Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي (AAJSR)
E-ISSN: 2959-6505
Volume 1, Issue 3, July-September 2023, Page No: 151-165
Website: https://www.aajsr.com
SJIFactor 2023: 3.908 **ISI 2023: 0.337**

تأثير نوعية المياه على فحص بروكتر المعدل للتربة الرملية والغرينية

الفضيل عبد السلام[1*]، عبد الدايم فرج عبد الله عبد الله[2]، مصباح جمعة مصباح [3]، أريج نصر اسماعيل[4]
[1،2،3،4] قسم الهندسة المدنية، كلية العلوم التقنية، بني وليد، ليبيا

Effect of Water Quality on Modified Proctor Test for Sandy and Silty Soils

Alfadhil Abdussalam[1*], Abduldaem Faraj Abdulla Abdalla[2], Musbah Guma Musbah[3], Areej Nasr Ismail 4
[1,2,3,4] Department of Civil Engineering, College of Technical Sciences, Bani Walid, Libya

*Corresponding author	alfadeel1979@gmail.com	*المؤلف المراسل
تاريخ النشر: 2023-07-28	**تاريخ القبول:** 2023-07-24	**تاريخ الاستلام:** 2023-06-03

الملخص
اشتملت هذه الدراسة علي عدة محاور، حيث تم تقديم مقدمة عامة حول موضوع البحث بالإضافة لاستعراض بعض الدراسات السابقة في هذا الشأن من حيث تأثير نوعية المياه المستعملة على الكثافة الجافة والمحتوى المائي، وتضمنت الدراسة مجموعة من الاختبارات المعملية من تصنيف للتربة وحدود القوام حيت تلخصت هذه الاختبارات في حد اللدونة، حد السيولة، التحليل المنخلي، تجربة الوزن النوعي، تجربة بروكتر المعدل للتربة الرملية والغرينية، وما مدى تأثرها بنوعية ماء الخلط ومن تم استعراض ومقارنة نتائج التجارب بالدراسات السابقة ومناقشتها. أهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة هو أن الكثافة الجافة القصوى والمحتوي الرطوبي الأمثل تتأثر بتغير نوعية ماء الخلط المستعمل، حيت تتراوح قيم الزيادة بين 4 % و5.3 % على التوالي، وأيضًا حدود القوام التي كانت حوالي 25%.

الكلمات المفتاحية: تربة رملية، تربة غرينية، الكثافة الرطبة، الكثافة الجافة، محتوى الرطوبة، فحص الدمك.

Abstract
This study included several parts, where a general introduction was presented on the subject of the paper in addition to a review of some previous studies in this regard in terms of the effect of used water type on dry density and water content. The most important conclusions and recommendations reached in this study is that the maximum dry density and the optimum moisture content are affected by the change in the quality of the used mixing water, as the values of increase range between 4% and 5.3%, respectively, and also the limits of texture, which were about 25%.

Keywords: sandy soil, silty soil, wet density, dry density, moisture content, compaction test.

المقدمة

حيت يعتبر بروكتر (Proctor) أول من درس عملية الدمك في عرف دمك التربة مند القدم حينما بداء الانسان في بناء السدود القديمة حيث كانت تتم عملية الدمك بتمرير أعداد كبيره من الاشخاص والحيوانات على التربة المفروشة مرات متعددة، وايضا سدود السكك الحديدية في البداية كانت تدمك بترك تربتها عدة سنين لتدمك تحث تأثير وزنها قبل وضع طبقة الحجارة الكبيرة فوقها وكانت الاساليب المستخدمة قديما في دمك التربة وسائل تقريبية. مع مرور الوقت لوحظ ان التربة الطبيعية في معظم الاحيان غير ملائمة للمتطلبات الهندسية للمشاريع الانشائية، علية غالبا ما يتم تحسين خواص التربة للوصول بها الي حالة تلائم متطلبات المهندسين، ومن أكثر الطرق شيوعا لتحسين خواص التربة هي الدمك.

العام 1930 م وقد أشار في دراسته التي أجراها علي أنواع مختلفة من الترب الي الاسلوب الدي يمكن من خلاله رسم العلاقة بين الكثافة والمحتوي الرطوبي للترب المتماسكة والدي تسمي عادة بفحص بروكتر والمثبت بالمواصفات القياسية (ASTM D-698/AASHTO T-99) وهي الاتحاد الامريكي للطرق والنقل حيث تعتمد المواصفات اسلوب الصدمة من خلال اسقاط حمل علي تربة داخل قالب، ارتفاع سقوط الحمل، وزن المطرقة، حجم القالب، عدد الضربات، عدد الطبقات.

حددت اشكال وحالات مختلفة من الفحص واستمر هدا الفحص لمدة أكثر من 70 سنة، يتضمن الفحص اعادة الدمك لعدة نماذج بقيم محتوي رطوبي مختلفة لا يجاد العلاقة بين الكثافة ومحتوي الرطوبة.

أهداف الدراسة:

تعتبر عملية مشاريع الاعمال التربية في الطرق والمطارات وغيرها في ليبيا الاسلوب الأكثر انتشارا الا انه في الغلب لا يعطي للموضوع اهميه ويعامل علي اساس عمليه عاديه ونظرا الي انتشار مشاكل الدمك مما ينتج عن دلك من مرادفات اقتصاديه سلبيه من حيت ادامة المشاريع المنقدة من ناحية كلفة التشغيل والصيانة ومن ناحيه اخري اضافة الي النواحي الخطرة الناتجة بسبب سوء الدمك فيجب ان نعرف ان عملية دمك التربة هي طريقه مخططه ومنظمه لتثبيت التربة وكدلك لتحسين ادائها كماده إنشائية خلال الدمج بين الكثافة والمحتوي الرطوبي وخصائص التربة الأخرى حيت تعتبر عملية السيطرة الجيدة علي الدمك من اصعب مراحل السيطرة هيه التغيرات في محتوي الرطوبة والكثافة الجافه بسبب نوع التربة المستخدمة ونوع المياه وللوقوف علي حقيقة هده المشكلة كانت هده الدراسة والتي من اهدافها تحديد ما مدي تأثير نوعية المياه المستعملة علي اختبار بروكتر المعدل واعداد استنتاجات وتوصيات علمية يمكن ان يستفيد منها الطلاب والباحتين في هذا المجال.

منهجية الدراسة:

اعتمدت هده الدراسة على عدة محاور لتحقيق لا هدف المشار اليها ومن هذه المحاور:

تنفيذ مجموعه من الاختبارات المعملية والتي من شانها تحديد خواص الدمك ومادي تأثرها بنوعية المياه.

دراسة وتحليل النتائج المتحصل عليها من الاختبارات المنفذة ومقارنتها بالمواصفات ذات العلاقة.

الاستنتاجات والتوصيات بهذا الشأن.

استعراض للدراسات السابقة:

تمت دراسة تأثير إضافة الماء المالح إلى تربة متماسكة على نطاق واسع من قبل العديد من الباحثين على أساس النتائج التجريبية. أكسوي وآخرون آل. (2008) أجرى اختبار حد السيولة وحد الانكماش وحدود اللدونة لدراسة سلوك الطين مع إضافة مياه البحر. تم تحليل نتائج الاختبار ووجدت أن تأثير مياه البحر ضئيل على حدود التناسق المختبرة وخصائص الدمك للتربة عندما يكون لديها حد سيولة تصل إلى 110٪.

