دراسة بعض الخواص الفيزيائية لصخور الحجر الجيري تكوين كوميتان - منطقة دوكان - شمال شرق السليمانية – العراق

أ. م . د .خالد احمد عبدالله الحداد * مصطفى صلاح الدين حسين * احمد عبد الباسط محمد

العـــــــراق

الملخص:

تم فحص 6 نماذج صخرية من تكوين كوميتان الجيري - منطقة دوكان - شمال شرق السليمانية- العراق ، و كانت قيم الكثافة الكتليه الكلية تتراوح بين (2.446 – 3.072)غم /سم^3, والكثافة الكتليه الجافة تتراوح بين (2.445 – 3.071) غم / سم^3 , والكثافة الكتليه المشبعة تتراوح بين (2.505 – 3.084) غم / سم^3 , و الكثافة الكتليه المغمورة تتراوح (1.510 – 1.927) غم /سم^3. تراوحت قيم الكثافة الوزنية الكلية (2395.9– 3010.6) كغم / م^3 ، والكثافة الوزنية الجافة تتراوح (2395.9–3010.1) كغم/ م^3 ، وتراوحت قيم الكثافة الوزنية المشبعة (2453.5 - 3021.3) كغم / م ^{3} الكثافة الوزنية المغمورة (1480.8 –1888.7) كغم / م^3 ، و المسامية الكلية تتراوح (1.17 – 8.85 %) ، وقيم المسامية الجزئية تتراوح (1.09 – 5.74 %) ، و نسب محتوى الرطوبة يتراوح (0.003– 0.193 %) ، و نسبامتصاص الماء (0.37 – 2.47 %) ،ومعامل التشبع (0.313–0.850) , الوزن النوعي المشبع يتراوح (2.504 – 3.084) ، و الوزن النوعي الجاف يتراوح (2.445 – 3.071) ، و الوزن النوعي المغمور يتراوح (1.510 – 1.927) و الوزن النوعي الحقيقي يتراوح (2.597 – 3.105) . تشير قيم نتائج الخواص الفيزيائية ، لعينات الحجر الجيري جميعها الى صلاحيتها لأعمال البناءالمختلفة ، كونها مطابقة لحدود مواصفات الخواص الفيزيائية للحجر الجيري بحسب المواصفات القياسية الامريكية للفحص والمواد (A.S.T.M.) .

الكلمات الدالة : كوميتان , الكثافة الكتليه , الوزنية ، المغمورة ، التشبع ، الامتصاص .

