مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research -Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

خصائص سطح الطريق لبعض الشوارع في مدينة اللاذقية

الدكتور: غسان يونس *
الدكتورة: رناء درويش أحمد**
المهندسة: إلهام بدران***

(قبل للنشر في 1998/11/4)

□ ملخص □

يهدف البحث إلى تقييم ميداني لبعض الشوارع في مدينة اللاذقية من خلال دراسة خصائص سطح الطريق الممثلة بـ (معامل الاحتكاك-الخشونة -السوية العرضية والطولية) بإجراء التجارب الميدانية اللازمة لهذه الشوارع، وذلك لما لها من تأثيرات في ديمومتها وفي مستوى أدائها خلال استثمارها وهذا ينعكس على راحة وسلامة وأمان وبيئة مستخدمي الطريق.

هذا وقد تم في هذا البحث قياس خصائص سطح الطريق باستخدام الجهاز النواسي /TRRL/Transportation Research Road Laboratory لقياس معامل الاحتكاك وتجربة البقعة الرملية لقياس الماكرو خشونة والقدة المستقيمة لقياس السوية الطولية والعرضية لهذه الشوارع في مدينة اللاذقية.

وقد تبين من خلال نتائج قياسات خصائص سطح الطريق للشوارع المدروسة أنها أقل من القيم المسموحة وفق المواصفات الفنية الخاصة بإنشاء الطرق وذلك لأسباب متعددة تحتاج إلى دراسة متعمقة لمعرفة الأسباب الكاملة لانخفاض قيم خصائص سطح الطريق لهذه الشوارع وذلك لإيجاد الحلول واقتراح المعالجة المناسبة للوصول إلى طرق تمتاز بمواصفات فنية مقبولة تحقق متطلبات الحركة المرورية بشكل آمن ومريح واقتصادي لمستخدمي الطريق.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة المواصلات والنقل -كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين اللاذقية -سوريا
** مدرسة في قسم هندسة المواصلات والنقل- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية -سوريا
*** طالبة ماجستير في قسم هندسة المواصلات والنقل- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية -سوريا

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

"Surface Layer Properties For Some Streets In LATTAKIA

*PH.Dr.Gassan Younez
**Dr.Ranaa Darwish Ahmad
***Eng.: Elham Bedran

(Accepted 4/11/1998)

❐ ABSTRACT ❐

The aim of this research is to have a field evaluation of some streets in LATTAKIA through studying the surface layer properties of which are (Coefficient of friction – Roughness – Longitudinal and Transverse Evenness) by making the required field tests, as they have effects in their durability and in the level of their performance during their service, this is can be reflected on the safety, the comfort, and the environment of the road users.

The measurement of the surface layer properties had been done in this research by using the pendulum instrument TRRL for measuring coefficient of friction and the experiment of the sandy patch for measuring roughness and straight rule for measuring the longitudinal and transverse evenness of these streets in LATTAKIA

The results of measuring the surface layer properties showed that the resulted values are less than the allowed standard values according to the specific technical characteristics of constructing roads, because of several factors which need a deep study to define the whole reasons of decreasing the values of the surface layer properties of these streets, all of these are to find solutions and to suggest the suitable treatment to have roads of acceptable technical specifications which can provide the traffic requirements safety, mobility and economy for road users.

Faculty of civil engineering - Tishreen University - Lattakia-Syria
Faculty of civil engineering -Tishreen University - Lattakia-Syria
Postgradu Student - Faculty of civil engineering -Tishreen University - Lattakia-Syria

1-مقدمة:

تعتبر خصائص ومميزات العربة الفنية العنصر التصميمي الرئيسي عند تصميم الطرق وذلك من خلال حركة العربة بمفردها أو حركة أرتال العربات على الطريق حيث تخضع العربة أثناء حركتها على الطريق إلى مجموعة من العوامل، تسير العربة بحركة تقدمية على الأجزاء المستقيمة من الطريق وبحركة دورانية حول محور شاقولي عند حركتها على المنحنيات كما تتعرض للاهتزاز أثناء حركتها في الاتجاهين الطولي والعرضي على سطح الطريق. إذاً إن نظام حركة العربة على الطريق يتأثر بالعوامل التالية:

1-حالة الطريق.

2-الخواص الفنية والاستثمارية للعربة.

3-المهارات الشخصية للسائقين وخبرة كل سائق في اختيار السرعة المناسبة له ولسيارته.[1] لذلك يجب على المهندس الطرقي معرفة العوامل المؤثرة على حركة العربة والعلاقة المتبادلة بين الطريق وسطحه والعربة من أجل تصميم عناصر الطريق بشكل صحيح لتحقيق الأمان والراحة للعربة ولمستخدمي الطريق بشكل اقتصادي، مع المحافظة على توازن العربة من جراء القوى المؤثرة عليها أثناء حركتها وتحقيق الاستمرارية والانسيابية الدائمة لحركة العربة في كافة الظروف.

اذاً يجب أن يمتاز سطح الغطاء الطرقي بخصائص استثمارية مقبولة تؤمن السلامة المرورية وتحقق ديمومة الطريق وزيادة عمر العربة لزيادة المردود الاقتصادي، وهذه الخصائص هي:

-الخشونة المقبولة لتأمين الحركة المريحة والآمنة للعربة.

