تقييم محاجر الركام الناعم (الرمال) بمدينة مصراتة

أ.د مصباح مصطفى فلاق
كلية الهندسة، جامعة مصراتة، مصراتة-ليبيا
Engegma308@yahoo.com

م حاتم حسن الفصير
جهاز تنمية وتطوير المراكز الإدارية، مصراتة-ليبيا
mmfellagh@gmail.com

الملخص - **اكتسب الإنسان على مر السنين خبرة من خلال معايشته المباشرة لظروف المجتمع وموارده المتاحة، ومن خلال هذه الخبرة المتوارثة مارس أساليب البناء المختلفة فى الماضي مما جعل هناك تبايناً واضحاً فى المواد المستخدمة فى البناء.**

ونظرًا للتطور السريع الذى تشهده البلاد فى مجال الإنشاءات والطرق، فقد صار الإستخدام الأمثل لمواد الإنشاء فى هذين المجالين يعتبر عاملاً اقتصاديًا هامًا مما يفرض على المهندس أن يطور معرفته بالخواص الطبيعية و الميكانيكية للمواد المستعملة لاستغلالها الأمثل وأن يكون على أعلى مستوى علمي وتقنى ليساير هذا التطور السريع.

ويعتبر الركام بنوعيه أحد الأركان المهمة فى أعمال الطرق والخرسانة و الردم حيث يشغل حوالى (70 – 80) % من حجم الخرسانة تبعاً لنوعيتها، والركام فى الواقع لا يعد مادة خاملة فخواصه الطبيعية والميكانيكية وأحياناً الكيميائية يكون لها مفعولها وتأثيرها على أداء الخرسانة وجودتها، كما يمنح الركام الخرسانة فوائد ميكانيكية بالغة الأهمية ويساعد على ثباتها بدرجة أعلى ويحسّن من تحمليتها مع الزمن، بالإضافة إلى رخص تكلفة الركام مقارنة بالإسمنت.

هذه الدراسة المعملية ركزت على اخذ عينات من الركام الناعم (الرمل) من ثمانية محاجر للركام الناعم بمدينة مصراتة لتحديد الخواص الطبيعية والميكانيكية للتربة الرملية لمساعدة المهندس المصمم والمنفذ من استخدام هذه المواد الاستخدام الأمثل في أعمال الخرسانة والردم والرصف. وقد بينت الدراسة ان هناك تقارب في نتائج الاختبارات المعملية للركام الناعم من حيث التصنيف لجميع المواقع وهذا راجع إلى التقارب فى ظروف نشأة وتكوين الكثبان الرملية. كما بينت النتائج أن هناك اختلاف في مقدار زاوية الاحتكاك الداخلي ونسبة الامتصاص. بشكل عام نجد أن الركام الناعم لجميع المواقع جيد للإستخدام فى أعمال الطرق والردم والأعمال الخرسانية عدا أرضيات الخدمة الشاقة.

الكلمات المفتاحية: **محاجر، ركام ناعم، رمال، الردم، مصراتة .**

1. مقدمة

يطلق مصطلح الركام على المواد الحبيبية الصلبة التي تستخدم في أعمال الرصف وأعمال الخرسانة والتي تشمل كسر الحجارة والحصى و الرمل، كما يدخل ضمنها الركام الصناعي الناتج من المخلفات الصناعية مثل خبث الحديد واللدائن وغيرها.

يشكّل الركام حوالي (60 – 80)% من حجم الخرسانة ويساهم فى تحمل الإجهادات المختلفة المؤثرة على المنشأ الخرساني، كما يؤثّر تأثيرًا قوياً فى خواص الخرسانة ونسب خلطها وتكلفتها الإقتصادية [1].

كما يشكل الركام حوالي (70 – 75)% من الحجم الكلى لمكونات قطاع الرصف ويساهم فى تحمل الإجهادات المختلفة التي يتعرض لها الرصف من خلال وجوده في طبقاته المختلفة، إذ يستخدم الركام بتدرجات معينة لتكوين طبقات الأساس أو الأساس المساعد الحبيبية والتي قد تكون معالجة ببعض المواد الرابطة مثل الجير أو الإسمنت أو الإسفلت. كما يستخدم في الخلطات الإسفلتية المكونة للطبقات الرابطة والسطحية وكذلك في الخلطات الخرسانية في حالة الرصف الصلب [2].

