مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (29) العدد (4) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Sciences Series Vol. (29) No. (4) 2007

الخواص الجيوتقنية للصخور الكلسية الحوارية في منطقة منبج شمال حلب

نهاد بهوي*

(تاريخ الإيداع 4 / 6 / 2007. قُبِل للنشر في 2007/7/30)

□ الملخّص □

تُعدّ الصخور الكلسية الحوارية من الصخور الرسوبية. يمثل الحوار الصخر النقي والطري، ويتكون من البقايا العضوية مثل الكوكوليت والمنخربات بشكل رئيس، تصل فيه نسبة كربونات الكالسيوم إلى أكثر من 90% ويوجد عادة على شكل طبقات ثخينة. تعدّ الكربونات من الفلزات الفعالة كيميائيا" وتتميز بخاصتين هما الطراوة والقابلية للانحلال بالماء، الأمر الذي يؤثر سلبا" في خواص الصخور الجيوهندسية عند استخدامها كمواد بناء في الردميات أو عند التأسيس عليها. يعرض البحث نتائج الاختبارات المنفذة من قبل الباحث على عينات تم جمعها من شمال سورية. شملت التجارب تحديد الوزن النوعي، والكثافة، والمسامية، ومقاومة الصخور للقص والكسر.

الكلمات المفتاحية: الصخور الكلسية الحوارية، الخواص الجيوتقنية، التجارب المخبرية.

*أستاذ مساعد، قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة دمشق– دمشق– الجمهورية العربية السورية.

Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Sciences Series Vol. (29) No. (4) 2007

The Chalky Limestone Geotechnical Properties in the Manbuj Area to the North of Aleppo

Nihad Bahwi *

(Received 4 / 6 / 2007. Accepted 30/7/2007)

□ ABSTRACT □

The chalky lime stones are sedimentary rocks. Chalk is a pure, soft, well-jointed limestone composed primarily of the calcareous remains of microorganisms called coccoliths and foraminifera. Pure white chalk contains more than 90% $CaCO_3$ and is usually found in thick beds. Carbonates are chemically reactive; they are soft and soluble in water that influences their engineering performance both as rock materials and as bedrock under the foundations. However, this paper describes the results of laboratory experiments on the different specimens of the chalky lime stones collected from the north of Syria.Their specific gravities, dry and saturated densities and porosity were determined. The porosity increased and the dry densities decreased. Furthermore, the internal angel of friction decreased with increasing porosity. The unconfined compressive strength, shear strength and related properties were also determined.

Key Words: The chalky limestone, Geotechnical properties, The laboratory experiments.

* **Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Damascus University, Damascus, Syria.**

المقدمة:

تتألف الصخور الكربوناتية بشكل رئيس من فلزات الكالسيت والدولوميت وأنواع مختلفة أخرى بالإضافة إلى الآراغونيت والسيدريت. تتميز الصخور الكربوناتية بفعاليتها الكيميائية وسهولة إعادة تبلورها، وتنوع مصادر المنشأ (Fookes and Higginbottom,1975), وهذا يترتب عليه صعوبة في الوصف البتروغرافي وتمييز فلزات الصخور الكربوناتية المختلفة (Harben, 1996).

يعرف الحوار على انه صخور بيضاء ناعمة الحبيبية أو ميكريتي و يتألف من كربونات الكالسيوم بنسبة 97.5 إلى 98.5%، ويظهر الفحص المجهري احتوائها على المنخربات. تشكلت توضعات الحوار في بحار قارية حارة لم يتجاوز عمقها بضعة مئات من الأمتار.

تتعلق قرينة المواصفة النوعية للصخور RQD بمقاومة الكتل الصخرية السليمة، وباتجاهات الشقوق والمسافات الفاصلة بينها وبالشروط الهيدروجيولوجية السائدة بالمنطقة (Bieniawski,1979). ويعرض بعض المختصون مقترحات في الوصف والتصنيف للصخور الحوارية في الموقع(*Bowden et al,l2002).*

يتمحور الاهتمام الجيوهندسي بقابلية الصخور الكربوناتية للانحلال بالماء، مما يؤثر على مواصفاتها الجيوتقنية، حيث تتبنى لجنة الجمعية الدولية للجيولوجيا الهندسية IAEG المعايير المقترحة لتصنيف الصخور الكربوناتية التي تحوي أكثر من 50% كربونات الكالسيوم $caco_3$ (Burnett, 1979).وقد أجملت الأبحاث الأحدث تصنيف الصخور الكربوناتية اعتماداً على خواصها الجيوتقنية (Derman, 1981).