-معامل احتكاك عال لمنع الانزلاق لتأمين السلامة المرورية بالإقلال من الحوادث الناجمة عن الانزلاق عند الفرملة أو الإقلاع أو التسارع أو التباطؤ.

-السوية الطولية والعرضية الكافية لمنع الاهتزازات التي تسبب الإزعاج لمستخدمي الطريق خاصة عند السير لمسافات طويلة أي تأمين الراحة لهم.[2،3]

2-خشونة سطح الطريق:

تعني خشونة سطح الطريق الجزيئات المينرالية الداخلة في تركيب المجبول البيتوميني المستخدم في إنشاء طبقة التغطية التي تبرز على سطح الطريق على شكل نتوءات صغيرة مما يجعل السطح خشن الملمس والمظهر، وعند حركة العربة على سطح الطريق فإن هذه النتوءات الصغيرة تلامس رسومات مطاط العجلة بحيث يتأمن التماسك بين سطح الطريق وإطار العجلة بشكل كاف للقضاء على حادثة الوتد المائي التي تنتج عند سير العربة في وسط رطب، وتقل وتزداد خشونة السطح حسب درجة اهتراء وتآكل هذه النتوءات وبالتالي يقل أو يزداد احتكاك العجلة المطاطية مع سطح الطريق.[4،1]

أنواع الخشونة: يوجد نوعان من خشونة سطح الطريق وهما:

الميكروخشونة: تعبر عن تباعدات النتوءات للبحصة الواحدة وتتعلق بنوع ومواصفات الحصويات المستخدمة في تنفيذ طبقة التغطية ومصدرها وطريقة تكسيرها، ويحتاج هذا النوع من الخشونة إلى أجهزة دقيقة ودراسة خاصة بها ليست محور بحثنا.

الماكرو خشونة: تعبر عن التباعد بين بحصتين متتاليتين داخلتين في تركيب المجبول المستخدم في تنفيذ طبقة التغطية، وتتعلق ببنية النسيج الحصوي المستخدم في الخلطة وطريقة مزجه وخلطه وطريقة تنفيذه وفرشه على الطريق.[5]

العوامل المؤثرة على الماكرو خشونة: تتعلق الخشونة بعدة عوامل منها:

-التدرج الحبي للمواد الحصوية المستخدمة ونوعه سواءً كان خشناً أو ناعماً بحيث يكون محققاً للتدرج الحبي النظامي حسب المواصفات التصميمية.

-مواصفات الحصويات المستخدمة من حيث الصلابة والقساوة وقدرتها على تحمل الإجهادات التي تتعرض لها لمقاومة التآكل والاهتراء الناجم عن الحمولات المحورية للعربات التي تستخدم الطريق.

-نسبة ونوع ومواصفات الرابط المستخدم في تركيب الخلطة المستخدمة في تنفيذ طبقة التغطية.[2،6]

طرق قياس الماكرو خشونة: تم قياس الماكرو خشونة بإجراء تجربة البقعة الرملية. **تجربة البقعة الرملية:** وتهدف هذه التجربة إلى إيجاد ومعرفة خشونة سطح الطريق استناداً إلى قطر البقعة الرملية.[7]

الأدوات اللازمة للتجربة:-جهاز فرش الرمل.

-مسطرة بطول 50سم على الأقل.

-حاجز للهواء من أجل حماية الرمل عند فرشه.

-فرشاة لتنظيف سطح الطريق من الغبار والأوساخ.

-رمل جاف تتراوح أقطار حباته بين(0.25-0.125 مم).

سير التجربة:

يغسل الرمل على المنخل رقم /200/ ثم يوضع في الفرن حتى يجف وثم ينخل وفق المناخل المطلوبة (0.25-0.125 مم) ثم تعيّر كمية الرمل المطلوبة /25 cm^3/ وتوضع في أكياس وتحفظ في مكان جاف.

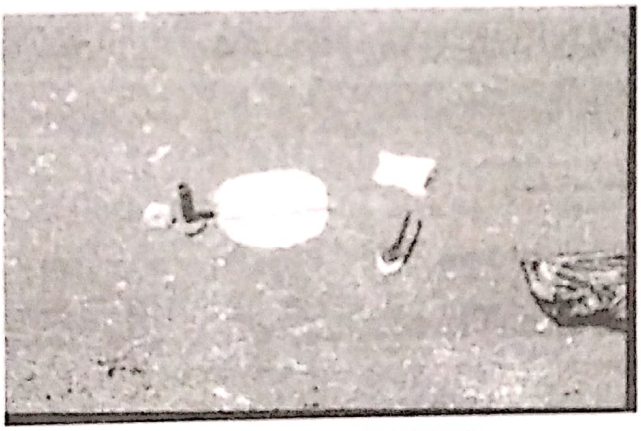
يلظف مكان العمل بشكل جيد ويفرش الرمل المحضر بواسطة جهاز فرش الرمل ليأخذ شكل دائرة وثم نقيس قطر دائرة الرمل المفروش بثلاث اتجاهات ونحسب القطر الوسطي.

يجب أن يكون سطح الطريق جافاً ونظيفاً وأن نقيس درجة حرارة سطح الطريق عند إجراء التجربة كما يجب حماية الرمل من الهواء عند فرشه. كما تظهر في الشكل (1)

تعطى خشونة سطح الطريق بالعلاقة التالية: $h=250/p$

حيث: h خشونة سطح الطريق ويجب ألا تقل عن 0.4mm

p مساحة دائرة الرمل المفروش.