تمهيد Preface

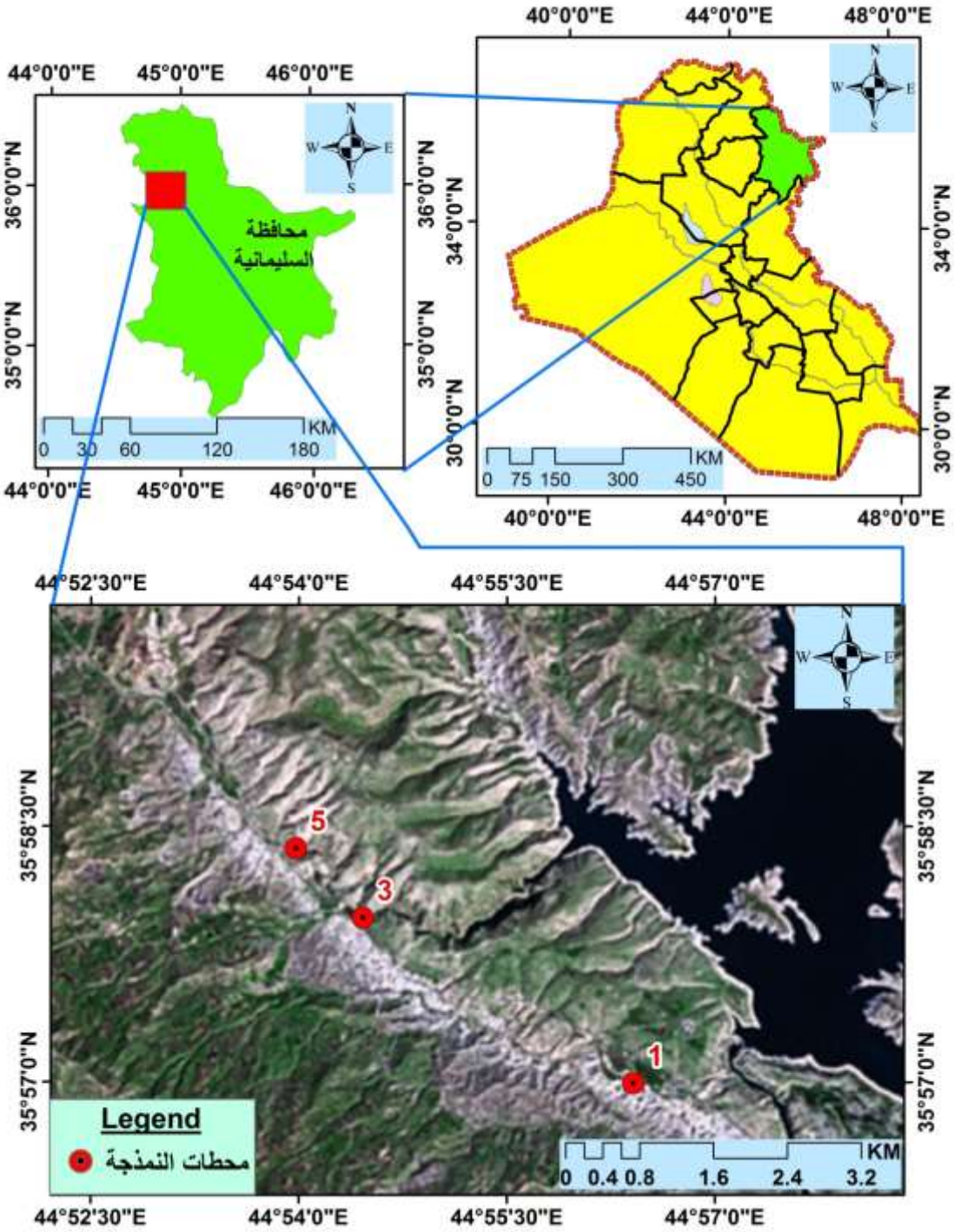
يشهد بلدنا العراق حركة اعمار ، فضلا عن اضفاء جمالية للمباني القائمة ، وللوقاية من ظروف الطقس ، مثل تفاوت (ارتفاع وانخفاض) درجات الحرارة في فصلي الصيف والشتاء . ونتيجة لهذه الاسباب فان من الضروري اجراء الدراسات على مواد البناء اللازمة والملائمة للظروف السائدة وللوقاية من التغيرات البيئية ، من الصخور المستعملة في البناء بشكل واسع الحجر الجيري (limestone) . توجد هذه الاحجار ، بوفرة في العراق وتنتشر على معظم مساحته ، ضمن تكوينات جيولوجية متعددة .تتعدد استعمالات هذه الصخور في مجال البناء وهذا يعود الى تباين خواصها واختلاف انسجتها. تستعمل لقابلية التحمل والعزل الحراري والجمالية , وسهولة تقطيعها للحصول على الشكل المطلوب فضلا عن قلة الكلفة والجهد المبذول لقلعها واستثمارها ، في هذا البحث تم دراسة بعض الخواص الفيزيائية لصخور للحجر الجيري تكوين كوميتان – منطقة دوكان – شمال شرق السليمانية – العراق ، لبيان صلاحيتها .

موقع منطقة البحث Location Of Research Area

تقع منطقة البحث في منطقة دوكان شمال شرق السليمانية ، وتبعد 70 كم عن السليمانية. احداثيات (45°00¯00= - 44°52¯30=) شرقا و(36°00¯00= - 35°57¯00=) شمالا الشكل (1) .

مبررات البحثJustification Of Researchنظرا للتوسع ا لعمراني والحاجة المواد بناء طبيعية تكونفي المنطقة، وانتكنبديلة للمواد الصناعية ذاتا لكلفة الاقتصادية العالية، لذا تستوجبا لاستفادة منها بعد تقييم خواصوصفات الصخور الموجودة في المنطقة .