أهمية البحث وأهدافه:

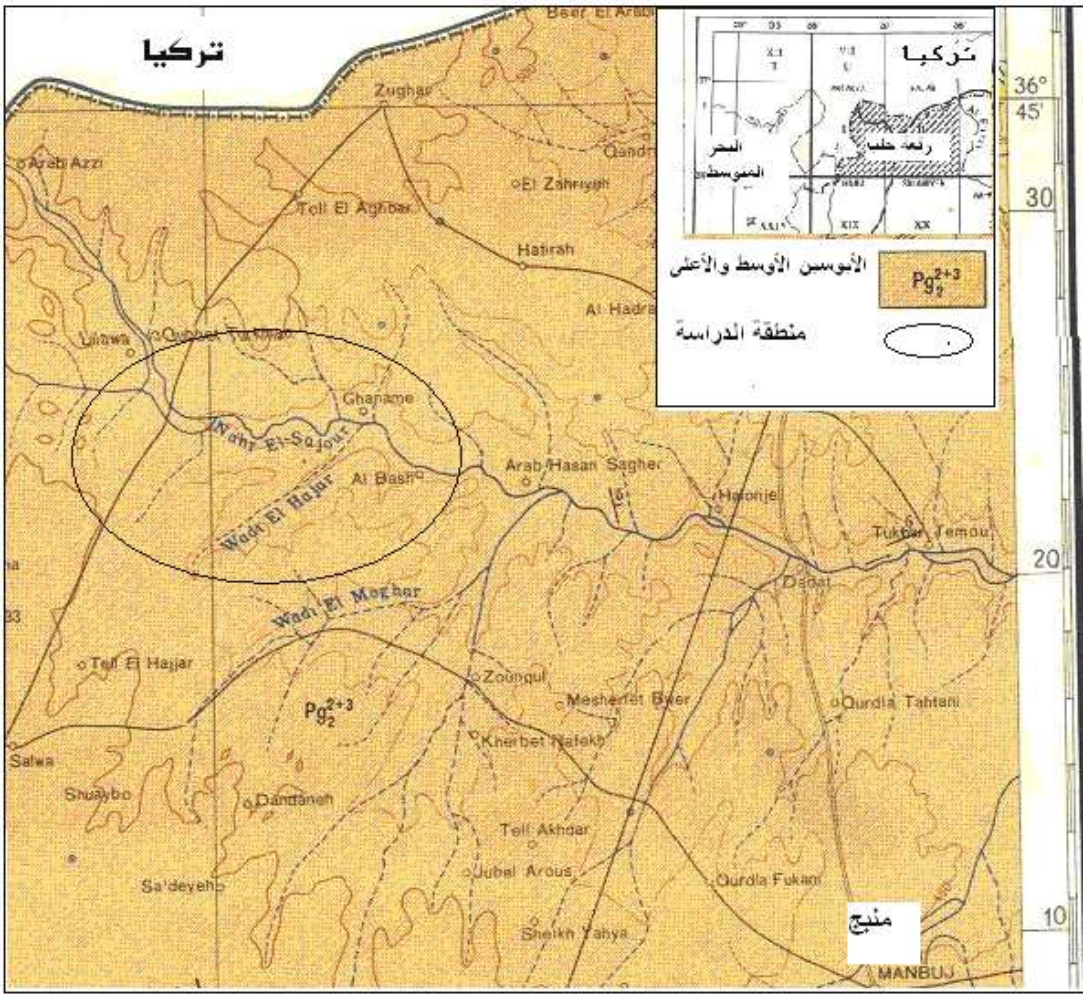
يهدف البحث إلى دراسة الخواص الجيو تقنية للصخور الكلسية الحوارية في منطقة شمال حلب.

طريقة البحث ومواده:

يعود عمر الصخور الكلسية الحوارية في المنطقة المدروسة إلى الإيوسين (الباليوجين الأوسط Pg_2) حيث يتحول الحجر الكلسي الأبيض بالمناطق الغربية إلى حجر كلسي أبيض مصفر– غضاري، وتكون الطبقات الكلسية الثخينة العلوية متعاقبة مع الحوار بالجزء الأعلى، وهذا الحوار طري ذو حبيبية ناعمة جدا" ويحتوي على المنخربات بنسبة 10– 15% من الكلس التجمعي. تبلغ ثخانة هذه الطبقات نحو 45 م وهي تزداد وتتطور بالمنطقة الواقعة جنوب خط حلب – الباب – خط سلمى.

تم جمع العينات من شمال سورية – محافظة حلب الشكل (1) من التكشفات الطبيعية و لباب السبور المنفذة، مع التركيز على الصخور الكلسية الحوارية الطرية(Soft rocks).

حفظت العينات اللبابية بالشمع، ونقلت مع المحافظة على سلامتها إلى المخبر المختص، حيث أجريت عليها التجارب الفيزيائية والميكانيكية المختلفة لتحديد مواصفاتها الجيوتقنية مثل الوزن النوعي والكثافة الجافة. كما نفذت تجارب القص المباشر على الصخور، وكسرت العينات تحت المكبس بالضغط وحيد المحور غير المحصور بالحالة الجافة والمشبعة. وتمت معالجة النتائج ورسم المنحنيات المختلفة باستخدام برنامج المعالجة الإحصائية (Statistica).



الشكل (1) خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة (الخريطة الجيولوجية – رقعة حلب)

لوحظ أثناء تنفيذ السبور الاستكشافية وجود هبوط في إثناء الحفر على أعماق مختلفة، الشيء الذي يدل على تطور جيوب الانحلال في تلك الأعماق، وبالخصوص على سطح التماس بين الصخور النفوذة القاسية(الحجر الكلسي) والصخور الطرية ضعيفة النفوذية(صخر كلسي حواري) الشكل(2).

تتميز الصخور الحوارية عن الصخور الكلسية بتماسكها الضعيف، و مساميتها العالية، وبانخفاض مردود اللباب الصخري المستخرج في عمليات الحفر الميكانيكية الشكل (3).