الشكل(1) تجربة البقعة الرملية

3-انزلاقية سطح الطريق: الانزلاق:هو حركة العربة والدواليب مقفلة أي أنها متوقفة عن الدوران، ويعبر عن الانزلاق برقم يسمى عدد الانزلاق ويطلق عليه معامل الاحتكاك φ.[6] ومعامل الاحتكاك هو النسبة بين قوة الجر الأعظمية p_k إلى حمولة الدولاب الشاقولية Q_k والتي إذا زادت عن حدّ معين تبدأ معه الدواليب القائدة بالدوران في مكانها دون حدوث حركة تقدميّة إلى الأمام أو التزحلق على سطح الطريق عند الفرملة مع بقاء الدولاب متوقفاً عن الدوران، وحسب اتجاه محصلة القوى المؤثرة في سطح تماس العجلة مع سطح الطريق يوجد **نوعان من عامل الاحتكاك:**

عامل الاحتكاك الطولي φl: وهو العامل الموافق لبداية انزلاق الدولاب الخاضع للفرملة أو بداية دورانه في مكانه أثناء الإقلاع دون أن يقع تحت تأثير قوة جانبية، ويستخدم هذا العامل عند حساب المسافة التي تقطعها السيارة أثناء الفرملة الحديّة أو عند تقويم إمكانية إقلاع السيارة من مكانها، ويؤثر الاحتكاك على حركة العربة بقوة تسمى مقاومة التدحرج.

تنشأ مقاومة التدحرج نتيجةً لعدة عوامل منها: ضياع في الطاقة وتشوه العجلات وتماس العجلة مع سطح الطريق والاحتكاك الناتج عن التدحرج وعن ارتطام العجلة مع سطح الطريق مع تموجات سطح الطريق، وتتعلق مقاومة التدحرج بنوع العجلة المطاطية وتركيبها وبضغطها وأبعادها وبنوعية غطاء الطريق وخصائصه وبالمواصفات الفنية الميكانيكية للعربة نفسها.

عامل الاحتكاك العرضي φ_2 : وهو المركبة العرضية لكامل عامل الاحتكاك بسبب إزاحة الدواليب القائدة وتشكيل زاوية مع مستوى الحركة بسبب تأثير القوى الجانبية حيث تدور الدواليب وتتزحلق جانباً في آنٍ واحد ويستخدم هذا العامل في تصميم ثبات العربة عند مرورها على المنحنيات ذات أنصاف الأقطار الصغيرة.[4،1]

العوامل المؤثرة على مقاومة الانزلاق: تشكل ظاهرة الانزلاق علاقة معقّدة بين عوامل الطريق وعوامل العربة (العجلة) وعوامل القيادة والظروف المناخية وخاصة بعد التضخم الكبير في عدد العربات. ويمكن أن يأخذ الانزلاق عدة أشكال:

1-الانزلاق من خلال تجاوز قوى الاحتكاك.

2-الانزلاق على المنعطفات.

3-الانزلاق على الجليد أو المياه.

وتتعلق ظاهرة الانزلاق بخشونة سطح الطريق لأنه تحت تأثير القوى المماسية الناشئة في مكان التلامس بين العجلة وسطح الطريق يتعرض الطريق لحمولات متكررة تسبب تأكل واهتراء النتوءات البارزة على سطح الطريق مما يؤدي إلى انخفاض خشونة سطح الطريق أي حالة الحصى المصقولة (الملساء) أي انخفاض قيمة معامل الاحتكاك بين سطح الطريق والعجلة المطاطية وبالتالي زيادة طول مسافة الفرملة مما يؤدي إلى جنوح العربة جانباً حتى على الأجزاء المستقيمة من الطريق، وبشكل عام تكون قيمة معامل الاحتكاك منخفضة وفق مسار الحركة في الأماكن التي يكثر فيها تكرار مرور العربات [8].

ومن أهم العوامل المؤثرة على مقاومة سطح الطريق للانزلاق:

عامل الطريق: تشمل حالة سطح الطريق فيما إذا كان جافاً أو رطباً أو جليدي أو طيني وطريقة تصميم وتنفيذ المجبول المستخدم والمواصفات الفنية للمواد الحصوية المستخدمة من حيث الصلابة والقساوة ومنحني التدرج الحبي الخاص بها ونسبة ونوع الرابط المستخدم.

عوامل العربة: تشمل المواصفات الفنية للعربة ونوعية الإطارات المستخدمة وأنواع الفرامل للعربات لأن بعض أنواع الفرامل يقل عملها عندما تزداد درجة حرارتها نتيجة التوقف عند السرعات العالية أو لتكرار استخدامها وكذلك تآكل وأهتراء العجلات مما يقلل سطح التماس بين العجلة وسطح الطريق وهذا يسبب انخفاض قيمة معامل الاحتكاك وبالتالي انخفاض مقاومة سطح الطريق للانزلاق.