هدفا لبحثAim Of Researchيهدفالبحث،الىبيانصلاحيةصخورالحجرالجيري (Limestone) فيمنطقةالبحث، كموادللبناءوحسبالمواصفاتالفيزيائية، وطبقاللمواصفات القياسيةالامريكية للفحص والمواد (.A.S.T.M) .



الشكل (1) خارطة موقعيه مؤشر عليها مواقع النمذجة

طرائق البحث Methods of Research

اشتملت طرائق البحث على عدة مراحل هي المرحلة التحضيرية ومرحلة العمل الحقلي ومرحلة العمل المختبري ومرحلة العمل المكتبي .

المرحلة التحضيرية Preliminary Work Stage

تضمنت هذه المرحلة جميع المعلومات اللازمة عن منطقة البحث من خلال الاطلاع على البحوث والتقارير المتعلقة بالمنطقة والاستفادة منها، وجمع الصور الفضائية والخرائط الطوبوغرافية لمنطقة البحث وما حولها، لغرض الاستفادة منها، فضلا عن تحضير المعدات الحقلية اللازمة (مطرقة جيولوجية ، هيم حديد ، شريط قياس ، جهاز GPS، كاميرا ، اكياس للنمذجة ...الخ) .

مرحلة العمل الحقلي Field Work Stage

تم جمع نماذج عدد (6)من مكاشف تكوين كوميتان الجيري في المسارات (2، 3، 4) لغرض تقييم الخصائص الفزيائية لصخور هذا التكوين الجيرية مختبريا , والتقطت صور توثيقية للمنطقة ولعملية النمذجة.

لوحة(1) عملية التقاط النماذج (1، 2) من على المسار (2)

مرحلة العمل المختبري Laboratory Work Stage

اجريت لفحوصات الفيزيائية والمتمثلة ، بالمسامية الكلية والمسامية الجزئية , الكثافة الكتلية الكلية ، والكثافة الكتلية الجافة ،والكثافة الكتلية المشبعة, والكثافة الكتلية المغمورة ، والكثافة الوزنية الكلية ، والكثافة الوزنية الجافة, والكثافة الوزنية المشبعة, والكثافة الوزنية المغمورة . بطريقة الاوزان الثلاثة (الوزن المشبع والجاف والمغمور)، (ASTM,C-97-09.2010)، المحتوى الرطوبي , نسبة الامتصاص، نسبة التشبع ، بموجب المواصفة القياسية الامريكية (ASTM,C-1528-02.2004) . تم احتساب الوزن النوعي المشبع, الوزن النوعي الجاف، الوزن النوعي المغمور ، الوزن النوعي الحقيقي، وطبقا (ASTM,C-97,2004) .

لوحة (2) تمثل جانب من مرحلة العمل المختبر

تعد دراسة الخواص الفيزيائية للصخور ذات اهمية كبيرة ، فضلا عن الخواص الاخرى لمعرفة التصرف الهندسي ، للمواد الصخرية . تختلف الخواص الفيزيائية للصخور، باختلاف المحتوى المعدني وقوة التحام حبيباتها و نوع المادة اللاحمة (Cemented material) (علي واخرون,1991) و(Griffin .2008) و تشمل الخواص المدروسة :-

1- المسامية الكلية والجزئية Total & Partial Porosity (n , n`)

2- معامل التشبع (Sc Saturation Coefficient)

3- محتوى الرطوبة Moisture Content (mc.)

4- امتصاص الماء Water Absorption (w .ab.)

5- الوزن النوعي GsSpecific Gravity( )

6- الكثافة الكتليه Mass Density(p)

7- الكثافة الوزنية (وحدة الوزن) Unit Weight (γ)

يمكن ايجاد هذه الخواص ، باستخدام عينات صخرية ذات أشكال هندسية منتظمة بعد تحضيرها في المختبر. يتم الحصول على الحجم الكلي لتلك العينات بطرق حسابية ، او باستخدام اشكال غير منتظمة ، في حالة استخدام نماذج صخرية غير منتظمة . يمكن فحص وقياس هذه الخواص بطريقة الاوزان الثلاثة(المشبع والجاف والمغمور) .