Nikhil Kumar يخيل كومار وآخرون. آل. (2011) درس تأثير حدود Atterberg وناقشت النتائج أن التأثير المنخفض للملوحة على حد اللدونة يمكن أن يؤدي إلى القليل من رطوبة التربة، في هذه الحالة التي تؤدي إلى تقليل التفاعل بين التربة والمذاب في الماء. ولكن في حدود السائل، حيث تكون رطوبة التربة أعلى، يكون تأثير الملوحة أكبر. تنخفض اللدونة تدريجياً مع زيادة تركيزات الملح. تقل اللدونة بسبب زيادة محتوى الملح. فتحي وآخرون آل. (2011) درس حدود أتير يرج على مختلف خليط الكاولينيت والبنتونايت والرمل باستخدام الماء المالح، وكانت النتائج التي تم استنتاجها هي أن حد السيولة لطين الكاولين يتناقص بسبب ملوحة الماء. بالنسبة للكاولين النقي، تؤدي زيادة ملوحة الماء من 0 إلى 200 جم / لتر كلوريد الصوديوم إلى انخفاض بنسبة 6٪ في حد السيولة. وبالمثل أظهر البنتونيت نفس الشيء في طين الكاولين. ما يقرب من 50٪ و70٪ من الانخفاض في حد السيولة يحدث مع زيادة تركيز الملح بنسبة 20٪ و 5٪ للكاولين والبنتونايت. يفاسوك وآخرون. آل. (2012) درس تأثير مياه البحر على سلوك الطين، في هذه الدراسة معدل التغير في حد السيولة للتربة الطينية عند تعرضها لمياه البحر الطبيعية، فيما يتعلق بالمياه المقطرة تم جمع عينات التربة الطينية الأربعة ذات الخصائص المعدنية واللدونة المختلفة واختبارها لتحديد حد السيولة في وجود الماء المقطر وماء الصنبور ومياه البحر. أظهرت النتائج انخفاض حد السيولة في وجود مياه البحر. تكون قيم جميع حدود السوائل في مياه البحر أقل من تلك الموجودة في مياه الصنبور ويمكن رؤية الفرق بشكل أكثر وضوحًا في عينة البنتونيت. محمود وآخرون. (2013)

تجربة تأثير ملوحة المياه الجوفية على الخصائص الجيوتقنية لبعض الترب. أظهرت نتائج الاختبار تأثير ملوحة المياه الجوفية على العينات المختبرة حيت انخفض مؤشر اللدونة من 26 ل طين الماء النقي للتربة 24.96 لتربة طينية مختلطة مع 80٪ ملح. ارتفع المحتوى الرطوبي الأمثل من 14.25٪ للتربة الطينية المائية النقية إلى 16.5٪ للتربة الطينية الممزوجة بالملح 100٪. لوحظ انخفاض في أقصى كثافة جافة للتربة الطينية الممزوجة بالملوحة بالمقارنة مع التربة الطينية بالماء النقي. Ajalloeian وآخرون. (2013) وجد أن حدود Atterberg انخفضت بسبب وجود المياه المالحة على التربة الحبيبية الدقيقة على عكس مياه الصنبور. قام Otoko (2014) أيضًا بتجربة هذا الموضوع ذي الصلة ووجد أن الكثافة الجافة القصوى انخفضت بسبب وجود المياه المالحة من المحيط الأطلسي للتربة الطينية. أناندا نارايانان وآخرون (2014) وجد أن مياه البحر تزيد من قيمة الكثافة الجافة القصوي وتقلل المحتوى الرطوبي الأمثل. بورت هاركورت. آل. (2014) تم استخدام مياه المحيط الأطلسي (المياه المالحة) لخلط ثلاثة أنواع من التربة وخصائصها الفيزيائية،خصائص الضغط وقوة الانضغاط غير المحصورة مقارنة بخصائص أنواع التربة الممزوجة بماء الصنبور. يتم عرض نتائج الفحوصات المخبرية لإثبات أن اللدونة تنخفض من 13 باستخدام ماء الصنبور إلى 5 باستخدام الماء المالح للتربة الطينية، ومن 10 باستخدام ماء الصنبور إلى 4 باستخدام المياه المالحة للرمل ومن 6 باستخدام صنبور إلى 1 باستخدام المياه المالحة للدورة الأساسية. الكان الحد الأقصى للكثافة الجافة في حدود 20.9 و 22.5 و 19.5 كيلو نيوتن / م^3 للطين والرمل الطيني والقاعدة بالطبع على التوالي عند مزجه مع ماء الصنبور. باستخدام الماء المالح، يتم تقليل الحد الأقصى للكثافة الجافة للطين من 20.9 كيلو نيوتن / م^3 إلى 17.5 كيلو نيوتن / م^3، ولكنها زادت من الرمل الطيني وطبقة الأساس من 19.1 كيلو نيوتن / م^3 إلى 20.4 كيلو نيوتن / م^3 ومن 22.5 كيلو نيوتن / م^3 إلى 23.2 كيلو نيوتن / م 3 على التوالي. الضغط غير المحصور زادت القوة من 30 كيلو نيوتن / م^2 إلى 57 كيلو نيوتن / م^2، 83 كيلو نيوتن / م^2 إلى 130 كيلو نيوتن / م^2 و 40 كيلو نيوتن / م^2 إلى 63 كيلو نيوتن / م^2 على التوالي للطين والطبقة الأساسية والرمل الطيني عند خلطه بالماء المالح، مقارنةً بالخلط مع ماء الصنبور. لذلك استنتج أن مياه المحيط الأطلسي المالحة يمكن أن تكون عامل استقرار جيد، خاصة عندما تكون أعمال البناء قريبة من شاطئ المحيط الأطلسي. محمود وآخرون. آل. (2016) درس تأثير حد Atterberg على عينة الطين الممتدة، حيث يتم تمرير العينة عبر الماء المقطر ومياه الصنبور ومياه الصرف المعالجة ومياه البحر. أظهرت النتائج تغيراً واضحاً في حد السيولة واللدونة بعد استخدام أنواع مختلفة من المياه في الخلط مع التربة الطينية الممتدة. لقد لوحظ أن هناك تغيرًا كبيرًا في حد

السيولة واللدونة بسبب استخدام عينات مياه مختلفة. ينخفض حد السائل من 70٪ باستخدام الماء المقطر إلى 68 ٪ و 55 ٪ عند استخدام ماء الصنبور ومياه البحر على التوالي. أيضًا، ينخفض حد اللدونة من 43.36٪ عند استخدام الماء المقطر إلى 41.8٪ و 35.78٪ عند استخدام مياه الصنبور ومياه البحر على التوالي. يرجع الانخفاض في حد اللدونة إلى استبدال الأيونات الموجودة في مياه البحر بالكاتيونات الموجودة في الطبقة المائية المحيطة بطبقة الطين، وبالتالي تقليل صافي الشحنة الكهربائية المكونة للكتل . بتصريفها كجزيئات طمثية تكون أقل لدونه في الجزيئات الطبيعة، وتؤسس ترابطًا بينها وتشكل بلورات الملح في مسام التربة، شانو جوزيف واخرون (2020) درس تأثير محلول المالح علي الخواص الجيوتقنيه للتربة الطينية من نتائج الاختبار زاد الوزن الأقصى للوحدة الجافه وانخفض محتوي الرطوبة الامثل مع زيادة ملوحة الطين

تصنيف التربة

لتصنيف التربة يجب علينا ان نختبر طبيعة التربة ومعرفة نوعيتها باستخدام التجارب التالية:

- لمعرفة نوعية التربة نستخدم تجربة (التدرج الحبيبي للتربة بالتنخيل)
- لمعرفة نوعية التربة نستخدم تجربة (التدرج الحبيبي بطريقة الغسيل)
- لمعرفة حد السيولة نستخدم تجربة (كازا غراند)
- لمعرفة حد اللدونة نستخدم تجربة (الحبل)
- لمعرفة الوزن النوعي للتربة تستخدم الدورق المدرج (البكتومتر)

فحص الدمك في المختبر

1. الغرض من التجربة:

لمعرفة أقصى كثافة جافة منسبة الرطوبة المثالية لجميع العينات المستعملة ومقارنتها ببعض

المراجع القياسية BS 1377

2. الأجهزة اللازمة

1. قالب دمك اسطواني.
2. مطرقة معدنية.
3. أدوات لتحديد محتوى الرطوبة.
4. وعاء (طبق) معدني ذو قياس معقول لخلط العينة.
5. دورق مدرج.
6. ميزان.
7. أداة معدنية (على شكل مسطرة) لتسوية سطح التربة في القالب.

