مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

دراسة مقاومة الصخور الكربوناتية للاهتراء

ماهر سجيع نصور*

(تاريخ الإيداع 29 / 1 / 2015. قُبِل للنشر في 29/ 4 / 2015)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى دراسة مقاومة الصخور الكربوناتية للاهتراء وذلك لعينات من مقالع صخرية مختلفة في الجمهورية العربية السورية وذلك بواسطة اختبار الاهتراء (لوس أنجلوس)،ومدى ارتباط هذا الاختبار ببعض الخصائص الفيزيائية المدروسة للصخور الكربوناتية.

نتيجة البحث:

- مقاومة الاهتراء لعينات الصخور المدروسة من المقالع المختلفة تتراوح (41%-18).
- هناك ارتباط لبعض الخصائص الفيزيائية المدروسة لعينات الصخر باختبار الاهتراء (لوس أنجلوس).

الكلمات المفتاحية: الاهتراء، المتانة، الحطاميات.

* ماجستير – قسم الهندسة الجيوتكنيكية –كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

The Effect of Abrasion on Carbonate Rocks

Maher Nassour*

(Received 29 / 1 / 2015. Accepted 29 / 4 / 2015)

□ ABSTRACT □

The aim of this research to study the Abrasion on carbonate rocks which comes from specific mines in Syria, and possibility finding correlation between Abrasion test(L.A) and some physical properties of carbonate rocks .

Results or Finding:

- Most of studied carbonate rocks are resistance(18-41%).
- There is correlations between some physical properties of carbonate rocks and Abrasion test(L.A) .

Key Words: Abrasion, Durability, Aggregates

*Master, Department of Geotechnical Engineering, of Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

مع تطور البحث العلمي واهتماماته بالنسبة لدراسة المنشآت المدنية وتنفيذها، فقد اهتمت المواضيع والأبحاث بالصخور التي يتم الإنشاء عليها أو التي تدخل في تركيب وتصميم هذه المنشآت، مما أدى إلى تطور استخدامها وفاعليتها من الناحية الاقتصادية والإنشائية حيث أن استخدام الصخور في أي مجال هندسي يعتمد على الخواص التي تتمتع بها من ناحية المتانة بمعنى أن تكون مقاومة للتهشم وللتغيرات المناخية، كما أن خواص الصخور والحطاميات المستخدمة في المنشآت الهندسية مهمة جداً في تقييم أداء هذه المنشأة و استثمارها بالشكل الأمثل.

ويتطرق هذا البحث لدراسة إحدى خواص الصخور وهو مقاومة الصخور للاهتراء والتي يمكن تحديده من خلال الاختبارات التالية:

1- (AASHTO T96)Los Angeles Abrasion.

2- Micro-Devel Abrasion.

3- Aggregate Impact Value.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة مقاومة الصخور الكربوناتية للاهتراء وكذلك دراسة العلاقة بين بعض الخواص الفيزيائية للصخور الكربوناتية (الكتلة الحجمية ،المسامية،التشرب) مع نسبة الاهتراء بهدف التنبؤ بخواص هذه الصخور وبالأخص مقاومتها للاهتراء انطلاقاً من تجارب بسيطة وغير مكلفة واستكمال بقية التجارب فقط على الصخور التي تبدي مقاومة جيدة، وبالنتيجة تحقيق وفر اقتصادي هام في عملية البحث عن مصادر المواد الأولية المقبولة والمستخدمة في مجال الهندسة المدنية (البيتون، أساسات الطرق.،أرصفة المرافئ..الخ).وتأتي أهمية هذا البحث نتيجة الأثر الكبير لاهتراء الصخور على متانتها [2,4]، وبالتالي على سلامة المنشآت المقامة على الصخور أو الداخل في تركيبها [1,3,9] .