ويتم الحصول على الركام المستخدم فى أعمال الإسفلت والخرسانة من مصادر طبيعية وأخرى صناعية، فالركام الطبيعي منه ما يوجد فى ترسبات طبيعية على سطح الأرض مثل الحصى والرمل الموجود فى مجارى الوديان وشواطئ البحار والأنهار، ومنه ما يتم الحصول عليه عن طريق تكسير الصخور، أما الركام الصناعي فيتم الحصول عليه من النواتج الثانوية لمصانع الحديد والصلب فى حالة خبث الحديد ومن إعادة تدوير منتجات اللدائن وغيرها [3]

تتواجد الرمال على هيئة رواسب هوائية رملية حيث تصنف هذه الرواسب من ضمن رواسب الزمن الجيولوجي الرابع، وهي تتألف من رواسب رياحية تظهر على شكل غطاءات رملية أو كثبان ساحلية. والكثبان عبارة عن تجمّعات من الرمال تتفاوت ارتفاعاتها من أقل من متر واحد إلى عشرات الأمتار ومن أهم العوامل المؤثرة فى نشأة ونمو الكثبان الساحلية:

أ- توفر الرمال حيث يعتمد تكوين ونمو الكثبان الساحلية على توفر كميات كبيرة من الرمال على الشاطئ ذات أحجام مناسبة، وتشكل المياه فى السواحل التى تنتهي إليها مصدرًا هامًا من مصادر الرواسب اللازمة لنمو هذه الكثبان، وفى منطقة الدراسة نجد أن مصدر نمو هذه الكثبان يتمثل فى الرمال التى توفرها عمليات التعرية البحرية .

ب- اتجاه الرياح السائدة فى المنطقة وعلاقتها بنوعية خط الساحل.

ت- نسبة الرطوبة الجوية التى تؤدى زيادتها إلى جعل حبيبات الرمل أكثر قدرة على مقاومة نقلها بواسطة الرياح.

ث- طبيعة حبيبات الرمال من حيث الحجم فالرمال دقيقة الحبيبات يسهل نقلها بالرياح على عكس الرمال كبيرة الحبيبات.

ج- مدى تضرّس المنطقة الساحلية وما تحتويه من عوائق تضاريسية.

وبالنسبة لمنطقة الدراسة ومن خلال الصور الجوية نجد أن الكثبان الرملية تمتد بشكل موازٍ لخط الساحل.و(شكل 1) يوضح مواقع الرواسب الهوائية الرياحية فى منطقة الدراسة [5,4].

2. استعمالات الركام الخشن والناعم

يستعمل كل من الركام الناعم والخشن في عدة أغراض أهمها:

أ. الأعمال الخرسانية:

يستعمل الركام بنوعيه في إنتاج الخلطات الخرسانية المستعملة في عمليات الإنشاء المختلفة.

ب. صناعة الطوب الإسمنتي:

حيث يستخدم الركام مع الإسمنت والماء في تصنيع الطوب الإسمنتي، وقد تضاف بعض المواد الأخرى حسب الحاجة، ويوجد عدة أنواع منه مثل طوب الإسمنت والطوب المجوّف والطوب المصمت وذلك حسب غرض الإستخدام أى قد يكون مجهز للحوائط الحاملة أو غير الحاملة.

جـ. أعمال الرصف:

يدخل الركام الناتج من الكسارات فى تكوين طبقات الرصف المختلفة، حيث يتم خلط تدرجات الركام المختلفة لتكوين طبقتي الأساس والأساس المساعد بالإضافة إلى المواد الرابطة والماء لتكوين جسمًا متماسكًا ومطابقاً للمواصفات. ويخلط كذلك مع الإسفلت الساخن لتكوين الطبقة الرابطة وكذلك طبقة الرصف السطحية.

كما يستخدم الرمل فى طبقات الأساس وذلك بعد تثبيته بالبيتومين، ولا يشكل تدرج الرمل أهمية كبيرة فى هذه الحالة والصفة الأساسية الواجب

استلمت الورقة بالكامل في 7 اغسطس 2016 وروجعت في 9 اغسطس 2016 وقبلت للنشر في 23 اغسطس 2016 ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 24 اغسطس 2016 .

توافرها هي نظافة الرمل وثباته بمعنى خواصه السطحية وشكل الحبيبة، وفى حالة عدم توافر هذه الخواص يمكن أن تخلط بحبيبات لها زوايا حادة مثل نواتج الكسارات (الكاولينا).

د. أعمال السكة الحديدية:

يستعمل الركام بنوعيه في تكوين قطاع التزليط أسفل عوارض السكة الحديدية، حيث يقوم بتوزيع الأحمال الناتجة من وزن السكة وحركة القطارات عليها توزيعًا منتظمًا علي سطح الأساس للسكة، كما يساعد على عمليات تصريف المياه وتثبيت عوارض السكة في مكانها.

هـ. تحسين خواص التربة:

يستخدم الركام في تحسين خواص بعض أنواع التربة، فالرمل يمكن أن يخلط مع التربة المراد تحسين خواصها كما انه يمكن استعمال الرمال لتكوين مرشحات الرمل (Sand Drain).أو الخنادق الحبيبية مثلاً، أما الركام الخشن فيمكن الإستفادة منه في التحسين عن طريق أعمدة الحجر (Stone Columns).