الطريقة:

1. يتم تجفيف العينة في الهواء.
2. تؤخذ عينة للفحص وزنها حوالي 5 كيلوغرامات وتكون العينة من المواد المارة من المنخل رقم4 .
3. يتم فرش العينة في الوعاء المعدني وتضاف إليها الكمية الأولى من الماء (حوالي 1.5– 2 بالمئة من وزن العينة)، وتخلط جيدًا حتى تتجانس مع الماء.
4. يتم دمك العينة داخل القالب على طبقات (عدد الطبقات 5)، و25 من الضربات بواسطة المطرقة كما مبين في الشكل (1).
5. بعد الدمك يتم نزع غطاء (حلقة) القالب الأسطواني وتسوية سطح التربة في القالب، ويتم وزن القالب والتربة بداخله (m2) كما مبين في الشكل (2) و (3).
6. يتم تفريغ القالب من التربة وتؤخذ عينة فورًا لقياس محتوى الرطوبة فيها.
7. يعاد خلط العينة بكمية إضافية من الماء (مساوية للكمية التي تمت إضافتها في المرة الأولى) ، ويجري دمكها ثانية، وتعاد الخطوات 5 و6 .

8. يتم تكرار العملية مع زيادة الرطوبة في كل مرة حتى يلاحظ أن وزن القالب والتربة بداخله قد أخذ بالنقصان) بسبب حلول الماء مكان حبيبات التربة بعد أن تكون التربة قد وصلت لدرجة قصوى من الدمك لم يعد معها مكان للماء في نسيج التربة) .

الحسابات

يتم حساب كثافة التربة (ρ)وكثافتها الجافة(ρ_d) عند كل محتوي رطوبة (مرحلة) وذلك كما يلي:

1. الكثافة الرطبة

$$\rho = \frac{m1-m2}{V} \quad (g/cm^3)$$

حيث:

m1= وزن القالب الأسطواني مع قاعدته، غم.

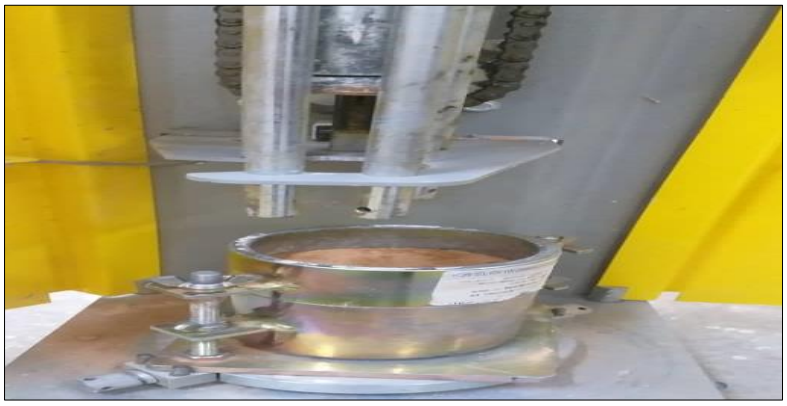
m2 = وزن القالب الأسطواني مع قاعدته والتربة المدموكة بداخله، غم.

V = حجم القالب، سم^3.

2. الكثافة الجافة:

$$\rho_d = \frac{100\rho}{100+w} \quad (g/cm^3)$$

ومن نتيجة الحسابات، يتم رسم المنحنى للعلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة الجافة للتربة، ومنه يتم تحديد محتوى الرطوبة المثالي والكثافة الجافة القصوى التي تقابله.