طرائق البحث وأهدافه:

البحث تجريبي مخبري ، يعتمد على إجراء اختبارات الاهتراء(لوس انجلوس) والكتلة الحجمية ونسبة التشرب والمسامية على الصخور الكربوناتية لثمانية مقالع للصخور في اللاذقية و طرطوس وحماه وحمص. تم إجراء هذه التجارب بدقة اعتماداً على المواصفات العالمية (ASTM, AASHTO) مع الالتزام بكافة الشروط المحددة بهذه المواصفات،وبعد إجراء التجارب قمنا بمعالجة نتائج هذه التجارب وبدراسة العلاقات المحتملة بين الخواص الفيزيائية المحددة بواسطة هذه التجارب .

الدراسات المرجعية المتعلقة بالبحث:

هناك العديد من الأبحاث التجريبية التي تناولت موضوع البحث فمنها من درس الارتباط بين اختبارات الاهتراء والمتانة(مايكرو-ديفيل،لوس انجلوس،سلفات المغنيزيوم، سلفات الصوديوم) مع بعضها بعضا مثل (Rangaraju,2005) و(Rangaraju,2008) . كما ركزت بعض الأبحاث الأخرى على مناقشة ارتباط نسبة الاهتراء وفق لوس انجلوس مع الخواص الفيزيائية الأخرى للصخور مثل (Fowler,2006)حيث تم دراسة ارتباط بعض خصائص الصخور (نسبة التشرب، الوزن النوعي،الحجم ،المظهر) المأخوذة من (117) مصدر للحطاميات

الصخرية في الولايات المتحدة وكندا، مع نسبة الاهتراء وفق لوس انجلوس فوجد أن هناك ارتباطا ضعيفا بين نسبة الاهتراء والخصائص الفيزيائية المدروسة.

وهناك أيضاً (Rismantojo, 2002) الذي درس ارتباط خاصية التشرب للصخور من (11) مصدر مع نسبة الاهتراء ووجد أن هناك ارتباطاً مع اختبار لوس انجلوس مقداره (**0.684**).كما درس (Tarefder,2003) نوعين من الحطاميات من مصادر مختلفة (صخور رملية ، صخور كلسية) ووجد ارتباط واضح بين نسبة الاهتراء والتشرب بالنسبة للصخور الرملية و ارتباط ضعيف بين نتائج الاهتراء و(نسبة التشرب،الوزن النوعي) للصخور الكلسية.

العينات الصخرية:

للحصول على العينات الصخرية تم زيارة عدة مقالع صخرية كربوناتية،في كل من محافظة حماة وطرطوس واللاذقية ومقلع حسياء بحمص، وقمنا بانتقاء العينات الممثلة قدر الإمكان للصخور الموجودة بالمقالع، وأحضرت العينات إلى مخبر ميكانيك التربة والصخور في جامعة تشرين– كلية الهندسة المدنية وكانت على شكل كتل صخرية كبيرة، تم تكسيرها مخبرياً حسب الأقطار المحددة لاختبار لوس انجلوس، ولزيادة دقة التجارب تم تكسير الحواف الحادة للصخور المكسرة.

ونوضح بالجدول (1) مناطق إحضار العينات الصخرية المختبرة بالإضافة لأسماء المقالع والتوصيف الأولي للعينات الصخرية المختبرة.

جدول رقم (1) نوعية الصخور الكربوناتية المختبرة.

نوع الصخر	المقلع	المنطقة
صخر كلسي بلون أبيض مع عدسات رخامية، وصخر كلسي دولوميتي قوي التماسك بلون بيج غامق	المحروسة	حماة
كلسي أبيض ، وصخر كلسي بلون أبيض وزهري نفوذ وضعيف التماسك	كفرطامو	
دولوميتي قوي التماسك بلون بيج غامق	بيصين	
صخر كلسي كتلي بلون بيج فاتح ، صخر مارلي	نحل الجرد	طرطوس
كلسي كتلي بلون بيج،أبيض	قلع زيدان	اللاذقية
كلسي كتلي بلون بيج غامق بالنواة وبالخارج كلسي أبيض	زاما	
مارلي، كلسي أبيض، أراغوانيت، كلسي يحوي تجاويف	الحفة – بنعمو	
صخر كلسي كتلي قوي التماسك بلون بيج غامق	حسياء	حمص