كيفية حساب هذه الخواص:-

المسامية Porosity(n):تعرف المسامية بانهانسبة حجم الفجوات او الفراغات (Pore Volume V_V) الى الحجم الكلي لمادة الصخرة (Vt) ويعبر عنها بالمعادلة الاتية :-

عندما=n (Vv/Vt)x100 …….. (1)

(n) = المسامية

Vv= حجم الفراغات في النموذج الصخري.

Vt = الحجم الكلي للنموذج الصخري.

جميع طرق قياس حجم المسامات في النموذج الصخري تعطي دائماً المسامية الفعالة (Effective porosity) او المسامية الظاهرية (Apparent porosity) (العزاوي، 2018) ، و التي تحوي الماء بداخلها ويعبر عنها وفق المعادلة الاتية:-

Ww=Wsat. – Wdry ……. (2)

Ww = وزن الماء ، Wsat.= الوزن المشبع ، Wdry = الوزن الجاف

تعتمد المسامية على عدة عوامل:-

أ- في الصخور البركانية تعتمد المسامية على سرعة التبريد ، حيث ان الصخور التي تتكون في ظروف تبريد بطيئة تكون مساميتها قليلة جداً.

ب- في الصخور الرسوبية تعتمد المسامية على:

* كمية المادة الرابطة (Cementing Material) .

* حجم الحبيبات ومقدار تدرجها وتقاربها.

* درجة الاكتناز او الرص.

* العمليات التحويريه مثل الاحلال والاذابة وغيرها.

يمكن ايجاد المسامية بطريقة التشبع من خلال ايجاد وزن النموذج وهو مشبع(Wsat.) (Honey borne , 1982) وبتطبيق المعادلة (3) :-

n = (W sat. – W dry/W sat.-W sub.) × 100 ..... (3)

تم احتساب نوعين من المسامية:-

أ- المسامية الجزئية (n`) partial porosity :

تعرف المسامية الجزئية بانها نسبة حجم الفراغات في النموذج الصخري الى الحجم الكلي للنموذج مقاسة بدون تفريغ الهواء الذي يشغل الفراغات (Honey borne, 1982) ويتم ذلك بأخذ نموذج صخري منتظم او غير منتظم وتجفيفه في الفرن وليكن وزنه (W dry) ثم يغمر بالماء ولعمق (4) ملم ، وبعد مرور (24) ساعة من وصول الماء الى السطح العلوي للنموذج يغمر كلياً بالماء ولمدة (48) ساعة ، ثم يرفع من الماء ويوزن بعد مسحه بقطعة قماش مبللة حيث يمثل الوزن المشبع (.Wsat) ، بعدها يوزن النموذج وهو مغمور ومعلق في داخل حوض ماء الغمر ، ويكن وزنه (.W sub) ثم تحسب المسامية الجزئية وفق العلاقة (3) اعلاه .

ب- المسامية الكلية Total porosity(n):

تعرف المسامية الكلية بانها حجم الفراغات نسبة الى الحجم الكلي للصخرة، مقاسة عند تفريغ الهواء الذي يشغل المسامات (Honey borne, 1982) ولحساب المسامية الكلية ، يتم تجفيف النموذج في الفرن وليكن وزنه الجاف (W dry) ، ثم يوضع النموذج في جهاز تفريغ الهواء حيث تبدأ دورات تفريغ الهواء وضخ الماء المقطر لحين ثبوت قراءة عداد المضخة الذي يعد مؤشراً على انتهاء التفريغ ولمدة (1.5) ساعة تقريباً ، و بعد ذلك يتم غمر النموذج في الماء لمدة (48) ساعة وبعدها يوزن بعد ان يتم مسح سطح النموذج الخارجي بقطعة قماش مبللة حيث يمثل الوزن المشبع للنموذج (W sat.) ، ثم يوزن النموذج وهو مغمور ومعلقاً داخل الماء الذي يمثل (.W sub) عندها تحسب المسامية الكلية حسب المعادلة (3) اعلاه .