الشكل(2) عمود ليتولوجي يبين التتابع الطبقي وجيوب الانحلال التي تم كشفها في أثناء الحفر

الشكل (3) صندوق اللباب يبين عينات الصخور الكلسية الحوارية المشوهة

ظاهرة الكارست جلية للعيان على السطح في المنطقة، وتؤدي إلى ضياع المياه أو نقلها إلى المناطق الجنوبية كالباب ومنبج مثلاً. ترتبط ظواهر الكارست في المنطقة بنطاقات التخلعات التكتونية، وبالشقوق الكبيرة في الصخور. بعض هذه الحفر فارغ و بعضها الآخر مليء بالغضار الشكل (4). يرجح أن مياه الأمطار السبب الرئيس في تكوين هذه الحفر وذلك لأن معظمها يقع فوق منسوب المياه الجوفية بالمنطقة.

الشكل (4) بعض الحفرالكارستية في المنطقة

النتائج والمناقشة:

يتضمن الجدول (1) نتائج التجارب المخبرية التي تم تنفيذها على العينات الصخرية المحضرة من منطقة الدراسة وعددها الإجمالي 68 عينة.

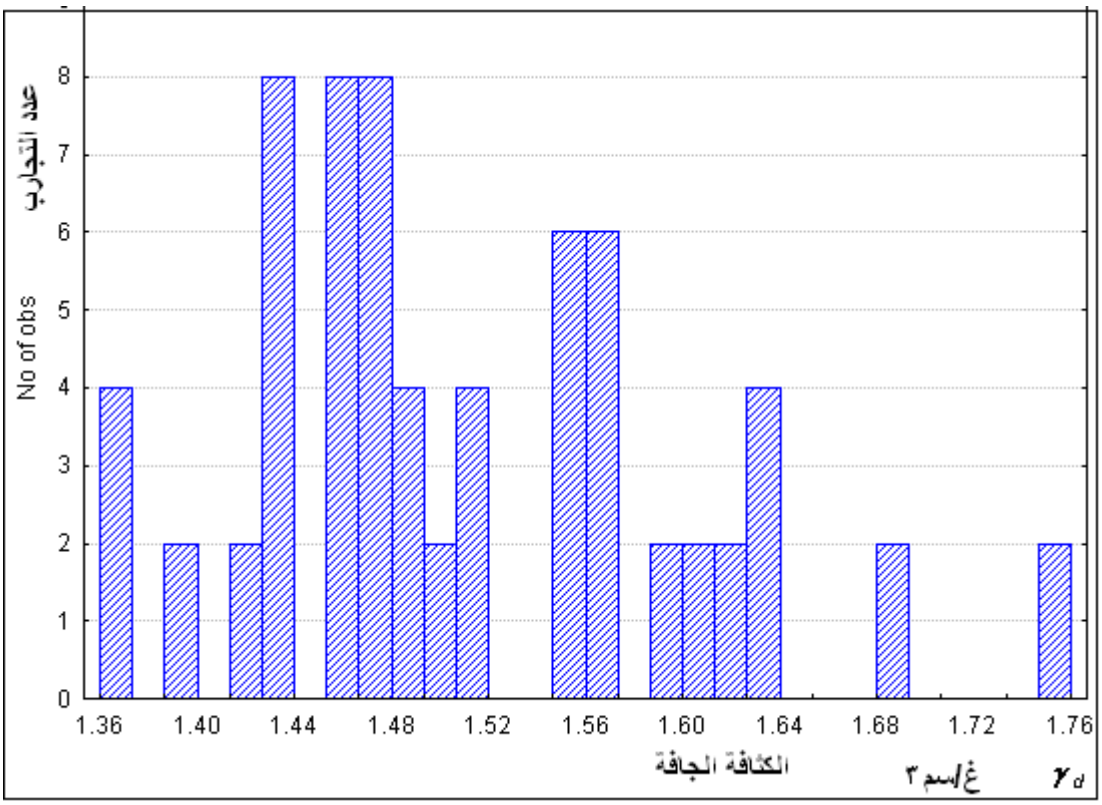
الجدول (1) نتائج التجارب المخبرية المنفذة

الخواص الفيزيامیكانيكية للصخور	القيمة العظمى	القيمة الدنيا	المتوسط $\overline{\chi}$	الانحراف المعياري The Standard deviation (s)	عامل التشتت % s/ $\overline{\chi}$
الكثافة الجافة γ_d غ/ سم^3	1.76	1.36	1.51	0,09	5,96
التماسك كغ/ سم^2	0,88	0,08	0,41	0,29	70,73
زاوية الاحتكاك الداخلية Ψ^o	40	14	25,3	7,57	29,92
المقاومة للكسر في الحالة الجافة كغ/ سم^2	75	9	36,5	17,8	48,88
المقاومة للكسر في حالة التشبع كغ/ سم^2	17	2	7,5	4,2	56,00
عامل الارتخاء R_{sat}/R_c	0.23	0.22	0,192	0,197	102,604
المسامية n%	50	35	44	3,39	7,70

أ- الوزن النوعي والكثافة الجافة والمسامية:

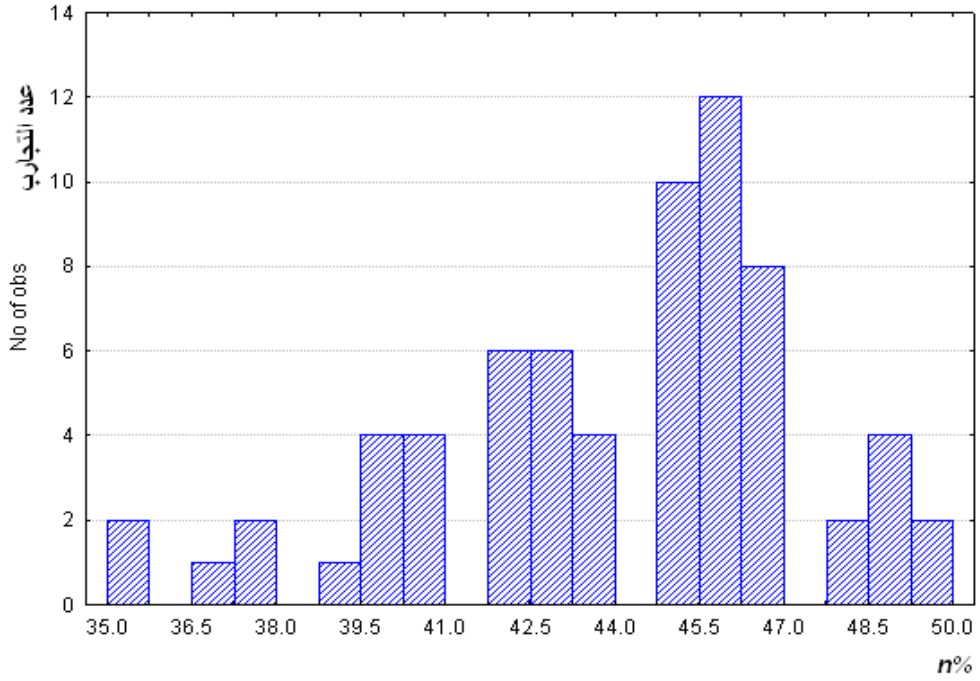
تم تحديد الوزن النوعي والكثافة الجافة والرطوبة الطبيعية لجميع العينات. وقد تراوحت قيم الوزن النوعي للحوار بين 2,69 إلى 2,72 غ/ سم^3 وقيم الكثافة الجافة γ_d بين 1,36 و 1,76 غ/ سم^3 الشكل (5).

ويمكن تصنيف الصخور وفق الشكل (5)إلى صخور ضعيفة جدا" وكثافتها الجافة أقل من 1,5 غ/ سم ^{3} ، مما يشير إلى كونها ذات مسامية مرتفعة وقابلية عالية للانضغاط والتشوه، وصخور ضعيفة تتراوح كثافتها الجافة بين 1,5 و 1,6غ/ سم^3، وصخور جيدة كثافتها الجافة أكبر من 1,6غ/ سم^3 (يعكس انخفاضاً في المسامية وتدنياً في قابلية الصخور للانضغاط والتشوه).

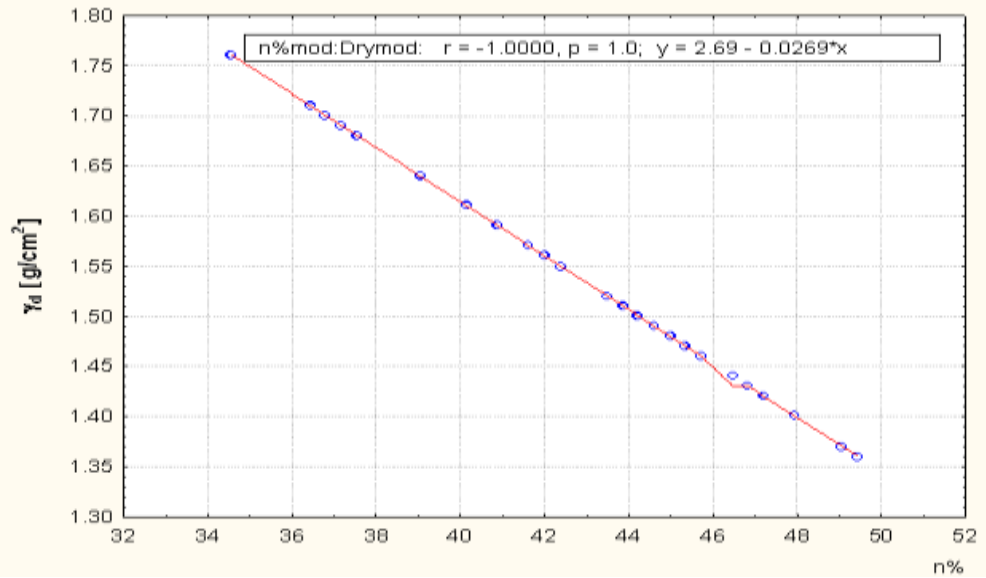


الشكل (5) شكل يبين التوزيع التكراري الإحصائي للكثافة الجافة γ_d

تتراوح مسامية الصخور المختبرة n% بين 35% و 50 %، مما يجعل هذه الصخور تندرج تحت اسم الصخور المسامية. ويبين الشكل (6) مسامية الصخور المدروسة، كما يظهر الشكل (7) العلاقة العكسية بين المسامية والكثافة الجافة، وهي علاقة منطقية.