تم فرز العينات من كل مقلع على حدا من حيث النوع والتجانس والمظهر ،فمن مقلع المحروسة تم تحديد نوعين من العينات (a,b) ومن مقلع كفر طامو (a,b) وكذلك من نحل الجرد (a,b) ، ومن مقلع قلع زيدان ثلاث أنواع من الصخور (a,b,c) ومن زاما (1,2) ، أما مقلع(الحفة – بنعمو) فنظراً لتنوع الصخور المحضرة منه تم تقسيمها إلى خمس عينات (1,2,3,4,5) ، بينما مقلع بيصين وحسياء كانت العينات متجانسة ولنوع واحد من الصخر.

اختبار الاهتراء(لوس انجلوس) (Los Angeles Abrasion(AASHTO T96)) :

يعتمد إجراء الاختبار على مرحلتين:

أ- تحضير العينات الصخرية:

تم تكسير وتجهيز العينات وفق الأقطار والكميات المتوافقة وفق تدرج حبي محدد وكميات محددة،وبعد تجهيز العينات بالوزن المطلوب تم غسلها وتجفيفها ضمن فرن درجة حرارته (105)° درجة لمدة أربع وعشرين ساعة.

ب- **إجراء الاختبار:**

تم تحضير وإجراء ثلاثة اختبارات لوس أنجلوس للعينة الصخرية الواحدة من كل مقلع، ويتلخص الاختبار بوضع عينة صخرية بتدرج حبي ووزن معين ضمن الجهاز الدوار الخاص بالتجربة، ثم يتم وضع عدد محدد من الكرات الحديدية يتعلق عددها بأقطار العينة ووزنها ومن ثم يتم إغلاق الجهاز بإحكام وتدويره بسرعة ثابتة لعدد من الدورات يحدد اعتماداً على العينة الصخرية وعلى عدد الكرات الحديدية، وبعد انتهاء التجربة يتم نخل العينة على المنخل(1.8mm) وغسيل المحجوز عليه وتجفيفه وحساب نسبة الاهتراء.

ب- الاختبارات الأخرى على العينات الصخرية :

تم تحديد الخواص المطلوبة وذلك بمعدل ثلاث اختبارات للعينة الواحدة و أخذت القيمة المتوسطة الحسابية بالنسبة لكل عينة والنتائج موضحة بالجدول التالي:

جدول(2) نتائج الخواص الفيزيائية المدروسة للعينات الصخرية

اسم المقلع	الرقم المخبري	الكتلة الحجمية(g/cm^3)	نسبة التشرب%	المسامية%	نسبة الاهتراء%
نحل الجرد – طرطوس	1	2.6	2.9	5.4	33.5
	2	2.2	6.48	20.86	40.5
مصياف– المحروسة	3	2.7	1.06	1.56	23.1
	4	2.6	1.85	4.41	31.9
كفر طامو– حماة	5	2.56	4.22	6.9	38.48
	6	2.62	1.6	4.61	30.8
بيصين	7	2.75	0.15	3.51	18.8
حسياء– حمص	8	2.77	0.55	0.1	17.7
قلع زيدان–A	9	2.53	1.03	7.33	27.12
قلع زيدان–B	10	2.54	0.8	6.27	29.36
قلع زيدان–C	11	2.48	3.05	8.82	29.94
زاما–1	12	2.63	0.1	4.01	29.96
زاما–2	13	2.5	1.75	8.42	29.98

بنعمو-1	14	2.1	8.58	25.0	41.1
بنعمو -2	15	2.39	3.42	15.24	39
بنعمو -3	16	2.51	1.29	10.0	28
بنعمو -4	17	2.5	1.31	8.76	28.41
بنعمو -5	18	2.59	1.16	4.78	29