عوامل القيادة: وتتعلق بالعوامل النفسية للسائق ومهارته في القيادة ومدى فهمه واستيعابه لحالة الطريق من أجل اختيار الحركة الملائمة للحالة المرورية الراهنة، لأن اختيار السرعات العالية أثناء الحركة تجعل الدولاب غير قادر على التشوه بشكل كافٍ بسبب قصر فترة تماسه مع سطح الغطاء وهذا يسبب انغراز النتوءات البارزة إلى عمق اقل في مطاط العجلة أي إن السرعة العالية تسبب انخفاض معامل الاحتكاك ويكون انخفاض معامل الاحتكاك على الأغطية الجافة أقل بكثير من الأغطية الرطبة، كما أن السرعة العالية تؤدي إلى اقتلاع المواد الحصوية من السطح وتترك مكانها فراغات صغيرة تمتلئ بالرابط المستخدم نتيجة الحركة عليها ويصبح السطح ناعم ذي معامل احتكاك منخفض.[9]

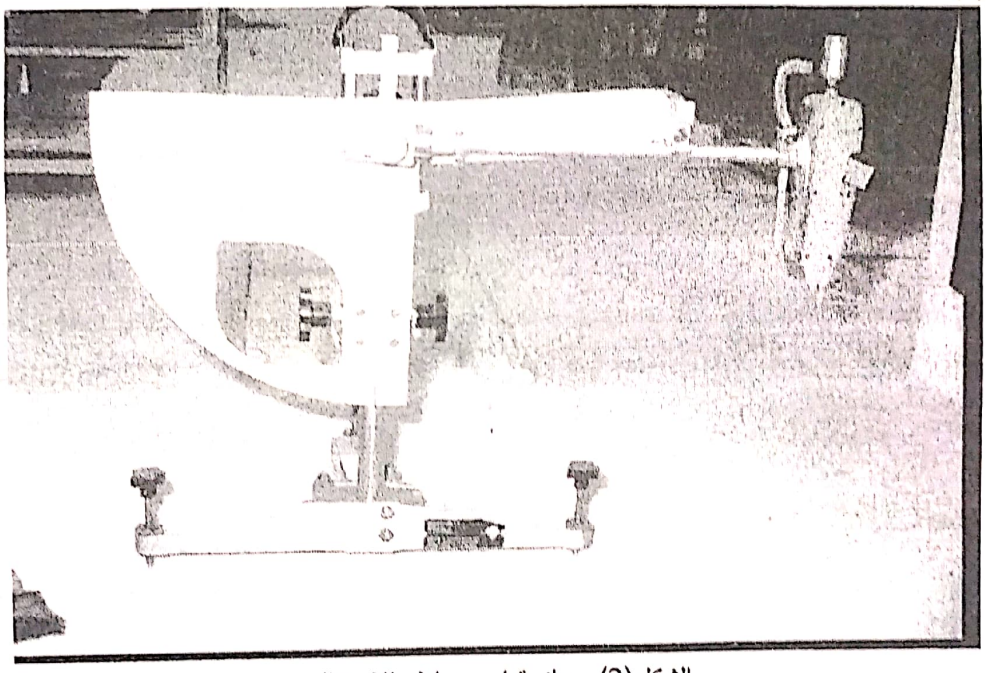
الظروف المناخية: تسبب الحركة على سطح مبلل بالماء ظاهرة الانزلاق ضمن الماء بسبب تشكل طبقة مائية سميكة تمنع الاتصال والتلامس بين الإطار وسطح الطريق مما يجعل قيمة معامل الاحتكاك منخفضة. تسبب هذه الطبقة المائية المتشكلة قوة رفع هيدروديناميكية تقلل من ضغط الدولاب على السطح بحيث تشكل إسفين (وتد) مائي يرفع العجلة نحو الأعلى، وكلما ازداد حجم الإسفين كلما قلّت مساحة التلامس بين سطح الطريق والعجلة مما يؤدي إلى انخفاض معامل الاحتكاك، وعند الوصول إلى السرعة الحرجة يتلاشى كلياً التلامس وهنا تفقد العجلات الأمامية للعربة قابلية القيادة ويصبح إيقاف العربة مستحيلاً مما يؤدي

إلى جنوحها، ومن أجل زيادة تماسك العجلة مع سطح الطريق وإمكانية طرد المياه من منطقة التماس يعمد إلى تخشين السطح بطرق مختلفة.

كما إن امتلاء الفراغات الصغيرة الواقعة بين البروزات الناتئة بالأوساخ والغبار ونواتج إهتراء الدواليب تؤدي إلى الإقلال من عمق انغراز النتوءات في مطاط العجلة وهذا يقلل من سطح التماس مما يخفض قيمة معامل الاحتكاك.[8،9]

طرق قياس مقاومة الانزلاق: تشمل بعض طرق قياس مقاومة الانزلاق قياس الحمولة اللازمة لجرّ دولاب غير دوّار فوق طريق مبلل بالماء، وتوجد طرق عديدة لقياس مقاومة الانزلاق وقد تمّ استخدام الجهاز البندولي.