2- معامل التشبع Saturation Coefficient(Sc)

النسبة بين المسامية الجزئية (n`) والمسامية الكلية (n) (Honey borne ,1982) يعطي هذا المعامل دليلاً على تصرف الصخرة تجاه عملية الانجماد فالصخور التي لها معامل تشبع اقل من (0.8) تعد صخور مقاومة للانجماد حيث ان الماء يدخل بصورة طبيعية الى اكثر من (80%) من مساماتها ، اما الصخور التي لها معامل تشبع بين (0.80 -0.85) فأنها تعد من الصخور المشكوك في مقاومتها للانجماد واذا زادت قيمة هذا المعامل عن (0.85) فالصخرة تعد من الصخور القابلة للتحطم بالانجماد. يحتسب وفق العلاقة (4):

$$Sc = n`/n \quad \text{.....} \quad (4)$$

3- محتوى الرطوبة Moisture Content (m.c.)

النسبة بين وزن الماء الموجود في الصخرة الى وزن الصخرة بعد التجفيف في الفرن ، ولمحتوى الرطوبة علاقة قوية بديمومة الصخرة ومقاومتها لعمليات الذوبان والانجماد ومعامل مرونة المقاومة الشدية والمقاومة الانضغاطية (Zhang , 2005) حيث تقل هذه الخواص بزيادة المحتوى الرطوبي (Griffin , 2008) . العلاقة (5) :

$$m.c. = [(Wn-Wd)/ Wd] \times 100 \quad \text{.....} \quad (5)$$

Wn= وزن النموذج الصخري بحالته الطبيعية.

Wd= وزن النموذج الصخري الجاف.

4- نسبة امتصاص الماء Water absorption (W. ab.)

هي الماء الممتص (Ww) من عينة صخرية خلال فترة زمنية (48) ساعة عند غمرها في حوض التشبيع الى الوزن الكلي الجاف للصخرة (Wd) (ASTM –C-127-01,2004) واعتمادا على هذه الخاصية فان الصخرة ذات الامتصاص القليل تكون اكثر تحملاً واقل تأثرا بالانجماد ، والذوبان وتغيرات الطقس مثل الجفاف والرطوبة (Griffin.2008) ، وبحسب المعادلة (6) :

$$W.\ ab. = [(Wn-Wd)/Wd] \times 100 \quad \ldots\ldots (6)$$

5- الوزن النوعي Specificgravity (Gs) وزن حجم من النموذج الى وزن نفس الحجم من الماء ويحدد بنفس طريقة التشبع المذكورة في الخواص السابقة ، وبحسب (ASTM.C-97-09.2004) .

تم احتساب الوزن النوعي ولنوعين:-

1- الوزن النوعي الظاهري الجاف اوالمشبع (Gs App.)وفق المعادلة (7)

$$Gs\ App. = (Wdry\ or\ Wsat.)/(Wsat - Wdry) \ldots\ldots (7)$$

2- الوزن النوعي الحقيقي Gs Trueوحسب المعادلة (8)

$$Gs\ True = Wdry/(Wdry - W\ sub.) \quad \ldots\ldots (8)$$

6- الكثافة :-

الكثافة الكتليهMass Density (p)

هي كتلة وحدة الحجوم ووحدتها ($gm./cm^3$) ، (ASTM-C-127-90.2004). تعتمد الكثافة على التركيب المعدني للصخرة ، المسامية ،كمية المياه الموجودة في الفراغات وكذلك الكسور. يتم احتسابها بحسب المواصفة الامريكية (ASTM-C- 97-09.2010) ، وذلك بإيجاد كتلةالنموذج بحالته الطبيعية و المشبعة و الجافة (Mn ,M sat.,Mdry) وحسب نوع الكثافة المطلوبة .يتم ايجاد كثافة النموذج المشبع ($p_{sat.}$)وكتلته وهو معلق في الماء($p_{sub.}$) و كلية (p_{bulk}) ، وبحسب العلاقات (9 ، 10 ، 11):-

$$p_{bulk} = M_{bulk} / Vt \quad \ldots\ldots (9)$$

$p_{dry} = M_{dry} / Vt$..... (10) $p_{sat.}$=.....Vt/ $M_{sat.}$ (11)

الكثافة الوزنيةاو وحدة الوزن Unit Weight Density (γ)