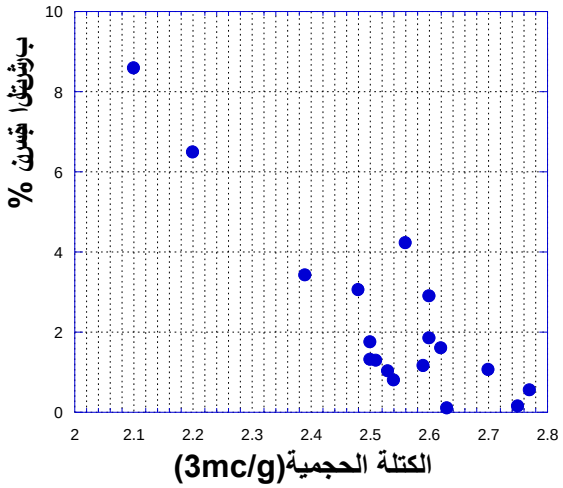
نلاحظ من الجدول السابق أنه تم دراسة (18) عينة صخرية من مختلف المقالع و أن هناك تماثلا لبعض العينات بخاصة فيزيائية معينة واختلاف بنسبة الاهتراء ويعود السبب إلى اختلاف في نوعية الصخر ودرجة تجانسه ومكان تواجده.

النتائج والمناقشة:

بعد إجراء التجارب على العينات الصخرية تم دراسة إمكانية وجود ارتباط بين هذه الخواص مع بعضها بعضا وكذلك مع اختبار الاهتراء بلوس انجلوس كما يلي:

1- دراسة ارتباط الخواص الفيزيائية فيما بينها :

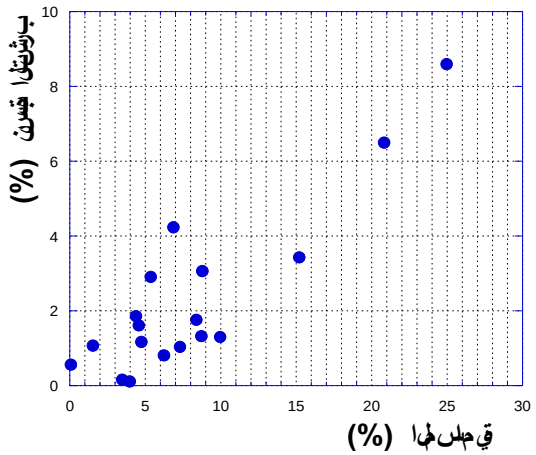
يوضح الشكل التالي العلاقة بين خاصية التشرب والكتلة الحجمية :



الشكل (1) العلاقة بين خاصية التشرب والكتلة الحجمية

نلاحظ من الشكل السابق انخفاض نسبة التشرب مع تزايد قيمة الكتلة الحجمية.

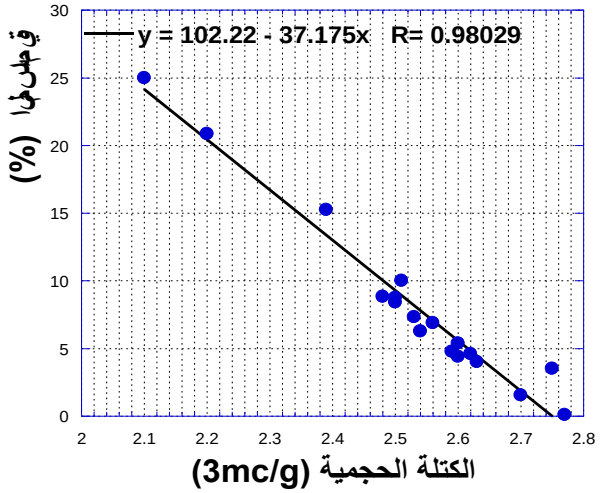
كما نعرض في الشكل (2) العلاقة بين نسبة التشرب والمسامية :



الشكل (2) العلاقة بين خاصية التشرب والمسامية

نلاحظ من الشكل السابق أن أغلب العينات مساميتها أقل من (10)% وهناك زيادة لنسبة التشرب مع زيادة مسامية الصخر.

