

صلاحية أحجار المقالع للاستعمال في البيتون

د. حسن عمقبة

أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية
جامعة تشرين

التجارب التي أجريت على عينات من الصخور المقترحة من قبل الورشات في مخابر جامعة تشرين بالاعتماد على الدراسة البتروغرافية كان هدفها التعرف على المركبات المعدنية والنسيج والمسامية والخواص الفيزيائية والميكانيكية للصخور ، وذلك لتحديد صلاحيتها للاستعمال في أعمال البيتون .
على حين لم تحمل قياسات سرعة انتشار الأمواج الصوتية في الاتجاه العرضي إلينا أية دلائل هامة .
وبعد تفسير النتائج تقدمنا ببعض المقترحات والتوجيهات العملية لجذب انتباه الممارسين إليها .

١- مقدمة :
تنفاوت قسوة وخواص صلاحية أحجار المقالع للتكسير بقصد الاستعمال في الخلطات البيتونية وخصوصاً تلك المستخرجة من المقالع في محافظتي اللاذقية وطرطوس والمنتشرة على طول السهل الساحلي وعند مجاري الأنهار وفي المناطق الجبلية وفي منطقة البسيط المعروفة بتعقيدها الجيولوجي .
وسنكتفي هنا بتقديم عرض لأهم نتائج الفحوصات البتروغرافية والتجارب الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية التي أجريت في مخابر جامعة تشرين على عينات من الصخور الأم المقترح استعمالها من قبل بعض المشاريع الهندسية والورشات وبعض الجهات العامة والرسمية ، بقصد تبيين مدى صلاحيتها للتكسير والاستعمال في الخلطات البيتونية وتقديم الإرشادات والمقترحات الخاصة بذلك .

نشير أولاً الى الشروط والخواص الواجب تحقيقها في أحجار المقالع والخصائص المستعملة في الخلطات البيتونية كما يلي:

(١ ، ٢ ، ٣ ، ٤) :

- ١- سلامة بنية الأحجار الفيزيائية من حيث القساوة والتجانس والنسيج الداخلي المتراص بحيث لا تعطي قطعاً وحببات هشة أو صفائحية بعد التكسير .
- ٢- يجب ألا يحتوي الصخر على تداخلات غضارية وشوائب كثيرة .
- ٣- يجب أن يكون الصخر خاملاً كيميائياً وغير قابل للتفاعل مع مركبات الاسمنت القلوية .
- ٤- يجب ألا يكون الصخر هشاً ، أو ذا قساوة زائدة لأن ذلك غالباً ما يترافق مع سطوح خارجية ملساء تسيء إلى فعالية الالتصاق مع الاسمنت .

- ٩- اجراء تجارب الانكسار بالضغط على
المخبرات .
- ١٠- اجراء تجربة التآكل بالصدم (لوس
انجلوس) .
- ٣- الصخر الكلسي القاسي :
المصدر : منطقة الحفة في محافظة اللاذقية
(٥) (٦) .
- هو عبارة عن صخر كلسي ذي منشأ
كيميائي (كلسيت) ، لونه أبيض يميل
الى الرمادي أو البيج ، ذي نسيج متراص
وبلورات دقيقة التكوين (كربيتوكريستالن)
كما يحتوي - بنسبة ضئيلة جدا - على
بعض الفراغات المملوءة بالغضار الأحمر
(أكاسيد الحديد) . كما أن مكسره
العادي وصوته الصريح والرنان يدلان على
أنه من الأحجار المتجانسة ذات المساواة
الكبيرة .
- ١- نتائج التجارب :
- المكونات : صخر كلسي مكون بصورة
رئيسية من فحمت الكالسيوم ويحتوي
على بعض الفراغات المملوءة بأكاسيد
الحديد .
- الكثافة الظاهرة : ٢٤٠ و ٢٤٩ و ٢٤١
و ٢٤٥ و ٢٤٦ و ٢٤٣ غ / سم^٣ .
- نسبة الفراغ : ٤ و ٤٨ و ٥ و ٥٤
و ٤٧ و ٤٠ / ٠ .
- سرعة الصوت الطولية : ٥٠٠٠ و ٥٠٠٠
و ٥١٦٠ و ٥٥٠٠ و ٤٩٠٠ م / ثا .
- إجهاد الانكسار بالضغط : ٨٤٠ و ٨٨٠
و ٨٦٠ و ٨٧٠ و ٨٧٠ و ٨٨٠ كغ / سم^٢
- ٢- المقترحات :
تشير نتائج التجارب المبينة أعلاه
الى سلامة البنية الفيزيائية لتلك الأحجار
كما تشير نتائج التجارب الكيميائية الى
أن هذه الأحجار خاملة كيميائيا وغير
قابلة للتفاعل مع مركبات الاسمنت القلوية