شكل 1 يوضح جهاز بروكتر مع القالب بالعينة

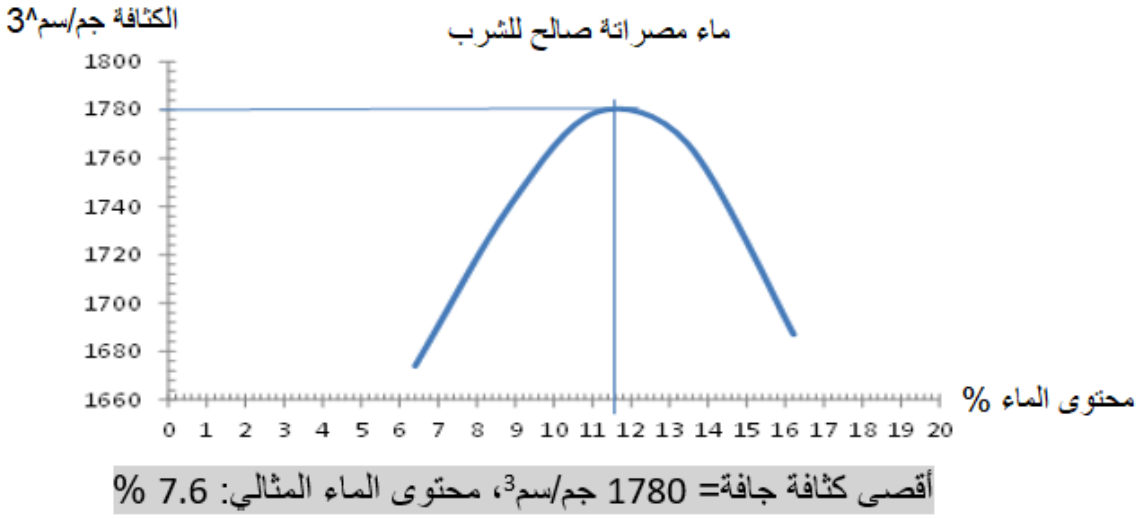
شكل 2 يوضح تسوية سطح العينة بعد الدمك

شكل 3 يوضح وزن القالب مع العينة المدموكة

نتائج فحص الدمك في المختبر

جدول 1 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

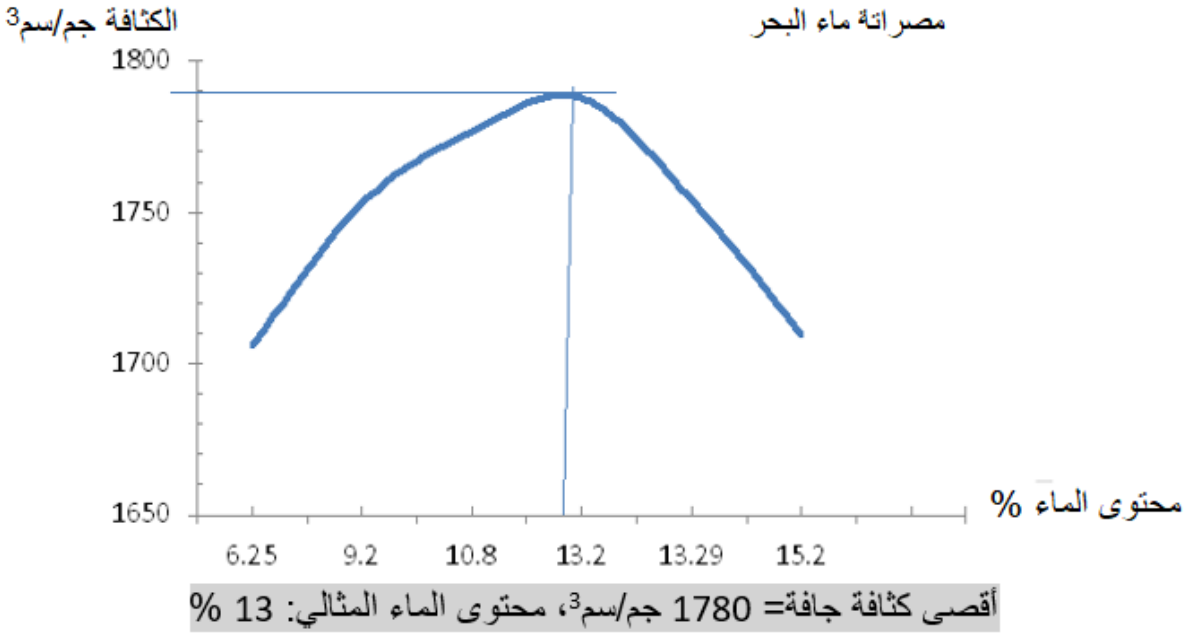
المشروع:-				الموقع:مصراتة									رقم العينة:		
وزن المطرقة: 4.54 كجم				حجم القالب : 922.95 سم									طاقة الدمك المستعملة:		
نوع الماء المستعمل:- ماء صالح للشرب													28.099	كجم/متر	
رقم المحاولة		1			2			3			4			5	
وزن القالب+ العينة المدموكة	غم	3757			3862			3937			3962			3922	
وزن القالب	غم	2112			2112			2112			2112			2112	
وزن العينة المدموكة	غم	1645			1750			1825			1850			1810	
الكثافة الكلية = وزن العينة المدموكة / حجم القالب		1.782328403			1.896094046			1.97735522			2.004442277			1.961102985	
وزن الوعاء +التربة رطبة	غم	41.7	49.1	55.1	84.2	80	83.5	60	70.9	92.2	70.7	80.5	87.7	54	53.2	52.5
وزن الوعاء +التربة جافة	غم	40	47.1	53.1	79.9	76.3	79.4	56.5	66.1	86.4	64.9	74.1	80.5	50.2	49.6	48.9
وزن الوعاء	غم	14.4	15	21.8	33.1	33.6	32.9	26.7	21.9	32.9	21.7	27	26.8	27.2	27.2	26.5
وزن التربة الرطبة	غم	27.3	34.1	33.3	51.1	46.4	50.6	33.3	49	59.3	49	53.5	60.9	26.8	26	26
وزن التربة الجافة	غم	25.6	32.1	31.3	46.8	42.7	46.5	29.8	44.2	53.5	43.2	47.1	53.7	23	22.4	22.4
محتوي الرطوبة=	غم	6.42			8.89			11.15			13.47			16.22	
الكثافة الجافة =	غم	1.674			1.741			1.779			1.766			1.687	



شكل 4 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة

جدول 2 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

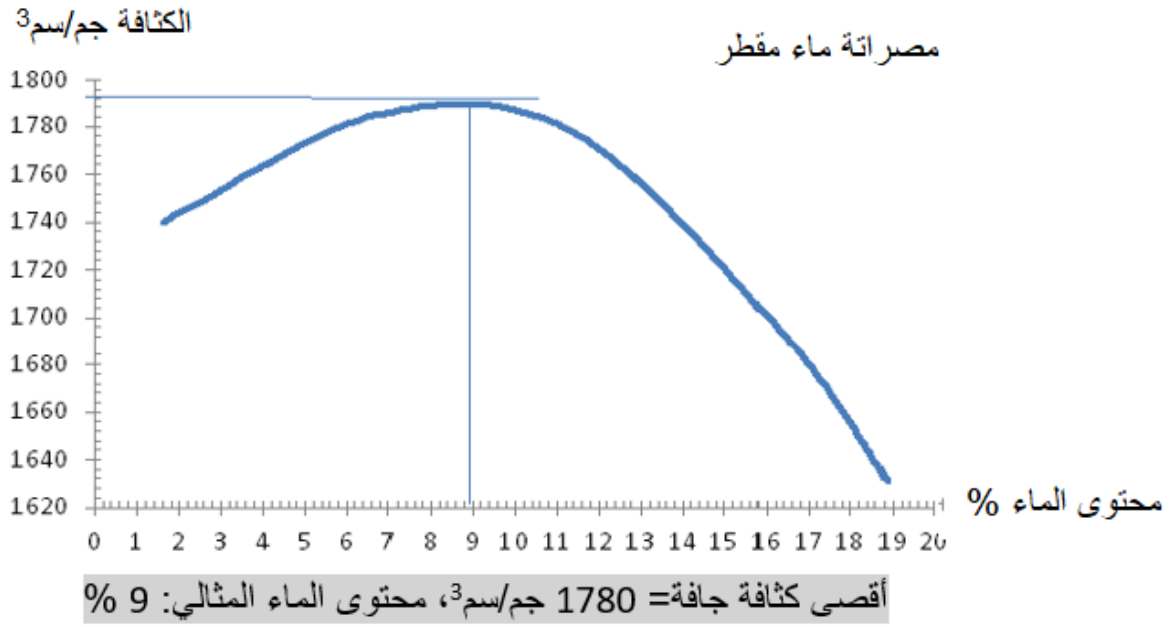
المشروع:-				الموقع: مصراتة								رقم العينة:					
وزن المطرقة: 4.54 كجم				حجم القالب : 922.95 سم								طاقة الدمك المستعملة:					
نوع الماء المستعمل:- ماء بحر												28.099	كجم/متر				
رقم المحاولة		1			2			3			4			5			
وزن القالب+ العينة المدموكة	غم	3772			3867			3957			3967			3917			
وزن القالب	غم	2112			2112			2112			2112			2112			
وزن العينة المدموكة	غم	1660			1755			1845			1855			1805			
الكثافة الكلية = وزن العينة المدموكة / حجم القالب		1.798580638			1.901511458			1.999024866			2.009859689			1.955685573			
وزن الوعاء +التربة رطبة	غم	50.4	63.8	53.8	54.4	58.2	46.1	61.7	64.6	54.5	69.1	67.4	74.4	59.5	49.8	56.4	
وزن الوعاء +التربة جافة	غم	48.3	61.3	51.4	51.6	55.1	43.4	55.7	58.8	49.9	63.9	61.9	68.2	53.5	45.1	50.8	
وزن الوعاء	غم	13.5	21.9	13.7	21.9	21.9	13.7	13.7	13.3	14	22.1	21.9	22	14.4	14	13.8	
وزن التربة الرطبة	غم	36.9	41.9	40.1	32.5	36.3	32.4	48	51.3	40.5	47	45.5	52.4	45.1	35.8	42.6	
وزن التربة الجافة	غم	34.8	39.4	37.7	29.7	33.2	29.7	42	45.5	35.9	41.8	40	46.2	39.1	31.1	37	
محتوي الرطوبة=	غم	6.25			9.29			13.2			13.28			15.2			
الكثافة الجافة =	غم	1.692781777			1.739876894			1.765923026			1.774240545			1.697643727			