وبدراسة العلاقة بين الكتلة الحجمية للعينات المدروسة مع المسامية حصلنا على العلاقة الموضحة بالشكل التالي:



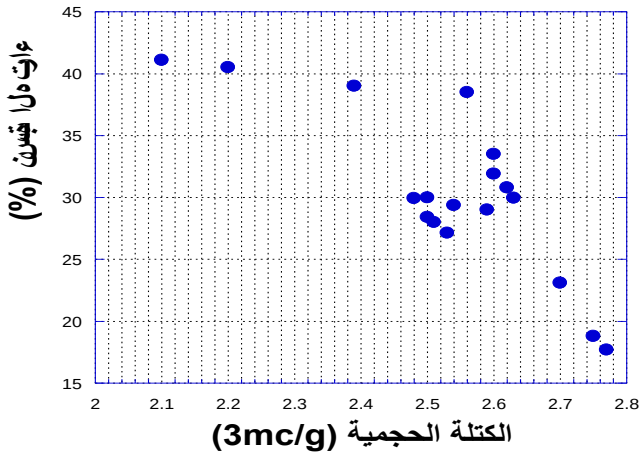
الشكل (3) العلاقة بين الكتلة الحجمية والمسامية

نلاحظ : أن أغلب العينات الصخرية تتراوح مساميتها (4–15%) وكتلتها الحجمية (2.4–2.6) (g/cm^3) وبالتالي هناك تناقصاً خطياً للمسامية مع ازدياد الكتلة الحجمية وبمعامل ارتباط مقداره (0.98).

2- دراسة ارتباط الخصائص الفيزيائية مع نسبة الاهتراء بلوس انجلوس:

بعد دراسة ارتباط نتائج كل من (نسبة التشرب و الكتلة الحجمية و المسامية) مع بعضها بعضا وجدنا أن الارتباط الأكبر كان بين خاصية المسامية والكتلة الحجمية بمعامل ارتباط مرتفع وكذلك هناك ارتباط بين خاصية التشرب وكلاً من الكتلة الحجمية والمسامية واعتماداً على النتائج السابقة قمنا بدراسة ارتباط كل من نتائج الخصائص الفيزيائية مع نتائج نسبة الاهتراء بلوس انجلوس كل على حدا.

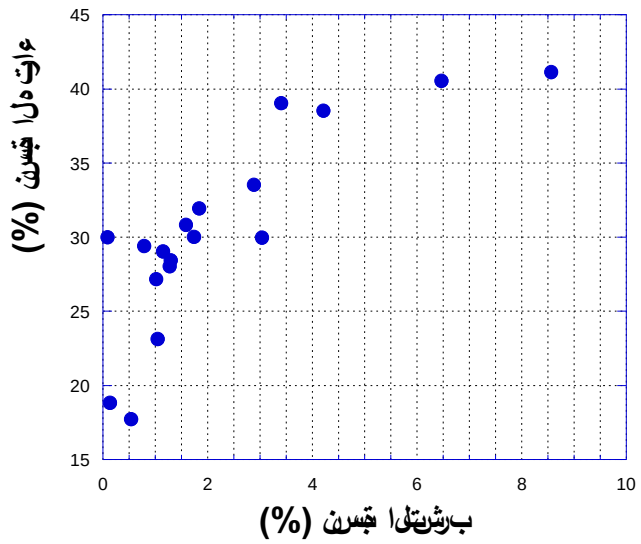
ويبين الشكل (4) العلاقة بين نسبة الاهتراء بلوس انجلوس والكتلة الحجمية:



الشكل (4) العلاقة بين نسبة الاهتراء بلوس انجلوس والكتلة الحجمية

نلاحظ من الشكل السابق تناقصاً لنسبة الاهتراء مع ازدياد الكتلة الحجمية للعينات الصخرية، مع التنويه لوجود بعض العينات التي لها نفس الكتلة الحجمية مع تباين بنسبة الاهتراء والسبب يعود إلى طبيعة الصخر ودرجة تجانسه.