- المقاومة المثالية للانكسار
على الضغط : ٩٠٠ كغ / سم^٢ .
- الحد الأدنى للمقاومة ٦٠٠ كغ / سم^٢ .
- ٥- يجب أن تقترب سرعة انتشار
الأمواج فوق الصوتية بالاتجاه الطولي
للصخر - أي في الاتجاه الموازي
للطبقات - بقدر الإمكان من السرعة
المثالية : ٦٠٠٠ م / ثا .
- ٦- يجب ألا تزيد نسبة الفراغ (المسامية)
في الأحجار عن ٥ / ٠ أو ٨ / ٠ تبعاً
للنسبة المسموحة في البيتون المصنوع
منها .
- ٧- يجب أن تمثل العينات المأخوذة صخوراً
حقيقية على الطبيعة بكميات وفييرة
قابلة للاستثمار الطويل .
- ٢- مراحل العمل المخبري :
تم اجراء الفحوصات البتروغرافية
والتجارب الفيزيائية والكيميائية
والميكانيكية على العينات الصخرية في
مخابر جامعة تشرين بحيث لا يقل وزن
العينة الواحدة عن ١٠ كغ بأبعاد تتراوح
بين ١٠ و ٢٥ سم وفق التسلسل التالي :
- ١- استلام وترقيم الأحجار .
- ٢- اجراء الفحوصات البتروغرافية
المختلفة .
- ٣- نشر ثلاث أو ست مكعبات لكل عينة
بأبعاد ٥ x ٥ x ٥ سم للخميرة
الواحدة .
- ٤- تجفيف المخبرات على شكل مكعبات
بالفرن .
- ٥- قياس الكثافات الظاهرة ونسب الفراغ .
- ٦- اجراء قياسات سرعة انتشار الأمواج
فوق الصوتية .
- ٧- اجراء التجارب الكيميائية .
- ٨- غمر المكعبات بالماء لمدة ٢٤ ساعة
على الأقل .

بحيث يمكن القول : إن بنيتها الكيميائية سليمة .

هذا وقد بينت التجارب الميكانيكية أن تلك المخبرات تمثل صخورا صالحة - من ناحية المقاومة الميكانيكية - للتكسير بقصد الحصول على الحمى والرمل الصالحين بدورهما للاستعمال في جميع أنواع الخلطات البيتونية .

كما يلاحظ أن مقاومة الانكسار بالضغط لتلك الأحجار تعتبر قريبة من المقاومة المثالية من حيث قابلية تلك الأحجار للاتصاق بالمونة الاسمنتية مما يؤدي الى الحصول على مقاومة جيدة للبيتون على الشد أيضا .

٤- الصخر الكلسي المتطبق :

المصدر : منطقة محورتي في محافظة طرطوس (٥) (٦) :

هو عبارة عن صخر كلسي متطبق يحتوي أحيانا على شقوق مملوءة بالغضار وبالتالي فهو ذو نسيج شبه كهفي (فاكوليير) ، يحتوي على مسامات يمكن رؤية الكبير منها بالعين المجردة ، لونه أبيض يميل الى الرمادي أو البيج .

١- نتائج التجارب :

- المكونات : صخر كلسي متطبق مكون من فحمت الكالسيوم كما يحتوي على نسبة ضئيلة من الشوائب وهو خامس كيميائيا .