هي وزن وحدة الحجوم ، وهي الكثافة الوزنية الكلية والمشبعة والجافة ($\gamma_{bulk, sat., dry}$) وتقاس بوحدات (Kg/m^3) او (kN/m^3) ...الخ . (A.S.T.M-127-90,2004) . تعتمد الكثافة الوزنية على التركيب المعدني للصخرة ، المسامية ، كمية الماء الموجود في الفراغات والكسور والشقوق . تقاس كثافة العينات غير المنتظمة حسب (A.S.T.M.-97-09,2010) بطريقة الاوزان الثلاثة (الطبيعي والمشبع والجاف (Wn ,Wsat. ,Wdry) ، وحسب الكثافة المحتسبة وبموجب المعادلات (12 ، 13 ، 14) :

$p_{bulk} = W_{bulk} / Vt$ ..... (12) $p_{dry} = W$

$p_{sat.}$ = $(14)_{dry}$ / Vt ..... (13) .....Vt/ $W_{sat.}$

مناقشة نتائج الخواص الفيزيائية للصخور الحجر الجيري في منطقة البحث

الكثافة الجافة الحقيقةاظهرت النتائج ، ان صخور الحجر الجيري كثافتها متوسطة الى عالية حسب تصنيف الكثافة الجافة (Anon, 1979).تراوحت قيمتها (2.445 – 3.071)غم/سم^{3}جدول (1) . الوزن النوعي الحقيقي تراوحت قيمها (2.597 – 3.105) جدول (1) .

الجدول (1) نتائج الكثافات الكتلية والوزنية والاوزان النوعية لنماذج منطقة البحث

النموذج 1	2	3	4	5	6	
كثافة كتلية كلية	2.446	2.757	2.857	2.697	3.072	2.944
كثافة كتلية جافة	2.445	2.751	2.857	2.696	3,071	2.961
كثافة كتلية مشبعة	2.504	2.820	2.879	2.713	3.084	2.961
كثافة كتلية مغمورة	1.510	1.722	1.792	1.691	1.927	1.825
كثافة وزنية كلية	2396.96	2702.08	2800.32	2643.07	3010.67	2863.63
كثافة وزنية جافة	2395.95	2696.87	2800.21	2642.85	3010.13	2863.63
كثافة وزنية مشبعة	2453.53	2763.54	2821.27	2658.24	3021.34	2901.13
كثافة وزنية مغمورة	1480.81	1687.50	1756.38	1657.14	1888.76	1787.50

وزن نوعي مشبع	2.504	2.820	2.882	2.713	3.071	2.924
وزن نوعي جاف	2.445	2.688	2.951	2.696	3.071	2.924
وزن نوعي مغمور	1.510	1.722	1.792	1.691	1.927	1.825
وزن نوعي حقيقي	2.597	2.953	2.921	2.741	3.108	3.055

جدول (2) نتائج فحوصات المسامية و محتوى الرطوبة وامتصاص الماء ومعامل التشبعنموذجالمسامية الكلية المسامية الجزئية محتوى الرطوبةامتصاص الماء معامل التشبع

رقم	W.ab.Sc %	mc %	n` %	n %
	8.855.471	0.042	0.2.40618	
2	6.16	0.193	5.236	2.47 0.850
	35.372	1.96	0.003	0.75 0.389
4	1.64	0.524	0.008	1.22 0.319
5	1.17	0.366	0.05	0.37 0.313
6	3.702.331	0.044	0.630	1.20

المسامية تراوحت قيم المسامية الكلية ما بين (1.17– 8.85 %) جدول (2) ، و تراوحت قيم المسامية الجزئية (0.313– 5.326 %) جدول (2) . تتأثر المسامية بعدة عوامل منها حجم و شكل و ترتيب حبيبات الصخرة ، فضلا عن درجة الانضغاط او الرص و الكسوروالشقوقالموجودة في الصخور Peng and (Meng,2008) ، عند مقارنة النتائج مع تصانيف المسامية بحسب جدول (3) (Levorson,1970) . تبين ان نوع المسامية المدروسة تتراوح بين مهملة الى ضعيفة .