الشكل (6) التوزيع التكراري لمسامية الصخور المدروسة

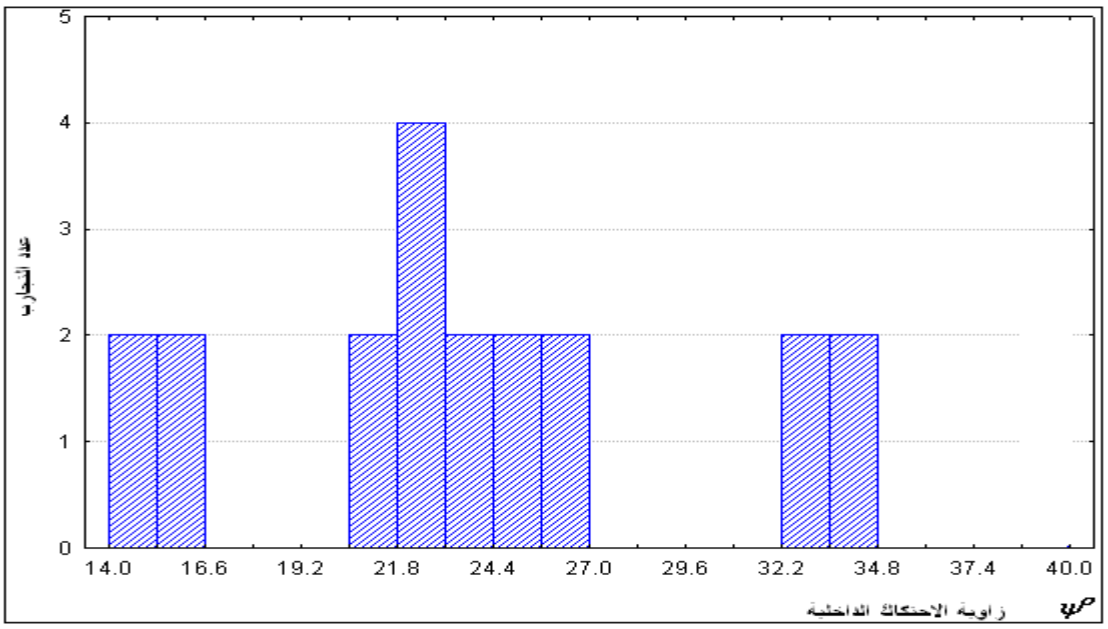


الشكل (7) العلاقة العكسية بين المسامية والكثافة الجافة

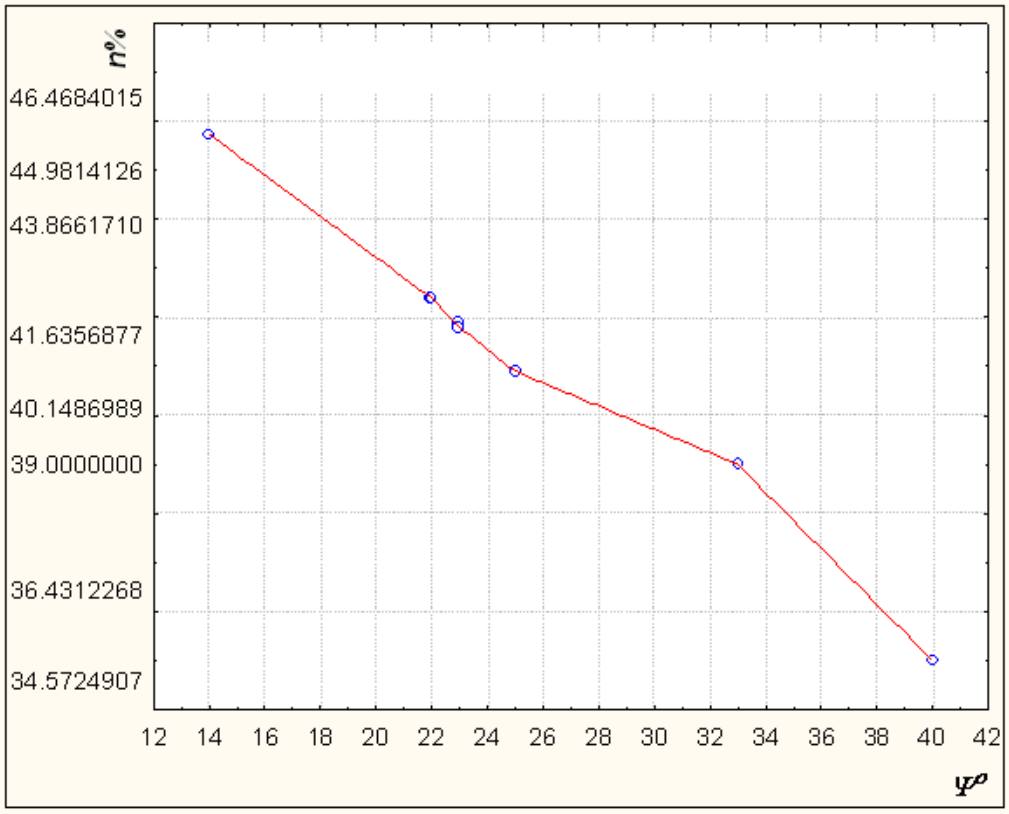
ب – تجارب القص:

أجريت تجارب القص البسيط على العينات المحضرة من اللباب الصخري، وقد أعطت التجارب قيما" لزاوية الاحتكاك الداخلية تراوحت بين 14 و 40 درجة الشكل(8)، وهو ما يبيّن وجود ثلاثة أنواع من الصخور الكلسية الحوارية. الأول حوار رخو يتصرف مثل الغضار زاوية احتكاكه الداخلية أقل من 16 درجة، والنوع الثاني حوار تتراوح زاوية احتكاكه الداخلية بين 20 و27 درجة، والنوع الثالث زاوية احتكاكه الداخلية بين 32 و35 درجة.كما يبين الشكل (9) العلاقة العكسية بين المسامية وزاوية الاحتكاك الداخلية .

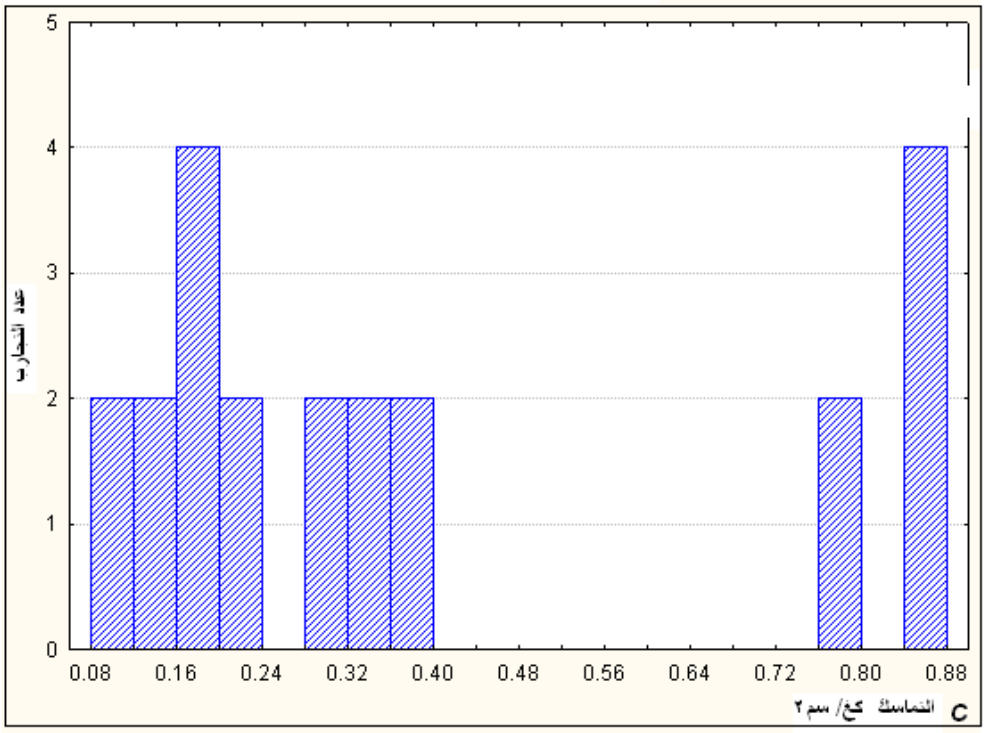
يظهر الشكل (10) وجود ثلاث مجموعات من الصخور. المجموعة الأولى وهي حوار رخو يتراوح تماسكه بين 0,08 و 0,24 كغ/ سم^2، والمجموعة الثانية حوار يتراوح تماسكه بين 0,25 و 0,4 كغ/ سم^2، والمجموعة الثالثة حوار تماسكه أكبر من 0,75 كغ/ سم^2 .