- الكثافة الظاهرة : ٢ر٥٨ و ٢ر٥٩ و ٢ر٤٤ و ٢ر٥١ و ٢ر٥٥ و ٢ر٥٤ غ / سم^٣ .

- نسبة الفراغ : ٤ر٤ و ٣ر٨ و ٣ر٨ و ٤ر٣ و ٤ر٤ و ٤ر٤ /٠

- سرعة انتشار الصوت الطولية : ٥٣٣٠ و ٥٠٠٠ و ٥٢٨٠ و ٥١٠٠ و ٥٢١٠ و ٥٢١٠ م/شا .

- سرعة انتشار الصوت العرضية : ٤٢١٠ و ٤٠٠٠ و ٤١٨٠ و ٤٠١٠ و ٤١٠٠ و ٤٠٠٠ م/شا .

- إجهاد الانكسار بالضغط : ٤٤٠ و ٦٧٠

و ٦١٠ و ٤٨٠ و ٤٩٠ كغ / سم^٢ .

- عامل لوس انجلوس : ٢٧ /٠

٢- المقترحات :

على الرغم من سلامة البنية الفيزيائية والخصول الكيميائي لأحجار الصخر الكلسي المتطبق المبينة أعلاه ، تدل نتائج كسر المكعبات على ضعف الصخر الأم وعدم صلاحيته للتكسير بقصد الاستعمال في الخلطات البيتونية .

٥- الصخر الكلسي الحواري :

المصدر : منطقة محورتي ومنطقة الحفة (٥) (٦) .

صخر كلسي حواري نقي وهش لونه أبيض وهو ذو نسبة فراغ مرتفعة ويترك أشرا على الأصابع .

١- نتائج التجارب :

- صخر كلسي نقي مؤلف من فحمت الكالسيوم .

- الكثافة الظاهرة : ٢ر٣٤ و ٢ر٢١ و ٢ر٢٢

و ٢ر٣١ و ٢ر٢٨ و ٢ر٢٢ غ / سم^٣ .

- نسبة الفراغ : ٩ و ٩ و ٩ و ٨ و ١٠

و ٠ /٠

- سرعة انتشار الصوت : ٤٢١٠ و ٤٠٠٠

و ٤٢٠٠ و ٤١١٠ و ٤٠٠٠ و ٤٠١٠ م/شا .

- إجهاد الانكسار بالضغط : ٢٥٣٠ و ٢٥٠

و ٢٧٠ و ٢٩٠ و ٤٥٠ و ٣٤٠ كغ / سم^٢ .

- عامل لوس انجلوس : ٣٥ /٠

٢- المقترحات :

تشير النتائج السابقة الى أن نسبة الفراغ أعلى من الحدود المسموح بها، كما تدل نتائج تجارب الكسر على ضعف الصخر الأم وعدم صلاحيته للتكسير بقصد الاستعمال في الخلطات البيتونية ، كما أن عملية التكسير تعطي نسبة بو درة مرتفعة جدا .

ويمكن التعرف على تلك الأحجار الحوارية الهشة في الطبيعة على الشكل التالي :

- هشة وسهلة الكسر نسبياً .
- تترك أثراً طباشيرياً على الأصابع .
- تحتوي على مسامات يمكن رؤيتها بعضها بالعين المجردة .
- شرهة وتمتص الماء بكثرة .
- تظهر فوراناً عند إضافة نقطة من حمض كلور الماء الممدد واضحاً أكثر من غيرها بسبب سهولة تغلغل الحمض الى داخلها .

٦- الصخر الكلسي الدولوميتي :

المصدر : منطقة حريصون - سربيون في محافظة طرطوس ومنطقة محورتي (٦) .
تعبر العينات التي تم احضارها من منطقة حريصون - سربيون عن صخر كلسي دولوميتي ذي منشأ كيميائي قاسٍ ذي مكسر محاري يعطي حروفاً حادة أو مدببَةً ذات رائحة كريهة ، كما أن نسيجه الداخلي يحتوي على بلورات متجانسة دقيقة التكوين خالية من الشوائب كما لوحظت أن أحد تلك الأحجار كان ضعيفاً كما تشير الفحوصات البترولوجرافية الى أن لون تلك الأحجار أبيض يميل الى الرمادي أو البيج وأن مكسرها العادي والصريح وصوته الرنان يدلان على أنها أحجار متجانسة ذات قساوة كبيرة .