شكل 5 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة

جدول 3 تبين نتائج خواص الدمك للتربة

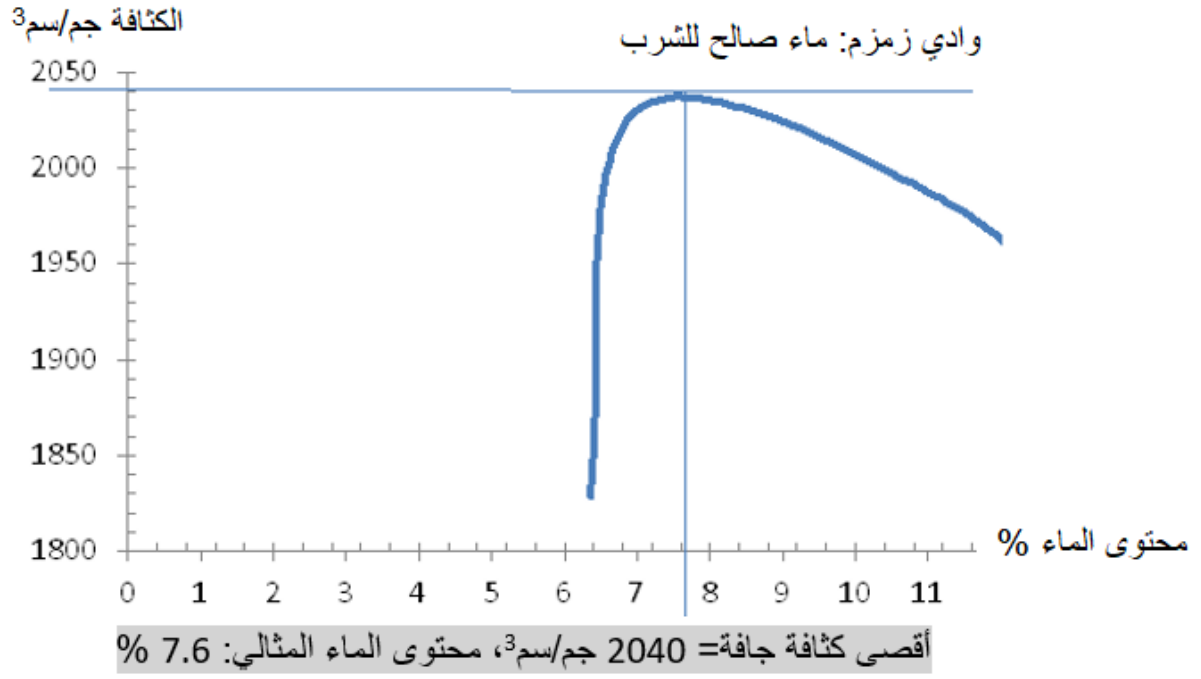
المشـروع:-			الموقـع: مصراتة										رقم العينـة:				
وزن المطرقـة: 4.54 كجم			حجم القالـب : 922.95 سم										طاقـة الـدمك المستخدمة				
نـوع المـاء المستعمل:- ماء مقطر													28.099	كجم/متر			
رقم المحاولـة			1			2			3			4			5		
وزن القالـب+ العينـة المدموكـة	غم		3752			3872			3942			3932			3902		
وزن القالـب	غم		2112			2112			2112			2112			2112		
وزن العينـة المدموكـة	غم		1640			1760			1830			1820			1790		
الكثافـة الكليـة =	وزن العينة المدموكة / حجم القالب		1.776910992			1.906928869			1.982772631			1.971937808			1.939433339		
وزن الوعـاء +التربـة رطبة	غم		42.8	45.2	43.3	52.7	52.6	80.8	81.4	81.5	80.8	65.8	69.9	74.5	67	67.3	63.4
وزن الوعـاء +التربـة جافـة	غم		42.6	44.9	43	50.3	50.3	76.7	76.4	76.6	75.9	55.7	57	68.3	58.5	62	58.7
وزن الوعـاء	غم		27.2	27.2	26.5	14.4	15	21.8	33.2	33.7	32.9	21.8	21.9	32.9	26.7	27.1	26.9
وزن التربـة الرطبـة	غم		15.6	18	16.8	38.3	37.6	59	48.2	47.8	47.9	44	48	41.6	40.3	40.2	36.5
وزن التربـة الجافـة	غم		15.4	17.7	16.5	35.9	35.3	54.9	43.2	42.9	43	33.9	35.1	35.4	31.8	34.9	31.8
محتوي الرطوبـة=	غم		1.6			6.89			11.46			16.41			18.9		
الكثافـة الجافـة =	غم		1.748928142			1.784010543			1.778909592			1.693959117			1.631146626		



شكل 6 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة

جدول 4 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

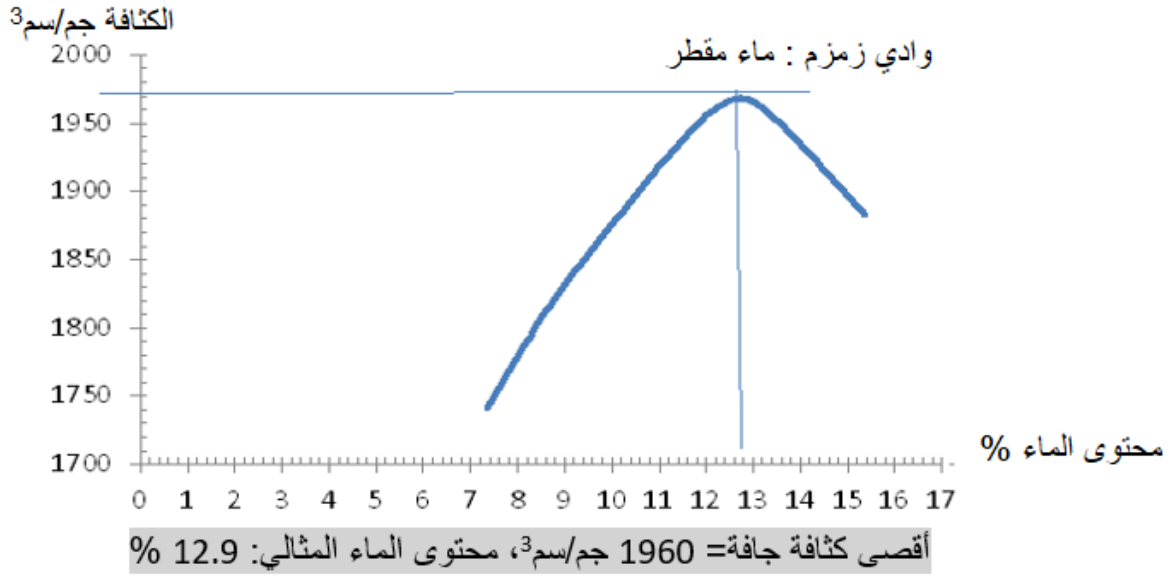
المشروع:-			الموقع: وادي زمزم								رقم العينة:				
وزن المطرقة: 4.54 كجم			حجم القالب : 922.95 سم								طاقة الدمك المستعملة:				
نوع الماء المستعمل:- ماء صالح للشرب											كجم/متر		28.099		
رقم المحاولة		1			2			3			4			5	
وزن القالب+ العينة المدموكة	غم	3907			4117			4147			4097			4052	
وزن القالب	غم	2112			2112			2112			2112			2112	
وزن العينة المدموكة	غم	1795			2005			2035			1985			1940	
الكثافة الكلية = وزن العينة المدموكة / حجم القالب		1.94485075			2.172382036			2.204886505			2.15071239			2.101955686	
وزن الوعاء +التربة رطبة	غم	43.6	36.2	42.9	29.5	35	32.5	29.5	22.5	27.5	40	39	39.5	35.5	35.5	31.5
وزن الوعاء +التربة جافة	غم	42.3	34.8	41.2	29.2	34.5	32.1	28.3	22	26.3	38.4	37.6	38.2	34.1	33.8	30.6
وزن الوعاء	غم	21.9	13.4	13.6	20.5	22	21	13.5	13	13.5	21.5	21	21.5	19.5	19	19.5
وزن التربة الرطبة	غم	21.7	22.8	29.3	9	13	11.5	16	9.5	14	18.5	18	18	16	16.5	12
وزن التربة الجافة	غم	20.4	21.4	27.6	8.7	12.5	11.1	14.8	9	12.8	16.9	16.6	16.7	14.6	14.8	11.1
محتوي الرطوبة=	غم	6.36			7			11.37			13.35			14.54	
الكثافة الجافة =	غم	1.828554673			2.030263585			1.979784956			1.897408372			1.835128065	