الشكل (8) التوزيع التكراري لزاوية الاحتكاك الداخلية في الصخور المدروسة



الشكل (9) العلاقة العكسية بين المسامية وزاوية الاحتكاك الداخلية φ°



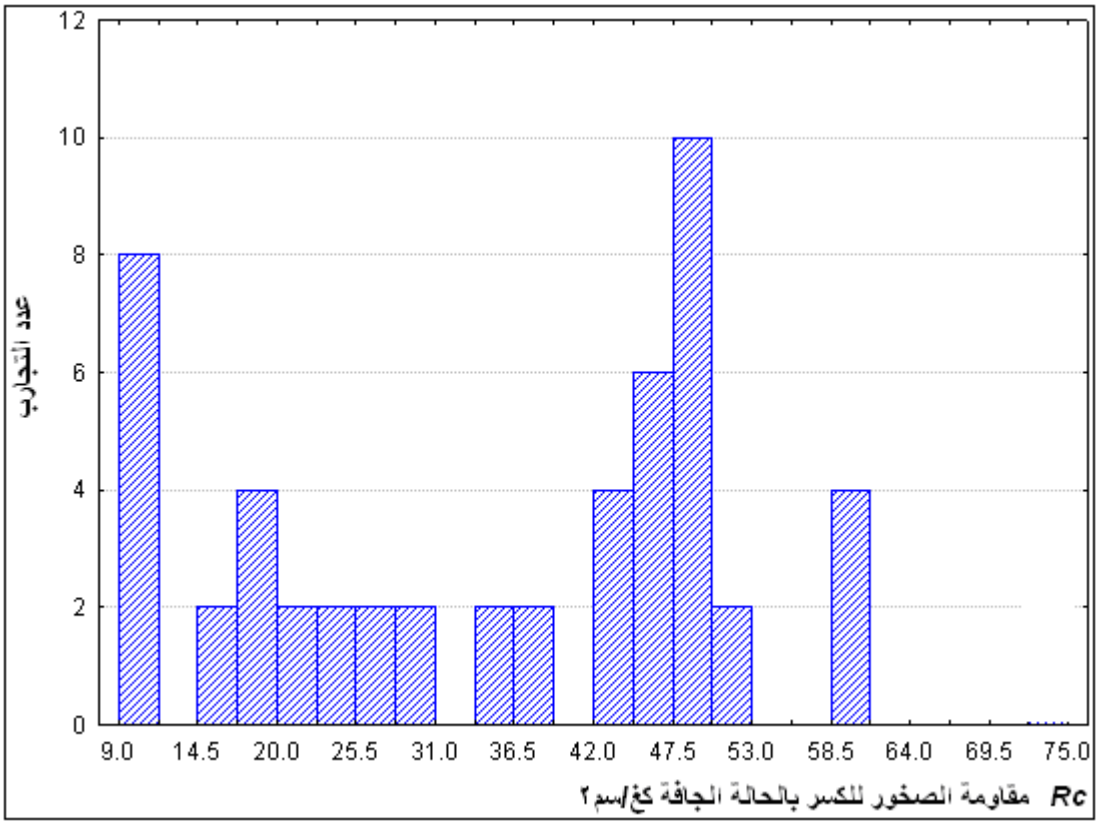
الشكل (10) التوزيع التكراري لتماسك الصخور المدروسة

ج- مقاومة الصخور للكسر:

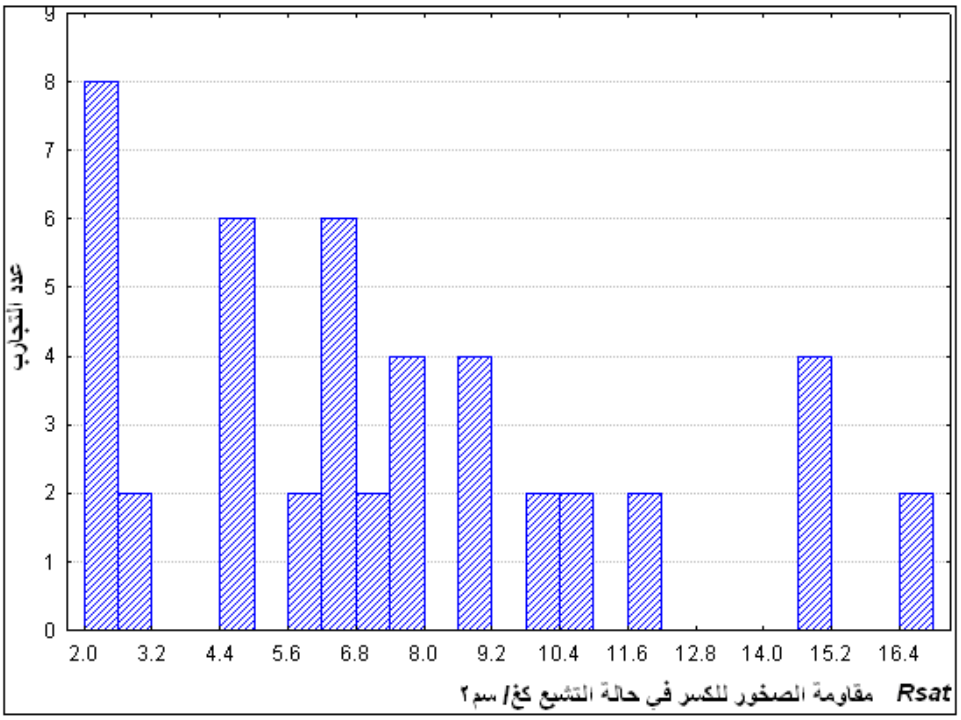
تم تحضير العينات الأسطوانية للكسر، وذلك بقص اللباب وتسوية وجوه العينات بالدقة المطلوبة وفق المواصفات العالمية (اللجنة الدولية للجيولوجيا الهندسية وميكانيك الصخور). وقسمت بحيث يكسر القسم الأول بالحالة الجافة، والقسم الآخر بالحالة المشبعة، وذلك بعد غمر العينات لمدة 15 يوما" بالماء قبل كسرها. تمَّ كسر العينات على مكبس هيدروليكي أحادي المحور.