ز. أعمال البياض

يخلط في أعمال

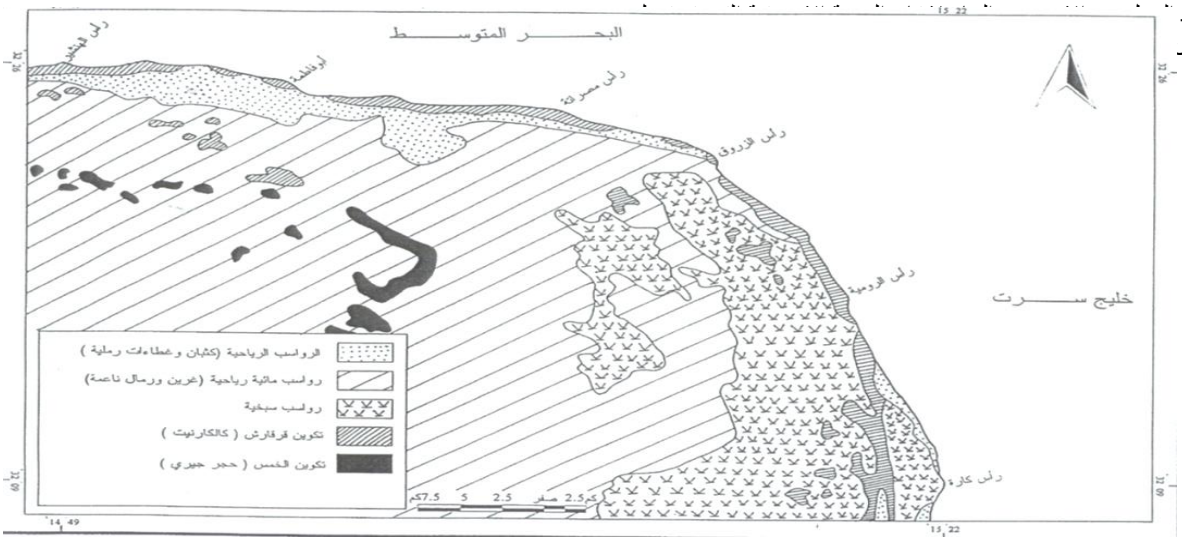
3. منطقة الدراسة وعينات الركام الناعم

تقع مدينة مصراتة على خط طول (َ15 ْ06) شرقاً ودائرة عرض (32 ْ 23) شمالاً وترتفع عن منسوب سطح البحر 15 متر وتبلغ مساحتها 71450 كيلومتر مربع، وتمتاز برتابتها المورفولوجية حيث أن الجزء الأكبر منها عبارة عن سطح مستوٍ، إلا أنه يوجد بها بعض المرتفعات التى تتكون من صخور الكالكارينيت (الهشم) والكثبان الرملية التى تعتبر أهم المظاهر الجيولوجية لمدينة مصراتة حيث كانت تعرف بـ (ذات الرمال)، وتغطّى الصخور والرواسب السبخية والمائية السطح المستوى لمدينة مصراتة [4].

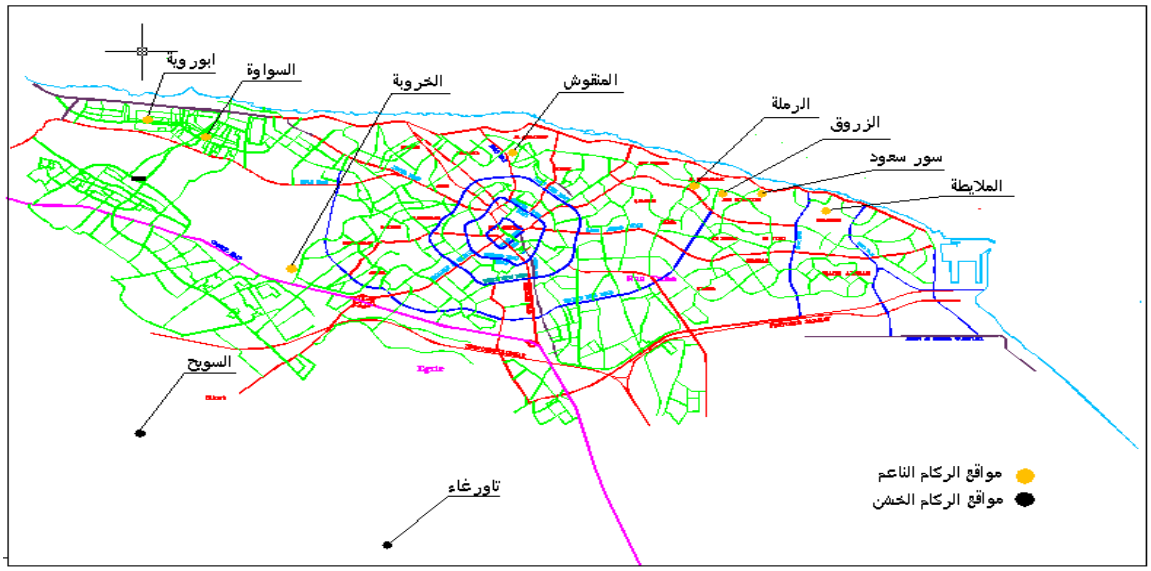
تم تجميع عدد ثمان عينات على طول الشريط الساحلي لمنطقة الدراسة وهى من الشرق إلى الغرب على الترتيب التالي:

1- الملايطة. 2- سورسعود. 3-الزروق. 4- الرملة.
5- المنقوش. 6- الخروبة. 7- السواوة. 8- أبوروية.

و(شكل 2) يوضح مواقع عينات الدراسة.



الشكل 1. يوضح مواقع الرواسب الهوائية الرياحية فى منطقة الدراسة



الشكل 2. يوضح مخطط مدينة مصراتة ومواقع تجميع عينات الدراسة

4. الاختبارات المعملية ونتائجها

انطلاقًا من أهمية الركام بنوعية واستعماله فى الأعمال الخرسانية وأعمال الطرق، ونظرًا لأهمية خواص الركام وتأثيرها الكبير فى خواص الخرسانة وطبقات الرصف المختلفة تمّ تحديد مواصفات للركام المستعمل فى الخرسانة وللركام المستعمل فى أعمال الطرق، وبناءًا على هذه المواصفات تم تحديد عدد من الإختبارات المعملية التي تعطى قيم لخواص الركام ومن ثم مقارنتها بهذه المواصفات لتحديد مدى صلاحية هذا الركام والوصول إلى الإستعمال الأمثل له. ومن أهم هذه الإختبارات المعملية التي أجريت ما يلي:

أ. اختبار التحليل المنخلي (Sieve Analysis Test)

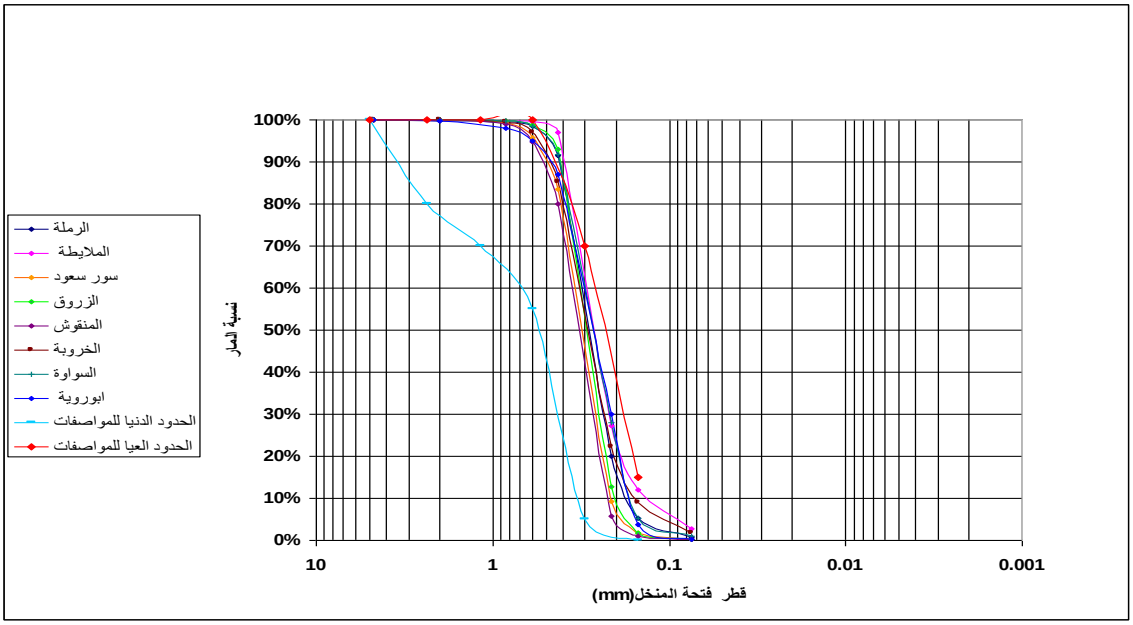
يهدف هذا الإختبار إلى تحديد التوزيع الحجمى لحبيبات الركام، وتحديد التدرج للمواد المستعملة من أجل مقارنة هذا التدرج بالمواصفات كما أنها تعطى معلومات تساعد فى ضبط جودة منتجات الركام المختلفة. ويتم من هذا الإختبار تحديد قيمة كل من معاير النعومة ومعامل الإنتظام ومعامل الإنحناء للركام، وكذلك المقاس الإعتبارى الأكبر للركام وتصنيف عينات الركام. أجرى هذا الإختبار لعينات الركام الناعم، وتم أخذ 500 جرام كوزن كلى للعينة لجميع عينات الركام الناعم حسب المواصفة (ASTM D422 –). و(شكل 3) يوضح النتائج المعملية المتحصل عليها من اختبار التدرج الحبيبي:

ب. اختبار تحديد الوزن النوعى ونسبة الامتصاص (Specific Gravity and Absorption Test):

يحدّد هذا الإختبار الوزن النوعى المشبع والظاهرى والجاف، ويستعمل الوزن النوعى لحساب الحجم الذي يشغله الركام فى مختلف الخلطات الخرسانية أو الإسفلتية، ويستعمل الوزن النوعى لحساب نسبة الفراغات للركام. هذا وتستعمل نسبة الإمتصاص لبيان كمية الماء الذى يمتصها الركام. أجرى هذا الإختبار لعينات الركام الناعم حسب المواصفة (ASTM – D854). و(جدول 1) يوضح النتائج المتحصل عليها من هذا الإختبار.

جـ. اختبار إيجاد كمية المواد الناعمة المارة من منخل رقم 200 بواسطة الغسيل (Determination Of Fine Materials):

يحدد هذا الإختبار كمية المواد الناعمة التي تمر من منخل رقم 200 (0.075 ملم) بطريقة الغسيل، حيث تغسل في هذه التجربة الأجزاء الطينية والأجزاء الأخرى، وتنفصل هذه المواد عن المواد الخشنة بشكل أكثر فاعلية من الفصل بطريقة التحليل المنخلي الجاف، ويجري هذا الإختبار قبل إجراء اختبار التدرج الحبيبي المذكور سابقاً. أجرى هذا الإختبار لعينات الركام الناعم حسب المواصفة (ASTM - C117) و(جدول 2) يوضح النتائج المعملية التي تم الحصول عليها:



شكل 3. يوضح مقارنة تدرجات الركام الناعم مع الحدود الدنيا والعليا للمواصفات

جدول 1. يوضح قيم الوزن النوعى ونسبة الامتصاص للركام الناعم

اسم الموقع	الوزن النوعى جاف (Gsd)	الوزن النوعى المشبع جاف السطح (Gssd)	النسبة المئوية للامتصاص (%)
الملايطة	2.659	2.69	1.18
سورسعود	2.636	2.667	1.13
الزروق	2.649	2.678	1.08
الرملة	2.646	2.678	1.19
المنقوش	2.625	2.643	0.68
الخروبة	2.592	2.621	1.07
السواوة	2.629	2.654	0.98
أبورويّة	2.65	2.67	0.62

د. اختبار العلاقات الحجمية الكتلية (Volumetric Weight)

يحدّد هذا الاختبار وحدة الوزن والفراغات للركام، وتستعمل وحدة الوزن من أجل اختبار نسب الخلط في الخلطات الخرسانية. كما تستعمل لإيجاد العلاقة بين الكتلة والحجم لتسهيل عملية تحويل الكتلة إلى حجم وبالعكس في اتفاقيات الشراء. ويستعمل هذا الإختبار لتحديد نسبة الفراغات. أجرى هذا الاختبار لعينات الركام الناعم حسب المواصفة (ASTM - C29) و(جدول 3) يوضح النتائج المعملية التي تم الحصول عليها:

هـ. اختبار القص المباشر (Direct Shear Test)