شكل 7 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة

جدول 5 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

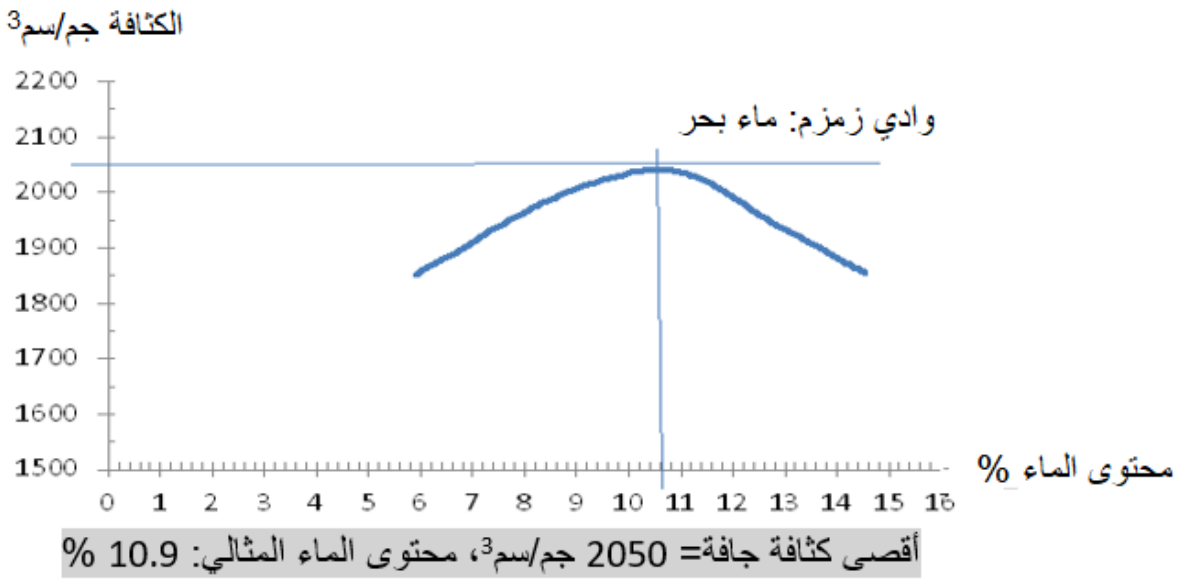
المشروع:-				الموقع: وادي زمزم								رقم العينة:			
وزن المطرقة: 4.54 كجم				حجم القالب : 922.95 سم								طاقة الدمك المستعملة:			
نوع الماء المستعمل:- ماء مقطر												28.099		كجم/متر	
رقم المحاولة		1			2			3			4			5	
وزن القالب+ العينة المدموكة	غم	3837			3952			4127			4162			4117	
وزن القالب	غم	2112			2112			2112			2112			2112	
وزن العينة المدموكة	غم	1725			1840			2015			2050			2005	
الكثافة الكلية = وزن العينة المدموكة / حجم القالب		1.869006988			1.993607454			2.183216859			2.22113874			2.172382036	
وزن الوعاء +التربة رطبة	غم	69.3	64	62.3	77.9	75.5	79.9	52.7	49.4	60.2	72.6	80.6	76.6	46.4	44.6	42.6
وزن الوعاء +التربة جافة	غم	65.5	60.6	59.6	74.2	72	76.1	50	46.3	57.4	66.8	74.4	70.8	43.9	42.2	40.5
وزن الوعاء	غم	14.4	15	21.8	33.1	33.6	32.9	26.6	21.9	32.9	21.7	27	26.8	27.3	27.3	26.5
وزن التربة الرطبة	غم	54.9	49	40.5	44.8	41.9	47	26.1	27.5	27.3	50.9	53.6	49.8	19.1	17.3	16.1
وزن التربة الجافة	غم	51.1	45.6	37.8	41.1	38.4	43.2	23.4	24.4	24.5	45.1	47.4	44	16.6	14.9	14
محتوي الرطوبة=	غم	7.35			8.97			11.89			13.04			15.39	
الكثافة الجافة =	غم	1.741040511			1.829501197			1.951217141			1.96491396			1.882643241	



شكل 8 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة

جدول 6 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

المشـروع:-				الموقـع: وادي زمزم								رقم العينـة:			
وزن المطرقـة: 4.54 كجم				حجم القالـب : 922.95 سم								طاقـة الـدمك المسـتعملة:			
نـوع المـاء المسـتعمل:- ماء بحر												كجم/متر		28.099	
رقم المحاولـة		1			2			3			4			5	
وزن القالـب+ العينـة المدموكـة	غم	3922			4117			4197			4132			4072	
وزن القالـب	غم	2112			2112			2112			2112			2112	
وزن العينـة المدموكـة	غم	1810			2005			2085			2020			1960	
الكثافـة الكليـة =	وزن العينة المدموكة / حجم القالب	1.961102985			2.172382036			2.259060621			2.188634271			2.123625332	
وزن الوعـاء +التربـة رطبة	غم	47	59	44.6	58.6	58.1	41.3	48.2	55.5	54.2	68.5	63.9	62.2	58.7	59.1	56.6
وزن الوعـاء +التربـة جافـة	غم	44.9	57.5	42.6	55.6	55.2	39.1	44.8	51.4	50.2	63.2	59.1	57.6	53.2	53.4	50
وزن الوعـاء	غم	13.5	21.9	13.7	21.9	21.9	13.7	13.7	13.3	14	22.1	21.9	21.9	14.4	14	13.8
وزن التربـة الرطبـة	غم	33.5	37.1	30.9	36.7	36.2	27.6	34.5	42.2	13.3	46.4	42	40.3	44.3	45.1	42.8
وزن التربـة الجافـة	غم	31.4	35.6	28.9	33.7	33.3	25.4	31.1	38.1	36.2	41.1	37.2	35.7	38.8	39.4	36.2
محتوي الرطوبـة=	غم	5.94			8.76			10.91			12.89			14.55	
الكثافـة الجافـة =	غم	1.851144974			1.997409007			2.036841241			1.938731748			1.853885056	