وتعبر العينات التي تم احضارها من منطقة محورتي عن صخر كلسي دولوميتي ذي نسيج متراس (ليتوغرافي) كتيم لونه يميل الى البيج ، كما أن مكسره العادي والصريح وصوته الرنان يدل على أنه من الأحجار المتجانسة ذات القساوة الكبيرة نسبياً ، ويحتوي أحياناً على مسامات مملوءة بالكلسيت .

١- نتائج التجارب :

- المكونات : صخر كلسي دولوميتي مكون من فحمت الكالسيوم وفحمت المغنيزيوم بدرجة دلتمة متفاوتة ويظهر فوراناً بتفاعله مع حمض كلور الماء المركز كما يحتوي أحياناً على مسامات مملوءة بفحمت الكالسيوم ، إضافة الى احتوائه على نسبة شوائب ضئيلة .
وتدل المواد والعناصر العالقة والملتصقة ببعض الأحجار على أنه موجود أحياناً في الطبيعة مع تداخلات كلسية حوارية هشة ذات لون أبيض وتترك أثراً على الأصابع بمسما كان لا يمكن تحديدها الا في المكان .

- الكشافة الظاهرة :

- عينات منطقة : حريصون - سربيون :
٢٦ و ٢٥ و ٢٦ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٤ و ٢٤
غ / سم ٣ .

- عينات منطقة محورتي : ٢٧ و ٢٨ و ٢٧٥ و ٢٧٥ و ٢٨٣ و ٢٧٥ غ / سم ٣ .
نسبة الفراغ :

- حريصون - سربيون : ٣٣ و ٣١ و ٤ و ٨ و ١٠ / ٠ .

- محورتي : ٢٥ و ٢٤ و ٣ و ٣٥ و ٤٢ / ٠ .
سرعة انتشار الصوت :

- حريصون - سربيون : ٥٠١٠ و ٥٠٠٠ و ٥٤٣٠ و ٤٣٥٠ و ٤٢٣٠ و ٤٢٠٠ م/شا .
محورتي : ٥٧١٠ و ٥٧١٠ و ٥٥٠٠ و ٥٥٠٠ م/شا .

- إجهاد الانكسار بالضغط :

- حريصون - سربيون : ١٠٥١٠ و ١٣٥٠ و ١١٠٢ و ٥٦٢ و ٤١٢ و ٤٦٦ كغ/سم ٢ .
محورتي : ١٤١٠ و ١٠٢٠ و ١٣٢٨ و ١٢٥٠ و ١١١٠ و ١٢٠٠ كغ / سم ٢ .

- عامل لوس انجلوس : ٢٣ / ٠ .

-٢ المقترحات :