تتغير مقاومة العينات للكسر في الحالة الجافة من 9 حتى 75 كغ/ سم^2 الشكل (11)، وفي حالة التشبع بالماء من 2 إلى 16,4 كغ/ سم^2 الشكل (12). وقد بين مخطط التوزيع التكراري أنه يمكن تقسيم العينات حسب مقاومتها للكسر إلى ثلاث مجموعات: اثنتان منهما رئيستان تشملان العدد الأكبر من العينات، وتتغير مقاومة الكسر فيهما بين 14- 31 كغ/ سم^2 للمجموعة الأولى، وبين 36 – 53 كغ / سم^2 للمجموعة الثانية وهو ما يتوافق مع المعطيات العالمية حول مقاومة الصخور الحوارية للكسر (Spink T.W. ،2002)، أما المجموعة الأولى فهي ذات مقاومة منخفضة للكسر، بحدود 9 كغ/ سم^2. و يرجع ذلك لارتفاع مساميتها إلى نحو 50 %.

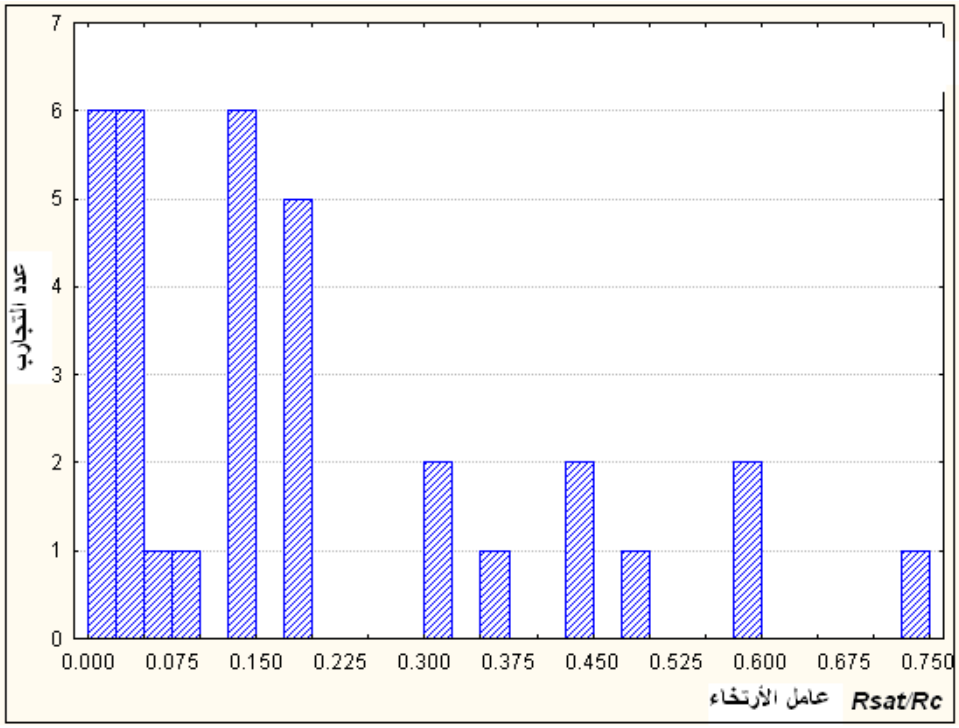
دلت معاملة نتائج الاختبارات وحساب عامل الارتخاء K_s (Softening coefficient)على أن الصخور المختبرة ضعيفة المناعة المائية ولا تصلح للاستخدام كمواد للبناء الشكل (13).



الشكل (11) التوزيع التكراري لمقاومة الصخور للكسر بالحالة الجافة



الشكل (12) التوزيع التكراري لمقاومة الصخور للكسر بحالة التشبع بالماء



الشكل (13) التوزيع التكراري لعامل الارتخاء

الاستنتاجات والتوصيات:

- تتراوح أبعاد قطع اللباب الصخري من عدة سنتمترات إلى عدة ديسيمترات، ويزداد طول عينات اللباب عندما يصبح الحوار أكثر مار نية.
- تظهر نتائج المقاومة للضغط أحادي المحور عشوائية كبيرة.
- تبين النتائج التأثير الكبير لدرجة التشبع في مقاومة الصخور للكسر.
- التباين بالخواص الفيزيائية ضعيف، بينما يكون الاختلاف كبيراً بالخواص الميكانيكية.
- تبدي الصخور المختبرة ضعفا" بالمناعة المائية، ولا تصلح للاستخدام كمواد للبناء.

المراجع:

- BIENIAWSKI, Z.T. *The geomechanics classification in rock engineering applications*. Proc. 4th Int. Cong. Rock Mechanics, Montreux (Suisse), 1, 1979, 41- 48.
- BOWDEN, A.J.; SPINK, T.W.; MORTIMORE, R.N. *The engineering description of chalk: its strength, hardness and density*. The Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, Volume 35, Number 4, 2002, 355-361(7)
- BURNETT, A.D. and EPPS,R.J. *The engineering geological description of carbonate suite rocks and soils*. Ground Engineering (March), 1979, 41 – 48.
- DERMAN, W.R. *Engineering properties of carbonate rocks*. Symposium on Engineering geological problems of construction on soluble rocks. I.A.E.G., Bull. 24, 1981, 3- 17.
- HARBEN, P.W.& KUZVART, M. *Industrial Minerals, A global Geology*. BPC Wheatons Ltd. Exeter, Devon, UK, 1996, 450.
- SPINK, T.W. *The CIRIA Chalk description and classification scheme*. The Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, Volume 5, Number 4, 2002, 363-369(7)