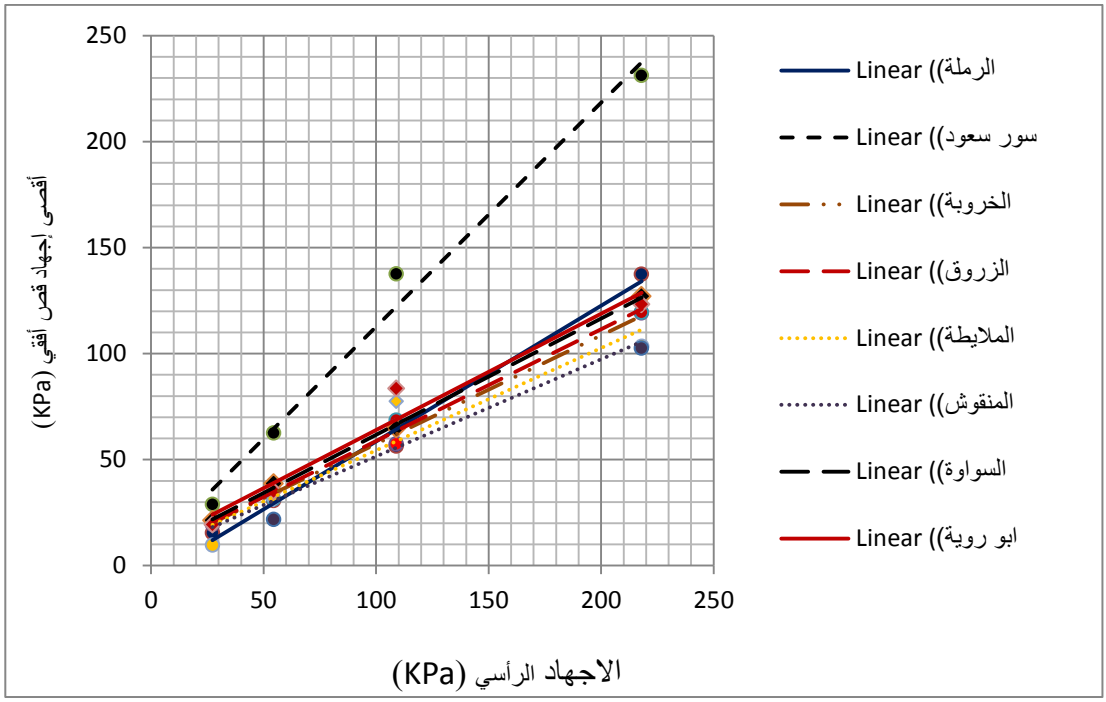
يجري هذا الإختبار لمعرفة مدى مقاومة التربة للقص والمتمثل في ايجاد قيمة التماسك وقيمة زاوية الإحتكاك الداخلي، وعند إجراء هذا الإختبار تم أخذ الكثافة الجافة 1.8 جم/سم^3 والمحتوى المائي الأمثل 12% التى تم الحصول عليها من دراسات سابقة [6]. أجرى هذا الإختبار لعينات الركام الناعم حسب المواصفة (ASTM - D3080) و(شكل 4) يوضح النتائج المعملية المتحصل عليها:

جدول 2. يوضح نتائج اختبار نسبة كمية المواد المارة من منخل 200 للركام الناعم

اسم العينة	وزن العينة جافة(gm)	وزن العينة جافة بعد الغسيل (gm)	نسبة المواد الناعمة(%)
الملايطة	300	285.26	4.91
سورسعود	300	298.80	0.40
الزروق	300	295.00	1.67
الرملة	300	294.54	1.82
المنقوش	300	297.74	0.75
الخروبة	300	292.32	2.56
السواوة	300	297.52	0.83
أبورويّة	300	289.04	3.65

جدول 3. يوضح نتائج اختبار العلاقات الحجمية للركام الناعم

اسم العينة	وحدة أوزان التربة جافة (KN/m^3)	وحدة أوزان التربة مشبعة (KN/m^3)	نسبة الفراغات
الملايطة	16.24	19.52	0.51
سورسعود	15.76	19.15	0.52
الزروق	17.39	20.70	0.51
الرملة	16.24	19.67	0.54
المنقوش	16.28	19.62	0.52
الخروبة	16.45	19.36	0.43
السواوة	15.25	18.78	0.56
أبورويّة	16.95	20.28	0.52



شكل4. العلاقة يبين الإجهاد الرأسى والإجهاد الأفقى للعينات المختبرة

و. اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR Test):

يحدّد هذا الإختبار نسبة قوة تحمل كاليفورنيا للتربة ولطبقات ما تحت الأساس للطرق بفحص عينات معملية مدموكة. ويعبر هذا الإختبار عن الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة فى عينة التربة بمعرفة المحتوى المائي والكثافة، وعند إجراء هذا الإختبار تم أخذ المحتوى المائي الأمثل 12% الذى تم الحصول عليه من دراسات سابقة [6]. ويعطى هذا الإختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون مشبعة بالماء. أجرى هذا الإختبار لعينات الركام الناعم حسب المواصفة (ASTM - D1883) و(شكل 5) يوضح النتائج المعملية المتحصّل عليها.

5. تجميع وتحليل و مناقشة النتائج

فى هذا البند تم تجميع وتحليل ودراسة النتائج المعملية المتحصل عليها والتى وردت فى البند السابق؛ وذلك من خلال مقارنتها بالمواصفة القياسية الليبية "م ق ل 49-2002" ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية [7].

وكما ورد ذكره فى البند الثاني حول استخدام الركام فى كل من الأعمال الخرسانية والترابية وأعمال الطرق. سيتم مقارنة النتائج بالمواصفات القياسية الخاصة بأعمال الطرق.