اعتماداً على الفحوصات والدراسات

- ٢٦٩ و ٢٦٦ و ٢٦٨ غ / سم ٣ •
- نسبة الفراغ : ٤١٠ و ٤٢٠ و ٤٣٠ و ٤٤٠ و ٤٥٠ و ٤٦٠ و ٤٧٠ و ٤٨٠ و ٤٩٠ و ٥٠٠ و ٥١٠ و ٥٢٠ و ٥٣٠ و ٥٤٠ و ٥٥٠ م/ثا •
- سرعة انتشار الصوت الطولية : ٥٣٨٠ و ٥٤٠٠ م/ثا •
- سرعة انتشار الصوت العرضية : ٤٣٨٠ و ٤٢٧٠ و ٤٣٧٠ و ٤٢٨٠ و ٤١٠ و ٤٠١٠ و ٤١٠٠ م/ثا •
- إجهاد الانكسار بالضغط : ١٠٦٨ و ١٠٢٠ و ١١٠٠ و ٩٩٠ و ١٠١٠ و ١٠٢٥ كغ / سم ٢
- عامل لوس انجلوس : ٢٢ •
- ٢- المقترحات :
- تعتبر النتائج المبينة أعلاه عن سلامة البنية الفيزيائية والكيميائية من حيث الكثافة ونسبة الفراغ وعدم قابلية تلك الأحجار للتفاعل مع مركبات الاسمنت القلوية وبالتالي فهي صالحة للتكسير والاستعمال في الخلطات البيتونية •
- كما أن مقاومة الانكسار بالضغط لتلك الأحجار تعتبر قريبة من المثالية من حيث قابليتها للالتصاق بالموننة الاسمنتية •
- ٨- الصخر الكلسي التجمعي (كونغلوميرا) : المصدر : منطقة برج اسلام في محافظة اللاذقية (٦) :
- هو عبارة عن صخر كلسي تجمعي (كونغلوميرا) ناتج عن تجمع قطع من الصخور الكلسية المدببة (بريش) غير القاسية بوساطة ملاط ضعيف القساوة أيضا • كما تحتوي بعض تلك الأحجار على فجوات وكهوف مملوءة بمعدني الكلسيت والأرغونيت وبالتالي فهو ذو نسيج شبه كهفي (فاكوليير) لونه أبيض يميل الى الرمادي أو البيج والمادة الرابطة (الملاط) هي بألوان متعددة وأحيانا غامقة أو قاتمة •

- والتجارب المختلفة التي أجريت على عينات الحجارة تبين أنها عبارة عن أحجار كلسية دولوميتية معظمها قاس جدواخاميسل كيميائيا وبالتالي فهي صالحة تماما للتكسير بقصد الحصول على الحمى والرمل على السواء الصالحين بدورهما للاستعمال في جميع أنواع الخلطات البيتونية بما فيها البيتون مسبق الاجهاد وذلك باستثناء أحد الأحجار الضعيفة من منطقة حريصون - سربيون الذي أعطى ثلاث نتائج لاجهاد الانكسار بالضغط غير مقبولة كما أبدى نسبة فراغ مرتفعة ومرفوضة أيضا ، وبالتالي يجب استبعاد مثل تلك الأحجار الضعيفة في الورشة وقبل التكسير بعد كشفها بالطريقة اليدوية •
- كما أن قابلية الأحجار المدروسة للالتصاق بالمونة الاسمنتية جيدة مما يؤدي الى الحصول على مقاومة جيدة للبيتون على الشد والاهتراء أيضا •
- ٧- الصخر الكلسي الغضاري المتطبق : المصدر : منطقة محورتى في محافظة طرطوس (٦) •
- وهو عبارة عن صخر كلسي غضاري متطبق لونه مائل الى البيج ذو نسيج متراص غير ميلور (ليتوغرافي) مذاقه دبب أي يلتصق باللسان ، وهو ذو قساوة جيدة ويوجد في الطبيعة على شكل طبقات صغيرة السماكة حتى ٢٠ سم مع تداخلات من الصخر الحواري ذي اللون الأبيض الكبير الهشاشية والذي يتحول الى بودرة عند لمسه باليد مباشرة •
- ١- نتائج التجارب :
- المكونات : يتكون بصورة رئيسية من فحمت الكالسيوم والغضار كما يحتوي على نسبة شوائب ضئيلة •
- الكثافة الظاهرة : ٢٦٦ و ٢٥٩ و ٢٦٧

ويمكن لهذا الصخر التجمعي الطبري نسبيا أن يعطي نسبة بودرة مرتفعة بعد التكسير .