شكل 9 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة

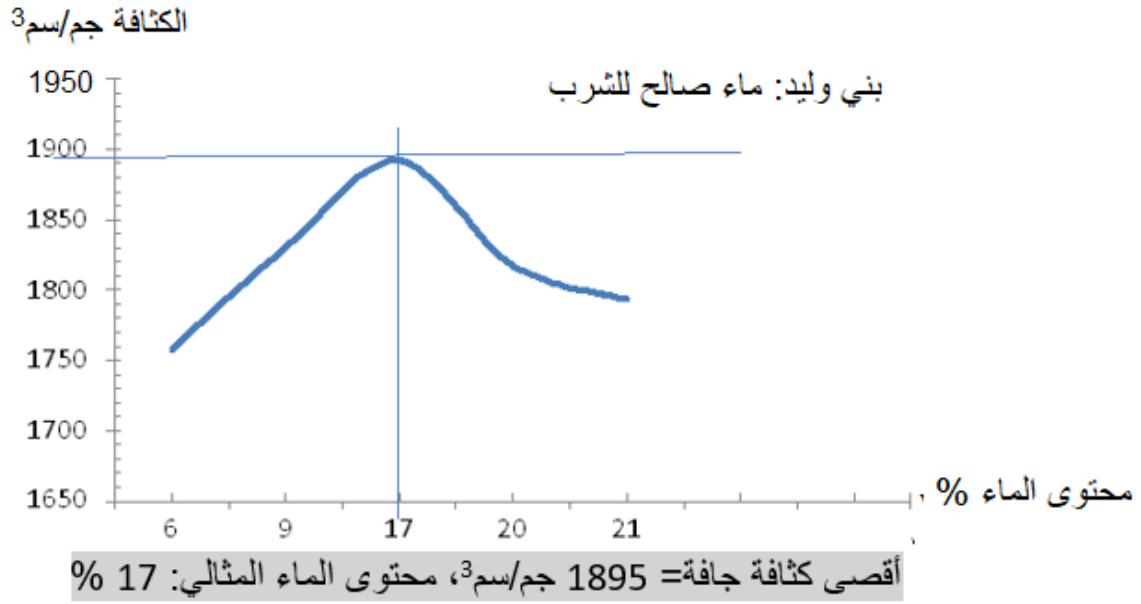
جدول 7 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

المشروع:-
وزن المطرقة: 4.54 كجم
نوع الماء المستعمل:- ماء صالح للشرب

الموقع: بني وليد
حجم القالب : 922.95 سم

رقم العينة:
طاقة الدمك المستعملة:
28.099 كجم/متر

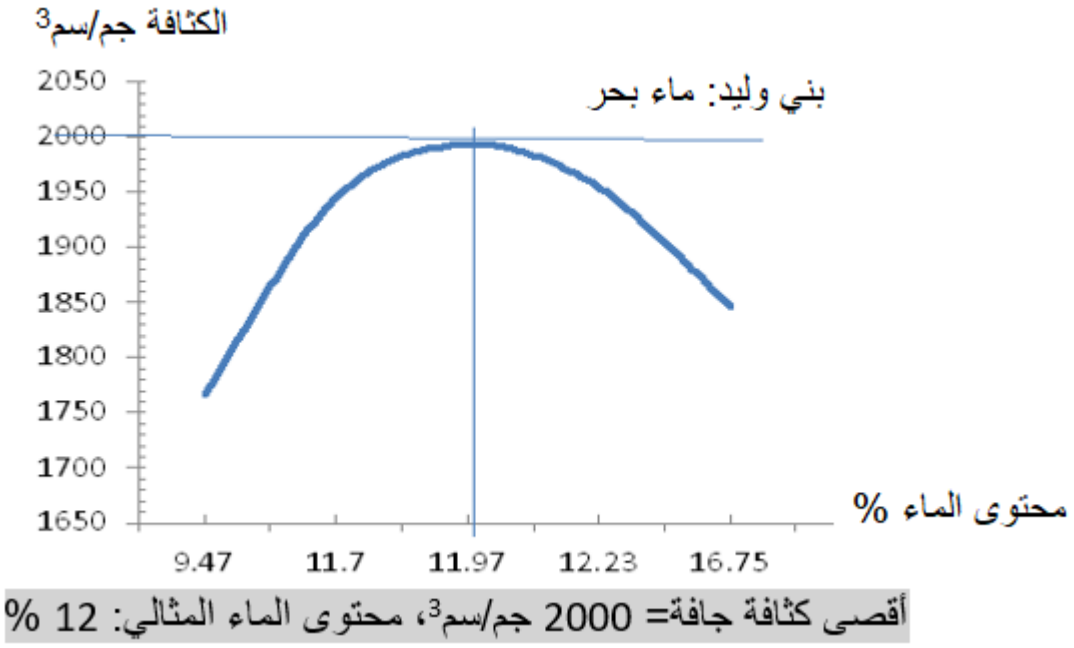
رقم المحاولة		1			2			3			4			5		
وزن القالب+ العينة المدموكة	غم	3837			3952			4127			4162			4117		
وزن القالب	غم	2112			2112			2112			2112			2112		
وزن العينة المدموكة	غم	1725			1840			2015			2050			2005		
الكثافة الكلية =	وزن العينة المدموكة / حجم القالب	1.869006988			1.993607454			2.183216859			2.22113874			2.172382036		
وزن الوعاء +التربة رطبة	غم	43.9	35.9	43.1	52.9	61.1	48.9	45.8	42.9	45.2	59.9	69.9	59.8	57.9	57.1	59.8
وزن الوعاء +التربة جافة	غم	42.6	34.5	41.4	51.4	59.4	43.7	42	39.9	37	53.9	62.3	55	50.5	50.3	50.8
وزن الوعاء	غم	21.9	13.4	13.6	21.8	21.9	13.6	13.7	13.3	14	22.1	21.9	22	14.3	14	13.8
وزن التربة الرطبة	غم	22	22.5	29.5	31.1	39.2	35.3	32.1	29.6	31.2	37.8	48	37.8	43.6	43.1	46
وزن التربة الجافة	غم	20.7	21.1	27.8	29.6	37.5	30.1	28.3	26.6	23	31.8	40.4	33	36.2	36.3	37
محتوي الرطوبة =		6.34			8.96			20.12			17.41			21.17		
الكثافة الجافة =	غم	1.75757663			1.829669103			1.817529853			1.891779865			1.792838191		



شكل 10 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة.