جدول (3) تصنيف المسامية بحسب Levorson, 1970

الصنف	مهملة	ضعيفة	متوسطة	عالية	عالية جدا
قيم المسامية	0- 5	5 -10	10 -15	15- 25	اكبر من 25

نسب امتصاصالماء تراوحت قيمها(0.37 –2.47 %) جدول (2) . تعد الصخور ذات نسب الامتصاص القليلة عالية الصلاحية كمواد بناء ، بحسب(A.S.T.M., C – 568-99, 2004) ،و تكون اكثر قابلية للتحمل و اقل تأثرا بعملية الانجماد و الذوبان و التغيرات المناخية، مثل الرطوبة و الجفاف (Griffin,2008

).المحتوى الرطوبي تراوحت قيمه (0.003 – 0.193%) جدول (2) .تؤشر قيم المحتوى الرطوبي الواطئ دلالة ، على ان الصخور تمتلك مسامية قليلة مقارنة بالنماذج ذات المحتوى الرطوبي العالي نتيجة لوجود نسب فراغات اعلى ، والتي تدلل على كمية المياه التي تحتويها الصخرة .تراوحت قيم معامل التشبع (Sc) بحدود(0.313 - 0.85) جدول (2) لصخور الحجر الجيري و عليه تصنف كصخور مقاومة للانجماد حسب تصنيف(Honey borne,1982) ،باستثناء النموذج (2) ، كون قيمته (0.85) . تعد مشكوك في قابلية الصخرة على المقاومة ، اذ يتجمد الماء الذي تتشبع به الصخرة مما يؤدي الى تحطمها.

تؤشرنتائج الفحوصات المذكورة انفا ، على صلاحية صخور الحجر الجيري من تكوين كوميتان - منطقة البحث ، لأغراض البناء المختلفة .

الاستنتاجات Conclusions

اسفرت الدراسة الحقلية التفصيلية لصخور الحجر الجيري فيا لمنطقة ومناقشة الخواص الفيزيائية عن الخروج بالاستنتاجات التالية :-

تقاربكبيرفيقيمالكثافةونسبةالامتصاصويرجعسبب هذاالتشابهنوعية المادة الرابطة وبقية المكونات النسيجية وتماثلا لعمليات التحويرية المؤثرة عليها .

صخورالحجرالجيريفيتكوينكوميتانمتأثرةبالتجويةبشكلبسيطجدا.

صخورتكوينكوميتانالواقعةعلىالطرفالجنوبيلطيةكوسرتالمحدبةتتصفطبقاتهاباللونالاصفرالفاتحمعتجويةقليلة.

المصادر العربية Arabic Reference

علي، مقداد حسين وحجاب، باسم رشدي و الجسار ، سنان هاشم (1991): الجيولوجيا الهندسية ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة بغداد 576 ص.

العزاوي , سلام صبحي ,(2018): صلاحية صخور تكوين كوميتان الجيرية لأغراض البناء وكحجر تحكيم للسكك الحديدية في منطقة دوكان/ محافظة السليمانية/شمال العراق.

المصادر الأجنبية Reference

Anon,(1979): Classification of rock and soils for Engineering Geological mapping, part1-rock and soil materials. Report of the commission of Engineering Geological Mapping, Bulletin international Association of Engineering Geology, vol. 19, 364-371.

A.S.T.M- C 97-09., 2010 , Standard test methods for absorption and Bulk specific gravity of Dimension stone,3p.

A.S.T.M- C 568 -99, 2004 , Standard Specification for Limestone Dimension stone . 2p. A.S.T.M- C 127-01., 2004, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption Of Coarse Aggregate1.

A.S.T.M-C 1528-02., 2004, Standard Guide for Selection of Dimension Stone for Exterior Use .13P.

A.S.T.M-C 119-02., 2004, Standard Terminology Relating to Dimension Stone, 1, 6P.

Griffin ,J. A., (2008) : development of a rating classification for rock to be used as toe- bench material, Master thesis ,Kent state university,131p.

Honey borne, D. B.,(1982) : The building limestone of France, Building research establishment report, HMSO.

Zhang, L.,(2005): Engineering Properties of Rocks, Elsevier Geo-Engineering Book Series, Lexington, MA, vol. 4, pp. 36-223