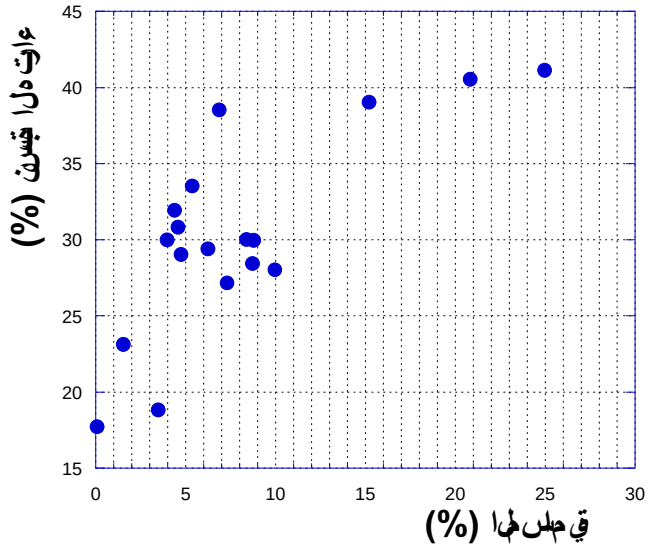
ويبين الشكل (5) العلاقة بين نسبة الاهتراء بلوس انجلوس و نسبة التشرب :



الشكل (5) العلاقة بين نسبة الاهتراء بلوس انجلوس ونسبة التشرب

نلاحظ من الشكل السابق أن أغلب العينات الصخرية نسبة تشربها أقل من (3%) وأنه عندما تتجاوز نسبة تشرب بعض العينات هذه القيمة تزداد نسبة الاهتراء لتصبح أكبر من (35%) .

ويبين الشكل (6) العلاقة بين نسبة الاهتراء بلوس انجلوس والمسامية :



الشكل (6) العلاقة بين نسبة الاهتراء بلوس انجلوس والمسامية

نلاحظ من الشكل السابق أن أغلب العينات نسبة المسامية فيها أقل من (10%) وهناك عينات تجاوزت نسبة المسامية (20%)، ويمكن تفسير تباعد بعض النتائج على الشكل السابق بأن الدراسة شملت عدة أنواع لصخور كربوناتية متواجدة ضمن المقالع وبالتالي هناك اختلاف بالنسبة لنوعية الصخر.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- انخفضت قيمة نسبة التشرب للعينات الصخرية المدروسة مع تزايد قيمة الكتلة الحجمية.

2- العلاقة بين نسبة المسامية والكتلة الحجمية للصخور الكربوناتية المدروسة هي علاقة خطية بمعامل ارتباط مقداره (0.98).

3- ازدادت قيمة نسبة التشرب مع زيادة مسامية العينات الصخرية المدروسة.

4- انخفضت نسبة الاهتراء وفق لوس انجلوس مع ازدياد الكتلة الحجمية للعينات الصخرية، وازدادت نسبة الاهتراء مع ازدياد نسبة التشرب والمسامية للعينات الصخرية المدروسة.

التوصيات :

1- العينات المدروسة من مقلع (بيصين-المحروسة) في محافظة حماة و والعينات من مقلع (عين الشرقية+ زاما) اللاذقية هي عينات نسبة الاهتراء فيها (30%-18%)، ويستحسن الاهتمام أكثر بهذه المقالع من حيث تكثيف دراسة اختبار الاهتراء والاختبارات الأخرى.