جدول 8 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

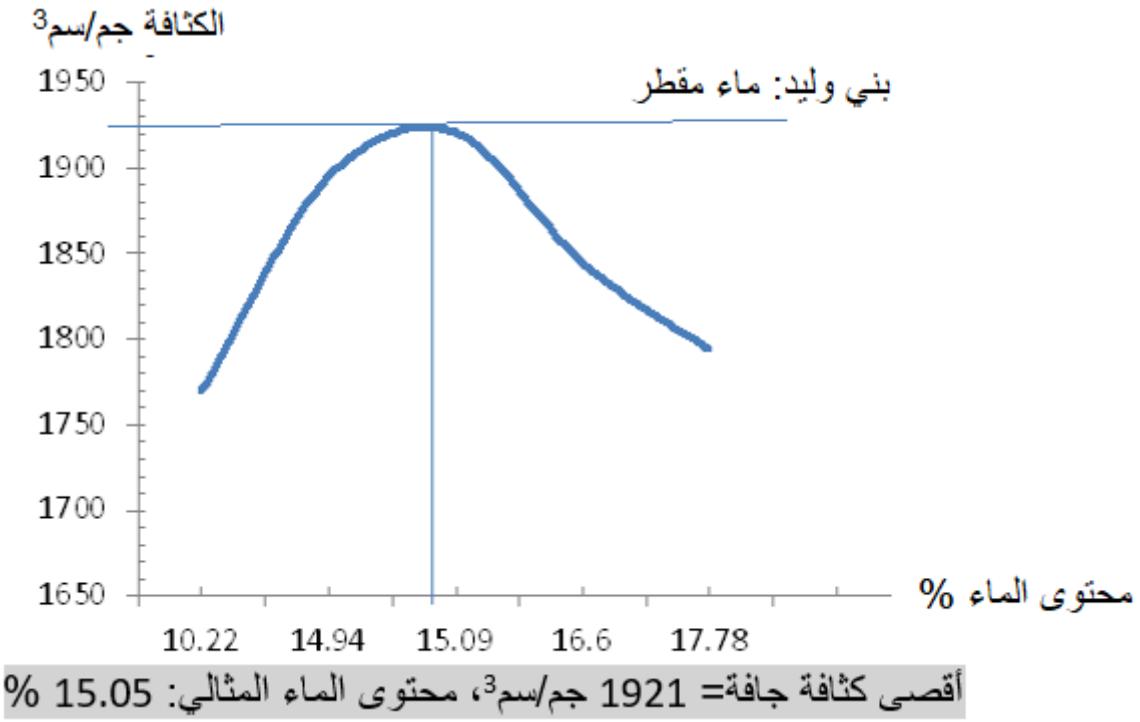
المشروع:-				الموقع: بني وليد								رقم العينة:			
وزن المطرقة: 4.54 كجم				حجم القالب : 922.95 سم								طاقة الدمك المستعملة:		28.099	كجم/متر
نوع الماء المستعمل:- ماء بحر															
رقم المحاولة		1			2			3			4			5	
وزن القالب+ العينة المدموكة	غم	3897			4117			4172			4137			4102	
وزن القالب	غم	2112			2112			2112			2112			2112	
وزن العينة المدموكة	غم	1785			2005			2060			2025			1990	
الكثافة الكلية =	وزن العينة المدموكة / حجم القالب	1.934015927			2.172382036			2.231973563			2.194051682			2.156129801	
وزن الوعاء +التربة رطبة	غم	40.4	44.7	43.4	44	50.8	53.7	94.1	92.1	84.9	67.1	73	70	57.6	72.1	69.5
وزن الوعاء +التربة جافة	غم	39.2	43.2	42	40.9	47.1	50.3	88.2	86.6	78.2	61.4	66.7	65.5	52.9	65.5	63.9
وزن الوعاء	غم	27.2	27.2	26.5	14.4	15	21.8	33.2	33.7	32.9	21.8	21.9	32.9	26.7	27.1	26.9
وزن التربة الرطبة	غم	13.2	17.5	16.9	29.6	35.8	31.9	60.9	58.4	52	45.3	51.1	37.1	30.9	45	42.6
وزن التربة الجافة	غم	12	16	15.5	26.5	32.1	28.5	55	52.9	45.3	39.6	44.8	32.6	26.2	38.4	37
محتوي الرطوبة =		9.47			11.7			11.97			12.23			16.75	
الكثافة الجافة =	غم	1.766708621			1.9448362			1.993367476			1.954960066			1.846792121	



شكل 11 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة.

جدول 9 يبين نتائج خواص الدمك للتربة

المشروع:-			الموقع: بني وليد						رقم العينة:						
وزن المطرقة: 4.54 كجم			حجم القالب : 922.95 سم						طاقة الدمك المستعملة:						
نوع الماء المستعمل:- ماء مقطر									28.099 كجم/متر						
رقم المحاولة		1			2			3			4			5	
وزن القالب+ العينة المدموكة	غم	3912			4122			4152			4097			4062	
وزن القالب	غم	2112			2112			2112			2112			2112	
وزن العينة المدموكة	غم	1800			2010			2040			1985			1950	
الكثافة الكلية =	وزن العينة المدموكة / حجم القالب	1.950268162			2.177799447			2.210303917			2.15071239			2.112790509	
وزن الوعاء +التربة رطبة	غم	59.1	58.3	56.7	65.9	69.1	55.4	53.2	55.6	62.3	68.7	61.3	65.9	69.1	69.6	59.4
وزن الوعاء +التربة جافة	غم	55	55	52.5	62.2	60	51	48.2	49.5	65.4	61.9	55.7	59.8	61	61.3	52.3
وزن الوعاء	غم	13.5	21.9	13.7	21.8	21.9	13.6	13.7	13.3	14	22.1	21.9	22	14.3	14	13.8
وزن التربة الرطبة	غم	45.6	36.4	43	44.1	47.2	41.8	39.5	42.3	48.3	46.6	39.4	43.9	54.8	55.6	45.6
وزن التربة الجافة	غم	41.5	33.1	38.8	40.4	38.1	37.4	34.5	36.2	51.4	39.8	33.8	37.8	46.7	47.3	38.5
محتوي الرطوبة =		10.22			14.94			15.09			16.6			17.78	
الكثافة الجافة =	غم	1.769432192			1.894727203			1.920500406			1.844521775			1.793844888	



شكل 12 يبين العلاقة بين الكثافة الجافه القصوى ومحتوي الرطوبة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

من خلال التجارب التي اجريت ثم التوصل الي التالي:

- تأثير نوعية الماء المستخدم على اختبار بروكنر المعدل تختلف علي حسب خصائص التربة
- قيم الكثافة الجافة القصوى تتأثر بنوعية ماء الخلط حيث يعمل نوع الماء المستعمل علي زيادة وانخفاض هذه القيم للتربة الرملية والغرينية والتي تتراوح ما بين 1.1 % الي 4 %
- تأثر قيم المحتوى الرطوبي الامثل بماء الخلط المستعمل للتربة الرملية والغرينية حيث يعمل هذا التأثير على زيادة ونقصان هذه القيمة والتي تتراوح ما بين 1.5% الى 5.5 %.

التوصيات:

- استعمال الماء المقطر في التجارب ضروري لتفادي الاخطاء والتغيرات في النتائج التي قد تحدث بسبب تغير نوعية الماء.
- عدم التسرع في الحكم علي ان الدمك الحقلي غير جيد عندما تكون قيمة الكثافة الجافه الحقلية اقل من الكثافة الجافة القصوى.
- دراسة مركبات التربة ومدى حمضية وقلوية التربة.
- دراسة تأثير المياه على أنواع ترب اخر.

المراجع

[1] lambe, T. William, ''The Engineering Behavior of Compacted Clay,'' Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 84 (SM2), 1655-1 to 1655-35, 1958.

[2] Noorany, Iraj., ''Variability in Compaction Control,'' Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 116 (7) 1133-1136, 1990

[3] Selig, Ernest, T., ''Compaction Procedures, Specifications, and Control Considerations,'' Transportation Research Record 897, 1-8, 1982

[4] Terzaghi, Karl, Peck, R.B., Gholamreza, M., Soil Mechanics in Engineering Practice, 3rd Edition John Wiley & Sons Inc., New York, New York, 1996

[5] Winterkorn, hans, F. and Fang, Hsai-Yang, Foundation Engineering Handbook, Van Nostrand Reinhold Company, New York, New York, 1975

[6] Amar Prit Singh Arora. Koushik Das. Debankar Sengupta .Joyanta Maity. ''Effect Of Sea Water On The Geotechnical Properties Of Cohesive Soil'' May.2018.

[7] Port Harcourt.,''The Effect of Salt Water on the Physical Properties, Compaction Characteristics and Unconfined Compressive Strength of a Clay, Clayey Sand and Base Course'' March, 2014.