- ١- نتائج التجارب :
 - المكونات : هو عبارة عن قطع مسن الصخور الكلسية التجمعية المكونة من فحمات الكالسيوم المتجمعة بملاط كلسي وغضاري حديدي ، كما يوجد فجوات بعضها مملوء بمعدني الكلسيت والأرغونيت .
 - الكثافة الظاهرة : ٢١٠ و ٢١٥ و ٢١٠ و ٢٠٥ و ٢١٢ و ٢١٠ و ٢٠٥ و ١٨٠ و ١٥٠ و ١٤٠ و ١٣٠ و ١٢٠ و ١١٠ و ١٠٠ و ٩٠ و ٨٠ و ٧٠ و ٦٠ و ٥٠ و ٤٠ و ٣٠ و ٢٠ و ١٠ و ٥ و ٣ و ٢ و ١ و ٠ .
 - نسبة الفراغ : ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤ و ١٥ و ١٦ و ١٧ و ١٨ و ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٥ و ٢٦ و ٢٧ و ٢٨ و ٢٩ و ٣٠ و ٣١ و ٣٢ و ٣٣ و ٣٤ و ٣٥ و ٣٦ و ٣٧ و ٣٨ و ٣٩ و ٤٠ و ٤١ و ٤٢ و ٤٣ و ٤٤ و ٤٥ و ٤٦ و ٤٧ و ٤٨ و ٤٩ و ٥٠ و ٥١ و ٥٢ و ٥٣ و ٥٤ و ٥٥ و ٥٦ و ٥٧ و ٥٨ و ٥٩ و ٦٠ و ٦١ و ٦٢ و ٦٣ و ٦٤ و ٦٥ و ٦٦ و ٦٧ و ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ و ٧٢ و ٧٣ و ٧٤ و ٧٥ و ٧٦ و ٧٧ و ٧٨ و ٧٩ و ٨٠ و ٨١ و ٨٢ و ٨٣ و ٨٤ و ٨٥ و ٨٦ و ٨٧ و ٨٨ و ٨٩ و ٩٠ و ٩١ و ٩٢ و ٩٣ و ٩٤ و ٩٥ و ٩٦ و ٩٧ و ٩٨ و ٩٩ و ١٠٠ .
 - سرعة انتشار الصوت : ٣٨٤٠ و ٣٨٠٠ و ٣٨٢٠ و ٣٨١٠ و ٣٨٤٠ م/ثا .
 - إجهاد الانكسار بالضغط : ٢٤٠ و ٢٥٠ و ٢٥٠ و ٢٤٥ و ٢٤٠ و ٢٣٥ و ٢٣٠ و ٢٢٥ و ٢٢٠ و ٢١٥ و ٢١٠ و ٢٠٥ و ٢٠٠ و ١٩٥ و ١٩٠ و ١٨٥ و ١٨٠ و ١٧٥ و ١٧٠ و ١٦٥ و ١٦٠ و ١٥٥ و ١٥٠ و ١٤٥ و ١٤٠ و ١٣٥ و ١٣٠ و ١٢٥ و ١٢٠ و ١١٥ و ١١٠ و ١٠٥ و ١٠٠ و ٩٥ و ٩٠ و ٨٥ و ٨٠ و ٧٥ و ٧٠ و ٦٥ و ٦٠ و ٥٥ و ٥٠ و ٤٥ و ٤٠ و ٣٥ و ٣٠ و ٢٥ و ٢٠ و ١٥ و ١٠ و ٥ و ٣ و ٢ و ١ و ٠ .
 - عامل لوس انجلوس :
 - ٢- المقترحات :
 - تمثل الأحجار المدروسة صخورا هشة بنسبة فراغ مرتفعة لاتسمح بعد تكسيرها واستعمالها بالحصول على بيتون كتييم ومقاوم ، كما يمكن أن تعطي نسبة بودرة مرتفعة بعد التكسير وبالتالي فهي غير صالحة للتكسير بقصد الاستعمال في الخلطات البيتونية .
- ويمكن التعرف على الصخور الكلسية التجمعية في الطبيعة كما يلي :
 - هشة وسهلة الكسر نسبيا .
 - مؤلفة من قطع غير متجانسة .
 - تحتوي على مسامات وفجوات يمكن رؤية بعضها بالعين المجردة .
 - لون بعضها بيج غامق جدا .
- ٩- الصخر الكلسي الضعيف :
 - المصدر : منطقة برج اسلام (٦) :

هو عبارة عن صخر كلسي ذي منشأ عضوي مؤلف من بقايا قواقع وأصداف صغيرة متجمعة بملاط كلسي طري لونه بيج غامق ، كما يلاحظ بالعين المجردة وجود تشققات موازية لمستوى التطبيق .