2- الصخور الكربوناتية المدروسة هي صخور مقاومة لتأثير الاهتراء بنسب تتراوح بين (41%-18%) وذلك حسب المقلع و الصخر المدروس.

3 - تم في البحث دراسة (18)عينة صخرية كربوناتية حيث أغلب العينات تتراوح مساميتها (15%-4%) وكتلتها الحجمية (2.6-2.4) (g/cm^3). لذلك يستحسن إجراء دراسة على عدد آخر من العينات الصخرية الكربوناتية بحيث تضمن مجالات للكتلة الحجمية أصغر أو أكبر من المجال المدروس وبذلك يتم زيادة النقاط المدروسة بالنسبة لكل بارمتر وهذا يفسح المجال لإكمال هذا البحث وتدعيمه بالنتائج. و يمكن مستقبلا دراسة خواص فيزيائية جديدة للعينات الصخرية (قساوة الصخر ، عامل الطراوة، البنية ،.....) مع نسبة الاهتراء وفق لوس أنجلوس .

كما يمكن توسيع البحث من خلال دراسة أنواع أخرى من الصخور الماغماتية (البازلت،.....) أو الصخور الاستحالية(السربنتين،....) ومقارنة نتائجها مع نتائج الصخور الكربوناتية.

المراجع:

1- CUELHO,E.M.;OBERT,K. *Comparative Analysis of Coarse Surfacing Aggregate Using Micro-Devel ,L.A. Abrasion and Sodium Sulfate Soundness Tests*. Montana State University, Bozeman, 2007, 47p.

2- FOWLER, D.W. ; ALLEN,J.J; LANGE,A. *The Prediction of Coarse Aggregate Performance by Micro- Devel and Other Aggregate Test*. The University of Texas at Austin ,International Center for Aggregate, Research ICAR Report 507-1F,(2006).

3-John.P. Latham and Alan B.Pool .*Abrasion testing and armourstone degradation*. Coastal Engineering; vol 12 , September 1988,p(233-255).

4 - PARKER, W.Y.; KANDHAL,P. S. *Aggregates Toughness/Abrasion Resistance and Durability/Soundness Tests Related to Asphalt Concrete Performance in Pavements*. Transportation Research Record .National Center for Asphalt Technology ,Auburn ,University , Auburn, Alapama,1998,p(85-93).

5 - RANGARAJU,P.R. ; EDLINSKI,J. *Evaluation of South Carolina Aggregate Durability Properties* .South Carolina Department of Transportation, Report No .FHWA-SC-05-01 , 2005 ,57p.

6- RISMANTOJO,E**.** *Permanent Deformation and Moisture Susceptibility Related Aggregate Test for use in Hot- Mix Asphalt Pavements***.** Ph.D Thesis. Purdue University , West Lafayette ,Indiana. 2002, p(110-126).

7-Rangaraju,Prasada Rao. *Comparative Evaluation of Micro-devel Abrasion Test with other Toughness(Abrasion Resistance and Soundness Tests*. Journal of Materials in Civil Engineering;vol.20, 2008,pp(343-351).

8- Tarefder,R.A.,Zaman,M.,and Hobson,K .*Micro-Devel Test for Evaluating Properties of Roadway Aggregate*. International Journal of Pavements :maintenance and rehabilitation of pavements and technological control; Vol.2,(2003),Issue 1-2.

9-Wu,Y;Parker,F;Kandhal,P S. *Aggregates Toughness/Abrasion Resistance and Durability/Soundness Tests Related to Asphalt Concrete Performance in Pavements*. Transportation Research Record; NCAT Report No.02-09.National Center for Asphalt Technology Auburn University , Auburn, ,1998,p(85-93).

10-Wu,Y;Parker Jr,F.*Evaluation of Tests for Toughness/Abrasion Resistance and Durability/Soundness of Coarse Aggregate*. Cement,Concrete,and Aggregates,vol.21, 1999,p(12-22).