طريقة الجهاز النواسي (البندولي): صمم وطوّر هذا الجهاز من قبل دائرة الطرق البريطانية BPN وقد انتشر على نطاق واسع، ويتم إنتاجه الآن من قبل عدة مصانع في بريطانيا وألمانيا وغيرها، ويحتوي هذا الجهاز على بندول ذي طرف مطاطي متدلٍ إلى الأسفل من ارتفاع ثابت، وعند وصوله إلى سطح الرصف فإن الاحتكاك يعرقل حركته مع الرصف وتحدد قيمة معامل الاحتكاك في هذه الحالة بزاوية انحراف البندول بعد اجتيازه لمنطقة التلامس أو الاحتكاك، ويعتمد سقوط الذراع على تحويل الطاقة الكامنة الموجودة في الذراع إلى طاقة حركية تسبب حركة المؤشر إلى قيمة معينة تكون قيمة معامل الاحتكاك. كما في الشكل (2)



الشكل(2) جهاز قياس معامل الاحتكاك

ومن خلال التجارب والاختبارات المقارنة تبين أن هذا الجهاز يعطي في حالة إجراء التجارب بساطة وسهولة نتائج تساوي إلى حد كاف نتائج قياس معامل الاحتكاك بوساطة العربات الديناموميترية[8]. ومن مزايا هذا الجهاز إمكانية استخدامه في القياسات المخبرية وبساطته وقلّة كلفته وسهولة نقله ولكن استخدامه في مجال الطرق يتطلب إيقاف حركة المرور عليها لأن الطرف المطاطي يلامس سطح الطريق ببطء[10،11].

طريقة إجراء التجربة بواسطة جهاز قياس عامل الاحتكاك TRRL:

الغاية من التجربة: معرفة قيم معامل الاحتكاك لسطح الطريق بواسطة الجهاز TRRL

الأدوات اللازمة: -جهاز قياس عامل الاحتكاك TRRLكما في الشكل (2)

-ماء لترطيب السطح -معدات تنظيف السطح -ميزان حرارة

سير التجربة: ينظف المكان المراد قياس معامل الاحتكاك فيه بشكل جيد ثم يوضع الجهاز بصورة أفقية باستخدام النوابض والزئبقية ويجب أن تكون درجة الحرارة بين($10-30م^0$)

يجب أن تكون حركة الجهاز موافقة لاتجاه حركة السير ويحدد طول الذراع (127-124.5مم)

يتم ترطيب سطح الطريق بشكل مستمر بعد تنظيفه قبل كل قياس.

يؤخذ متوسط ثلاث قراءات وإذا كان الاختلاف بين قراءة وأخرى أكبر من $2\ C^0$ في نفس النقطة، نكرر التجربة خمس مرات ونأخذ متوسط خمسة قراءات.

ويكون معامل الاحتكاك: $F=f\pm T$ عامل الاحتكاك النهائي

حيث: fعامل الاحتكاك المقروء على الجهاز.

Tعامل التعديل الحراري ويؤخذ من منحني خاص أومن جدول خاص حسب درجة الحرارة[11]

درجة الحرارة	عامل التعديل الحراري	درجة الحرارة	عامل التعديل الحراري	درجة الحرارة	عامل التعديل الحراري	درجة الحرارة	عامل التعديل الحراري
1	6.6-	11	2.7-	21	0.2+	31	2.1+
2	6.2-	12	2.4-	22	0.5+	32	2.3+
3	5.8-	13	2.0-	23	0.8+	33	2.4+
4	5.4-	14	1.7-	24	1+	34	2.5+
5	5.0-	15	1.4-	25	1.2+	35	2.6+
6	4.7-	16	1.1-	26	1.4+	36	2.7+
7	4.3-	17	0.8-	27	1.6+	37	2.8+
8	3.9-	18	0.5-	28	1.8+	38	2.8+
9	3.5-	19	0.3-	29	1.9+	39	2.9+
10	3.0-	20	0	30	2+	40	3+

الجدول (1) قيم معاملات التعديل الحرارية حسب درجة الحرارة

4-سوية سطح الطريق:

تعريف عدم السوية: عبارة عن تشوه سطح الطريق في المقطعين الطولي والعرضي ويعبر عن عدم انتظام السطح مما يولّد الإحساس بالسرعة والتسارع لدى مستخدمي الطريق وبالتالي الشعور بالإزعاج وعدم الراحة لديهم عند الحركة على الطريق.[6]

عناصر عدم السوية:

تقسم عناصر عدم السوية إلى التبدلات العرضية والطولية وتبدل سطح الطريق. وقد دلت الدراسات أن عدم السوية الطولية عامل مهم في التسبب بعدم الراحة للسائقين أثناء القيادة على الطريق وأن عدم السوية العرضية يسبب اهتزاز العربة، كما أن الانحناء العام لمحور الطريق يسبب قوى انعراج في العربة تولّد عدم راحة القيادة عند الحركة حيث أن أغلب العربات (70%منها) تسير ضمن خط سير محدد ويبعد الدولاب الأيمن بين (0.8-1.1م) من الحارة اليمنى، لذلك يمكن اعتبار طريقة قياس المقطع الطولي بين مساري الدواليب المتباعدة (1.85م) من الطرق الجيدة لتحديد سوية سطح الطريق كما أن المقارنة بين مساري الدولاب يعطي مقياساً لتبدلات السوية العرضية.

يتكون لدى مستخدمي الطريق شعور الركوب والإحساس بالسفر وينبع هذا الشعور للمقطع الطولي للطريق ولمواصفات السيارة (المواصفات الفنية والمعايير) ولسرعة السيارة، وبما أن مواصفات سيارات الركاب متشابهة أي أن مواصفات العربة لا تتغير كثيراً، إذاً إن شعور مستخدمي الطريق تابع لاهتزاز السيارة نتيجة مختلف أشكال المقطع الطولي للطريق ولسرعة العربة وأن معظم السائقين يضطرون للإبطاء أو لزيادة السرعة لتحسين القيادة على الطريق.