- ١- نتائج التجارب :
 - المكونات : صخر كلسي مكون بصورة رئيسية من فحمات الكالسيوم .
 - الكثافة الظاهرة : ٢٣٥ و ٢٢٥ و ٢١٠ و ٢٠٥ و ٢٠٠ و ١٩٥ و ١٩٠ و ١٨٥ و ١٨٠ و ١٧٥ و ١٧٠ و ١٦٥ و ١٦٠ و ١٥٥ و ١٥٠ و ١٤٥ و ١٤٠ و ١٣٥ و ١٣٠ و ١٢٥ و ١٢٠ و ١١٥ و ١١٠ و ١٠٥ و ١٠٠ و ٩٥ و ٩٠ و ٨٥ و ٨٠ و ٧٥ و ٧٠ و ٦٥ و ٦٠ و ٥٥ و ٥٠ و ٤٥ و ٤٠ و ٣٥ و ٣٠ و ٢٥ و ٢٠ و ١٥ و ١٠ و ٥ و ٣ و ٢ و ١ و ٠ .
 - نسبة الفراغ : ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤ و ١٥ و ١٦ و ١٧ و ١٨ و ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٥ و ٢٦ و ٢٧ و ٢٨ و ٢٩ و ٣٠ و ٣١ و ٣٢ و ٣٣ و ٣٤ و ٣٥ و ٣٦ و ٣٧ و ٣٨ و ٣٩ و ٤٠ و ٤١ و ٤٢ و ٤٣ و ٤٤ و ٤٥ و ٤٦ و ٤٧ و ٤٨ و ٤٩ و ٥٠ و ٥١ و ٥٢ و ٥٣ و ٥٤ و ٥٥ و ٥٦ و ٥٧ و ٥٨ و ٥٩ و ٦٠ و ٦١ و ٦٢ و ٦٣ و ٦٤ و ٦٥ و ٦٦ و ٦٧ و ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ و ٧٢ و ٧٣ و ٧٤ و ٧٥ و ٧٦ و ٧٧ و ٧٨ و ٧٩ و ٨٠ و ٨١ و ٨٢ و ٨٣ و ٨٤ و ٨٥ و ٨٦ و ٨٧ و ٨٨ و ٨٩ و ٩٠ و ٩١ و ٩٢ و ٩٣ و ٩٤ و ٩٥ و ٩٦ و ٩٧ و ٩٨ و ٩٩ و ١٠٠ .
 - سرعة الصوت طوليا : ٤١٦٠ و ٤٥٤٠ و ٤١٥٠ م/ثا .
 - إجهاد الانكسار بالضغط : ٣٨٠ و ٥٣٠ و ٣٦٠ و ٣٦٠ كغ/سم^٢ .
- ٢- المقترحات :

تدل نتائج التجارب على ضعف الصخر الأم وارتفاع نسبة الفراغ فيه وانخفاض كثافته وبالتالي فهو غير صالح للتكسير والاستعمال في الخلطات البيتونية وذلك على الرغم من سلامة بنيته الكيميائية .

- ١٠- الصخور الاندفاعية القاعدية (الصخور الخضراء) :
 - المصدر : البايير والبسيط ومجاري نهـر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية (٦) : وهي عبارة عن صخور سوداء تميل الى اللون الأخضر مكونة بصورة رئيسية من : الغابرو ، الدولوريت والدياباز أي أنها صخور غير متجانسة معدنيًا وبسبب عدم تجانسها تتناسب قساوتها عكسا مع العوامل الجوية التي تخضع لها فهي تتدرج من الصخر القاسي جدا بالنسبة للأجزاء الداخلية في الكتل الكبيرة أو التي لم تتعرض الى عملية التجوية الى الصخر الهش أو الضعيف القساوة بالنسبة للقطع الصغيرة المعرضة للتجوية .