أ. التدرج الحبيبى والوزن النوعى ونسبة الامتصاص للركام الناعم:

لأجل عملية المقارنة تم تجميع النتائج المعملية للاختبارات الثلاث وأدرجت النتائج في (جدول 4). من النتائج المتحصل عليها و المدرجة بالجدول 4 يمكن التوصل الى النتائج التالية:

1. تمّ تصنيف جميع عينات التربة حسب النظام العالمي الموحد على أساس تربة رملية فقيرة التدرج (SP) وعند التصنيف بنظام الآشتو وجد أن جميع العينات صنفت على أساس تربة رملية ناعمة (A-3) .
2. معامل الانتظام يتراوح ما بين 1.41 الى 2.21 وهذا يدل على ان التربة منتظمة التدرج[8] ويمكن استخدامها كمواد أولية فى عملية البناء وأعمال الخرسانة نظرًا لنظافتها وخلوها من المواد الطينية والعضوية، ويمكن استخدامها أيضا فى عمليات الردم خلف السدود الخرسانية نظرًا لنفاذيتها الجيدة [9].
3. نسبة المواد الناعمة لجميع العينات تقع ضمن المواصفات القياسية الليبية رقم 49 التى تنص على أن نسبة المواد الناعمة لا تزيد عن 4% باستثناء موقع الملايطة والذى يتعدى المواصفة بمقدار 0.9%، وبالتالي فإن جميع العينات يمكن استخدامها فى الأعمال الخرسانية.
4. نسبة الامتصاص تتراوح من 0.62% الى 1.19% وبمقارنة هذه النتائج مع المواصفات القياسية الليبية رقم 49 التى تنص على أن نسبة الامتصاص لا تزيد عن 3% نستنتج أن جميع العينات تقع ضمن المواصفات
5. الوزن النوعى المشبع جاف السطح يتراوح ما بين 2.621 – 2.678 وبمقارنة هذه النتائج مع المواصفات القياسية الليبية رقم 49 والتى تنص على أن والوزن النوعى المشبع جاف السطح (Gssd) يقع ضمن (2.5 – 2.7)، نستنتج أن جميع العينات تقع ضمن المواصفات.
6. وبمقارنة النتائج المتحصل عليها لنسبة المار من المناخل المستعملة مع حدود المواصفات القياسية الليبية رقم 49 نستنتج أن التدرج للعينات الثمانية تقع ضمن حدود مواصفات التدرج الناعم، وهذا التدرج غير صالح للإستخدام فى أرضيات الخدمة الشاقة.

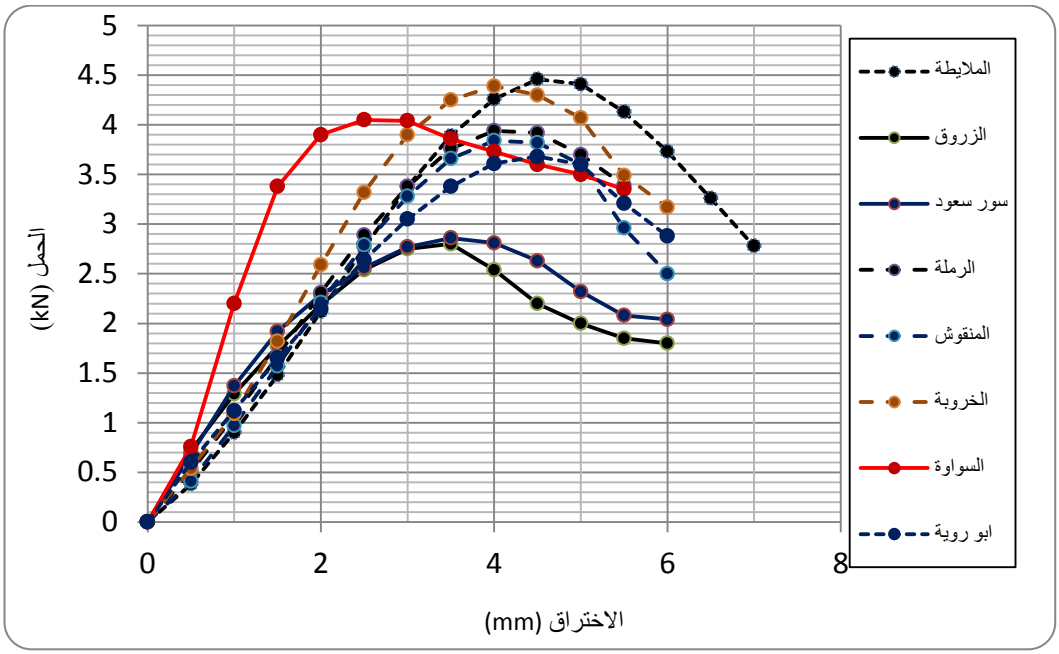
ب. اختبار القص المباشر:

جمعت نتائج اختبار صندوق القص المباشر لتحديد معاملات قوة القص والمتمثلة في زاوية الاحتكاك الداخلي وقوة التماسك وأدرجت النتائج في (جدول 5). من النتائج الموضحة فى الجدول 5 نجد أن قيمة قوة التماسك تساوى الصفر لجميع العينات ويدل ذلك على أن العينات رملية عديمة التماسك. بينما نجد أن قيمة زاوية الإحتكاك الداخلى تتراوح من 25 الى 31.5 درجة، وتعتبر هذه النتائج متقاربة وجيدة من حيث مساهمتها فى عملية مقاومة القص للتربة تحت تأثير الأحمال الواقعة عليها من مختلف المنشآت.

جـ. نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR):

من المعلوم أن هذا الإختبار من الإختبارات الهامة التى تجرى على الركام الناعم لأنه يعطى وصف مبدئى لمقاومة الركام للأحمال المسلطة عليه، حيث أنه كلما زادت نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) دل ذلك على زيادة مقدار قوة تحمل التربة، والجدول 5 يوضح نسبة تحميل كاليفورنيا لعينات الركام الناعم. حيث بينت النتائج أن عينة السواوة هى أكبر تحملية

من العينات الأخرى يليها موقع الخروبة، وأن باقي العينات متقاربة التحملية، وحيث أن أغلب قيم نسب تحمل كاليفورنيا أكبر من 20% وبالتالى يمكن استخدامها بطبقة الأساس والأساس المساعد.



شكل 5. يوضح العلاقة بين الحمل والإختراق للعينات المختبرة

جدول (4) يوضح نتائج اختبار التدرج والامتصاص والوزن النوعى

العينة	نسبة المواد الناعمة (%)	معامل الإنتظام	معامل النعومة	التصنيف حسب النظام الموحد	التصنيف حسب نظام الاشتو	الوزن النوعى (Gssd)	نسبة الامتصاص (%)
الملايطة	4.91	2.21	2.62	SP	A-3	2.69	1.18
سورسعود	0.4	1.44	3.10	SP	A-3	2.667	1.13
الزروق	1.67	1.51	2.94	SP	A-3	2.678	1.08
الرملة	1.82	1.88	2.85	SP	A-3	2.678	1.19
المنقوش	0.75	1.41	3.19	SP	A-3	2.643	0.68
الخروبة	2.56	1.99	2.85	SP	A-3	2.621	1.07
السواوة	0.83	1.79	2.76	SP	A-3	2.653	0.98
أبورورية	3.56	1.76	2.86	SP	A-3	2.67	0.62

جدول (5) زاوية الإحتكاك وقوة التماسك ونسبة CBR لعينات الركام الناعم

اسم العينة	قوة التماسك	زاوية الإحتكاك (درجة)	CBR (%)
الملايطة	0	30	23.63
سورسعود	0	31	20.23
الزروق	0	28	19.29
الرملة	0	31	22.72
المنقوش	0	25	22.73

المراجع

[1] أ.د.إبراهيم على الدرويش، د.عبدالوهاب محمد عوض، "الخلطات الخرسانية"، دار الراتب الجامعية، بيروت لبنان.

[2] د.محمد عمران امبارك، د.محمد خليفة على، "هندسة الرصف"، الطبعة الأولى، منشورات مكتب البحوث والإستشارات الهندسية، 2003-2004 ف.

[3] د. روحى لطفى الشريف، "تصميم وإنشاء وصيانة رصفات الطرق الإسفلتية"، مطابع الإيمان، عمان الأردن، 1993ف.

[4] عمر امحمد على اعنيبة، "جيومورفولوجية ساحل مصراتة فيما بين رأس الهنشير ورأس كارة"، كلية الآداب مصراتة، قسم الجغرافيا، رسالة ماجستير (غير منشورة)، 2007ف.

[5] خريطة ليبيا الجيولوجية 250000:1 - لوحة الخمس ش ذ (33 – 14) الكتيب التفسيرى، مركز البحوث الصناعية، طرابلس ليبيا، 1975ف.

[6] ماجدة على المصرى، نجوى بشير التاجورى، "تحسين خواص التربة الرملية الناعمة لإستعمالها فى عمليات التعلية والطبقة النهائية للردم"، كلية الهندسة مصراتة، قسم الهندسة المدنية، مشروع تخرج، ربيع 2006.

[7] الهيئة القومية للبحث العلمى ليبيا، المركز الوطنى للمواصفات والمعايير القياسية، المواصفة القياسية الليبية "م ق ل 49-2002" ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

[8] Fundamentals of Geotechnical Engineering By Braja M.Das, 2005.

[9] Soil Properties Testing, Measurement and Evaluation By Cheny Liu and Jack B. Evett, 1984.