إن التشوهات الطولانية تؤثر على سوية السطح لأنها تأخذ أشكال مختلفة من التواترات والسعات التي تسبب اهتزاز وتأرجح العربة التي تسير على سطح الطريق كما إن التشوهات العرضية تسبب الإزعاج وعدم الراحة لمستخدمي الطريق.

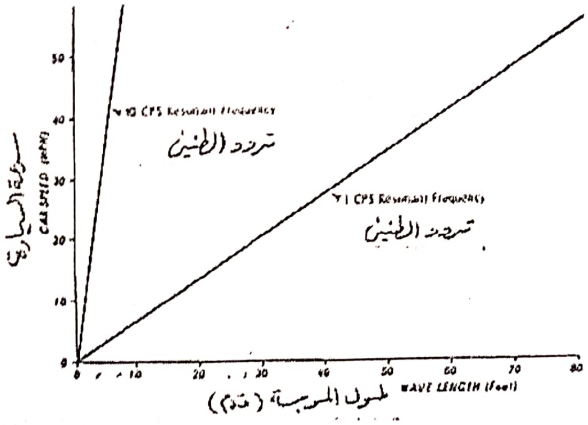
إذاً إنّ عدم سوية سطح الطريق الطولية والعرضية تنتج عن تشوهات السطح المختلفة مثل الهبوط أو الاهتراء أو التموج أو التخدد أو الشقوق أو أية تشوهات أخرى، وبما أن هذه التشوهات ذات أشكال مختلفة من التواترات والسعات فإنّ للطريق محتوى طول موجة تحدث عند سرعة معينة تأثيرات في العربة في إحدى ترددات طنين السيارة ويتراوح تردد الطنين في عربة الركاب بين (1-10دورة/ثانية) كما في الشكل(3) الذي يوضح العلاقة بين طول الموجة وسرعة السيارة وتردد طنينها فيلاحظ أنه في أية سرعة يكون هناك طول موجة لسطح الطريق سوف تسبب تأثيراً في إحدى ترددات الطنين للسيارة.

وإذا كانت سعة طول الموجة كبيرة فإنّ السفر بالعربة سوف يتأثر وبما أن مواصفات العربات متشابهة فإنّ انتقال التأثير إلى العربة وصفات السفر يتبعان طول الموجة لسطح الطريق.

وتنتج الاهتزازات عن قوى مقاومة التدحرج نتيجة هزات وضربات دواليب العربة المتحركة على طريق غير مستو وحاوي على التشوهات ونتيجة الطاقة المصروفة بسبب تشوه الاطارات المطاطية والنوابض والمقصات الناجمة عن تشوهات الغطاء الطرقي.

تتعلق شدة الاهتزازات بسرعة العربة ومرونة الإطارات المطاطية، وعندما تتحرك العربة على طريق غير مستو ومشوه فإنّ الاهتزازات والضربات تؤدي إلى تخفيف السرعة وهذا يحتاج إلى طاقة إضافية حتى تتأمن الحركة المتوازنة على هذا الطريق بالسرعة المطلوبة.

إنّ عدد الضربات يتناسب طرداً مع مربع السرعة للعربة لذلك فإنّ قيمة عامل التدحرج تزداد مع زيادة سرعة العربة وقد يحدث في إطارات العربة اهتزازات قطرية شديدة، وفي حال زيادة سرعة الحركة عن السرعة الخطرة فإنّ عامل التدحرج يزداد بشكل واضح، ويمكن أن تحدث هذه الظاهرة عندما تكون السرعة
أقل من السرعة الخطرة في حال انخفاض ضغط الهواء في إطارات العربة.[6،9]

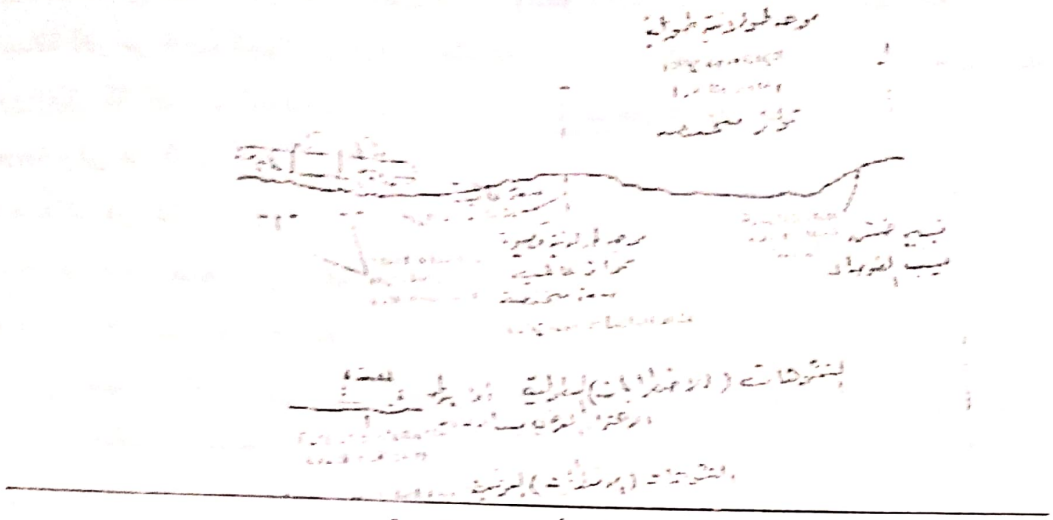


الشكل(3) العلاقة بين ترددات الطنين للسيارة وسرعتها وأطوال موجات سطح الطريق

ملاحظة: القدم=30.48سم الميل=1609.35م الإنش=2.54سم

أنواع عدم السوية: توجد عدة أنواع لعدم سوية سطح الطريق كما في الشكل(4) حيث يمكن أن تحدث التشوهات ذات الموجة الطولانية (الجزء الأيمن من الشكل) بسبب انضغاط أعماق الطابق الترابي وعادة تكون هذه الموجات ذات سعة عالية وتواتر منخفض.