- ١- التأكيد على صلاحية الأحجار الكلسية والكلسية الدولوميتية والكلسية الغضارية القاسية والمتجانسة ذات نسبة الفراغ المنخفضة ، للتكسير بقصد الاستعمال في الخلطات البيتونية بعد التأكد في المقالع من أنها موجودة بكميات وفيرة تسمح بالاستخراج والاستثمار الطويل من دون وجـود تداخلات غضارية وحوارية وشوائب ضارة في الطبيعة .
- ٢- استعمال أحجار البازلت والغرانيت فقط للحصول على بيتون ذي مقاومة ميكانيكية عالية باعتبارها صالحة تماما ولكنها تحتاج الى طاقة تكسير عالية .
- ٣- عدم جدوى استخراج الصخور الكلسية المتطبقة والاستحالية من المقالع بسبب الضعف الناجم عن سطوح التطبق فيها واحتمال الحصول على قطع صفائحية مرفوضة وعدم صلاحيتها للاستعمال في أعمال البيتون .
- ٤- تجنب استخراج الصخور الكلسية الضعيفة والحوارية الهشة والتجمعية غير المتجانسة واستبعادها في حال وجودها بسبب عدم صلاحيتها للاستعمال في الخلطات البيتونية كما أنها تعطي نسبة بودرة مرتفعة بعدالتكسير.
- ٥- استبعاد استعمال الصخور الاندفاعية القاعدية (الصخور الخضراء) وأحجار الصوان باعتبارها ضارة جدا في صناعة البيتون .
- ٦- متابعة البحث لوضع مخطط بتروغرافي يبين أماكن تواجد الصخور الصالحة للاستثمار والاستعمال في البيتون في محافظتي اللاذقية وطرطوس .

وبالتالي وعلى الرغم من كونها خاملة كيميائيا وغير قابلة للتفاعل مع مركبات الاسمنت القلوية نهائيا الا أنها تعتبر غير صالحة للاستعمال في البيتون للأسباب التالية :

- ضعفها الشديد وهشاشتها أحيانا .
- قساوتها الزائدة أحيانا أخرى .
- تفاوت قساوتها وعدم تجانسها .
- احتمال وجود قشرة رقيقة على سطحها الخارجي ذات ملمس دهني (سربنتين) تسيء الى الالتصاق مع الاسمنت .

١١- أحجار الصوان :

المصدر : مجرى النهر الكبير الشمالي وأماكن متفرقة في محافظة اللاذقية (٦) : وهي أحجار غير قابلة نهائيا للاستعمال في الخلطات البيتونية ، بل وتعتبر ضارة جدا اذا ما زادت نسبتها في الحصى المستعمل عن ٤ /٠ . وذلك للأسباب التالية :

- قساوتها الزائدة وعدم قابليتها للانضغاط مما يؤدي الى اضعاف البيتون الذي يصنع منها .
- عدم قابليتها للالتصاق بالاسمنت بسبب نعومة سطوحها .
- احتواؤها بصورة عامة على قشرة من الأوبال (السيليس المميه) الضار بالبيتون بسبب قابليته للتفاعل مع مركبات الاسمنت القلوية .
- كونها مكونة بصورة رئيسية من معدن الكالسيدوان القابل للتحول التلقائي مع الزمن الى الأوبال المذكور أعلاه .

١٢- التوصيات :

نتيجة للدراسات النظرية والتجريبية على أحجار المقالع نومي بمايلي :

Validite des pierres de carrieres pour
l'utilisation en beton

RESUME

Les essais sur echantillons des roches proposes par les chantiers , qui ont ete realiser aux laboratoires de l'Universite de Tichrine en comptant sur l'etude petrographique , ont pour but de faire reconnaitre la composition mineralogique , la texture, la porosite , et les proprietes physiques et mecaniques des roches; afin de determiner leur validite d'emploi dans les travaux en beton , tandis que les mesures de la viterre de propagation des ondes transversales n'apporte pas d'elements interessants .

Apres interpretation des resultats nous avons presentes quelques propositions et orientations pratuques a l'intention des praticiens .

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - VENUAT " Lapratique des ciments et des betons "
- 2 - GUERRIN " Traite de Beton Arme "
- 3 - ROBINSON " Beton Arme "
- 4 - LACROIX " Le projet de Beton Precontraint "
- 5 - L.C.P.C. " Bulletin de Liaison "
- 6 - مجموعة تقارير فنية عن احوار المقالع دحسن عمقبة -