا الهندسية) ، جامعة بغداد، ١٢٣ صفحة.

ألزبيدي ، جعفر حسين، ٢٠٠٦ ، دراسة جيوتكنيكية لترب مختارة بين مدينتي الحلة -الكوت، وسط العراق أطروحة دكتوراة غير منشورة كلية العلوم -قسم علم ألارض(الجيولوجيا الهندسية)، جامعة بغداد، ١٦٩ صفحة.

الخاقاني، محسن عبيد، ٢٠٠٦، دراسة ظاهرة الانتفاخ للترب الطينية في مدينة الحلة، أطروحة ماجستير غير منشورة كلية العلوم- قسم علم ألأرض(الجيولوجيا الهندسية)، جامعة بغداد، ١١٧ صفحة.

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

AL-Zory, E.A., 1993, " The effect of leaching on lime stabilized Gypseous soil", M.Sc. Thesis , Mosul university.

AL-joulany,Nabil ,2012,"Effect Of Stone Powder and Lime on Strength, Compaction and C.B.R properties of Fine Soil, Jordan Journal.

Benzekri, M. and Marchand, , R. J., 1978, "Foundation Grouting of Moulay Youssef Dam". ASCE. J. Geotech. Eng. Div., Sept

Diamond, S., and Knitter, E. B., 1965, "mechanisms of soil-Lime stabilization". Highway Research Record –No. 92, pp. 83-96.

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

Little, D. N., 1999, "Evaluation of structural properties of stabilization"

Lambe, T. W., and Whitman, R. V., 1979, "Soil Mechanics" SI Version, Massachusetts Institute of Technology, Publisher John Wiley & Sons. New York.P. 533 .

Punmia, B. C., Jain, A. K., and Jain, AR. K . 1994, "Soil Mechanics and foundation" 13 th Edition, Laxmi Publications, New Delhi.

Road Research Laboratory ,1974, " Soil Mechanics for Road Engineering", HerMajesty's Stationery Office , London .

Smith. I.G.N,1998, "Element Of Soil Mechanics", Napier University, Edinburgh, Seventh Edition,493 P.

Weaver, Charlese, 1973, The Chemistry Of Clay Minerals, School of Geophysical Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Ga. (U.S.A.).

Young, J. F., Mindess, S., Gray, J. R., and Bentur, A.,1998, . "The science and Technology of Civil Engineering Materials" prentice Hall. New Jersey.