وهناك نوع آخر من التشوهات ذات الموجة الطولية القصيرة (الجزء العلوي الأيسر) ذات التواتر العالي والسعة المنخفضة، ويمكن أن يكون سطح الطريق ذي نسيج خشن ممّا يؤدي لحدوث الضوضاء والضجة العالية عند الحركة عليه وهناك التخدد الذي يسبب الاهتزازات الجانبية.[9,12]



الشكل(4) أنواع عدم السوية

طريقة قياس سوية سطح الطريق: إنّ تشوه الأغطية الطرقية ذو طبيعة عشوائية قد تكون تشوهات طويلة أو قصيرة الموجة ذات تواترات وسعات مختلفة لذلك يجب اختيار أجهزة قياس السوية بحيث تكون شاملة قدر الإمكان لقياس التشوهات بدقة كافية ليتمكن المهندس الطرقي من الاستفادة من معطياتها إلى أقصى حد ممكن، ولكن من الصعب قياس التشوهات الطولية والعرضية بآن واحد وبجهاز واحد. ويجب أن يتمتع جهاز قياس السوية بالميزات التالية: 1-أن يكون قادراً على القيام بعدد كبير من القياسات خلال فترة زمنية قصيرة.

2- أن يكون خفيفاً وقابلاً للاستخدام في أعمال مراقبة التنفيذ.

3-أن يكون قادراً على قياس التشوهات الفجائية في سطح الطريق والموجات الطولانية.

ومن أهم الأجهزة المستخدمة في قياس السوية:[12]

جهاز المستوي الأفقي الثابت: يبين الشكل(5)المبدأ العام للقدة المستقيمة، وقد استعمل هذا الجهاز لسنوات عديدة من أجل مراقبة التنفيذ.

الشكل(5) مبدأ عمل القدة المستقيمة

وكما في الشكل(6) يلاحظ أن لدقة الجهاز علاقة بطول قاعدته وتتحول التغيرات الصغيرة في سطح الطريق (ميل الطريق) التي توجد على مسافة أكبر من قاعدة الجهاز إلى قراءات مشوهة إلى حد كبير كما إن الانقطاعات كالفواصل والشقوق الطولية يتم تسجيلها بدقة، وتتعلق دقة القياسات الطولية بالوضع النسبي لدولاب التسجيل كما في الشكل(6)

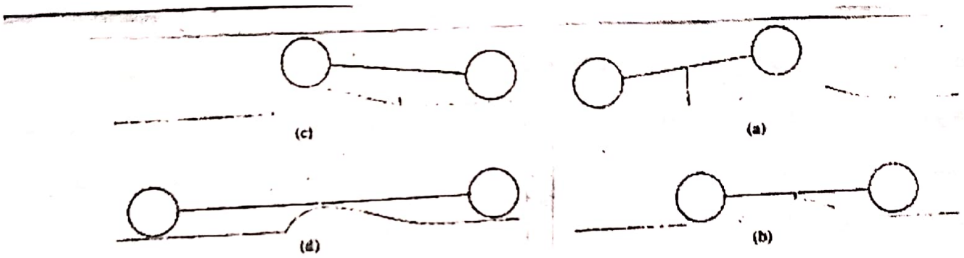
a-يسجل القلم هبوطات في هذا الوضع(عكس الواقع)

b-يسجل القلم الوضع الراهن بشكل صحيح

c-يسجل القلم هبوطاً في هذا الوضع(عكس الواقع)

d-يسجل القلم الوضع الراهن بشكل صحيح بسبب الطول الكافي لقاعدة الجهاز

يلاحظ أنّ طول ذراع الجهاز له أهمية كبيرة في دقة القياس وخاصة إذا كان التغير عند نقطة ما أكبر من طول ذراع الجهاز فإن الجهاز يعطي قراءة خاطئة، وعموماً إنّ التغيرات الفجائية تقاس بدقة كبيرة.



الشكل(6) الوضع النسبي لدولاب التسجيل

5-الدراسة العملية: تمّ قياس خصائص سطح الطريق لشارعي /حلب+14رمضان/ وشارع /الشيخ صالح العلي+الثورة/ باستخدام الطرق التالية:

1-قياس الخشونة بإجراء تجربة البقعة الرملية.

2-قياس عامل الاحتكاك باستخدام جهاز قياس عامل الاحتكاك TRRL.

3-قياس السوية الطولية والعرضية باستخدام القدّة المستقيمة ذات الطول4m.

وفيما يلي نتائج القياسات التي حصلنا عليها حسب الجدول (2):

شارع حلب + 14رمضان-الاتجاه الأول					تاريخ 1-1996/10/5م				
عدد المقاطع	رقم المقطع	المكان	المسافة الجزئية	المسافة التراكمية	معامل الاحتكاك	الخشونة	السوية العرضية %	السوية الطولية %	ملاحظات
1	1	جسر حلب	0	0	70.5	0.446	6.33	1	خشن ونقي/غبار
2	2	التحويلة	400	400	70.1	0.402	7.33	1	خشن ومصقول/جيد/
3	3	الصيدلية	470	870	66.3	0.23	8.33	0.67	خشن ومصقول/جيد/
4	4	مدخل جامعة تشرين	430	1300	63.13	0.25	8	2.33	خشن ومصقول/جيد/
5	5	موقف اسبيرو	500	1800	65.63	0.248	7.67	2.67	زوال الرابط+خشونة
6	6	دوار الزراعة	400	2200	64	0.233	9	3	حصى مصقولة
7	7	مفرق بوقا	450	2650	62.8	0.25	6.67	3.67	حصى مصقولة
8	8	موقف المشفى العسكري	350	3000	67.22	0.313	6.67	4.33	مشوه+ شقوق تمساحية
9	9	مركز النقل العسكري	500	3500	46.87	0.139	9.33	3	نعومة زائدة
10	10	جامع فاطمة الزهراء	250	3750	50.3	0.13	6.67	0.67	نعومة زائدة
11	11	مخفر الشيخضاهر	350	4100	68.33	0.233	9.33	5.33	شقوق مختلفة ومتنوعة
شارع حلب + 14رمضان - الاتجاه الثاني					تاريخ 6-1996/10/10م				
12	1	جسر حلب	0	0	68.35	0.18	4.67	2	خشونة+تموج-حديث
13	2	التحويلة	400	400	68.22	0.233	5	2.33	خشن ومصقول/جيد/
14	3	الصيدلية	870	800	68.5	0.135	9.33	1	زفت حديث-تموج
15	4	مدخل جامعة تشرين	430	1300	60.53	0.19	5.33	2.33	تموج
16	5	موقف اسبيرو	500	1800	49.02	0.151	7	1	تشوهات مختلفة
17	6	دوار الزراعة	400	2200	44.73	0.189	5	2.33	نعومة-حصى مصقولة
18	7	مفرق بوقا	450	2650	54.63	0.169	5	4	غبار+تعري الحصى
19	8	موقف المشفى العسكري	350	3000	60.43	0.181	5.33	2.33	تشوهات مختلفة
20	9	مركز النقل العسكري	500	3500	50	0.107	7	4	نعومة-حصى مصقولة
21	10	جامع فاطمة الزهراء	250	3750	70.69	0.133	5.33	4.67	حصى مصقولة+نعومة
22	11	مخفر الشيخضاهر	350	4100	54.9	0.233	3	3.33	تشوهات مختلفة

يتبع

شارع الشيخ صالح العلي + الثورة-الاتجاه الأول									تاريخ 12-1996/10/20م				
23	1	مبنى جريدة الوحدة	0	0	55.03	0.192	4.33	6	تموج+نعومة+تشوهات				
24	2	الجنائية	300	300	54.3	0.1873	2.67	1	نعومة+حصى مصقولة				
25	3	بعد مبنى البريد	475	175	48.84	0.128	2.67	1.67	غبار+أوساخ+تشوهات				
26	4	قبل السابع من نيسان	850	375	55.3	0.314	5.67	2	صيانة+تشوهات+أوساخ				
27	5	مدخل القوى البحرية	1105	255	46.19	0.186	2	0.67	زفت حديث				
28	6	نادي الباسل الرياضي	1415	310	49.9	0.578	2.33	3	زفت حديث				
29	7	مدرسة نديم رسلان	1730	315	53.5	0.421	3.67	5	مشوهة تماماً				
30	8	قبل دوار المنتزه	1950	210	53.67	0.2753	4	4.67	زحف+تشوهات مختلفة				
31	9	استراحة الفنار	450	450	51.4	0.136	4.67	1	نعومة+نزيف				
32	10	قبل مفرق الدعتور	800	350	57.52	0.1408	2.67	0.67	جيد				
33	11	دكان/منعطف/	1175	375	56.67	0.552	7.67	2	منعطف+زفت حديث				
34	12	أرض خالية	1410	235	55.53	0.4405	2.67	1	جيد				
35	13	قبل دوار عدن	1635	225	57.87	0.312	4	1.33	جيد				
36	14	مشفى عاطف سويد	1890	255	81.44	0.353	7	4	مشوه				
37	15	مكتبة علم الدين	2065	175	71.7	0.35	6.33	3	مشوه				
شارع الشيخ صالح العلي+الثورة-الاتجاه الثاني									تاريخ 20-1996/10/30م				
38	1	مبنى جريدة الوحدة	0	0	54.3	0.19	6.67	4	نعومة+حصى مصقولة				
39	2	الجنائية	300	300	50.82	0.103	7	1.67	حصى مصقولة				
40	3	بعد مبنى البريد	475	175	52.76	0.143	9.67	2.33	غبار+تشوهات				
41	4	قبل السابع من نيسان	850	375	47	0.135	4	2.67	حصى مصقولة+أوساخ				
42	5	مدخل القوى البحرية	1105	255	61.42	0.268	3	1	جيد				
43	6	نادي الباسل الرياضي	1415	310	58.72	0.22	6	1.33	جيد				
44	7	مدرسة نديم رسلان	1730	315	63.56	0.187	3.67	4	تشوهات مختلفة				
45	8	قبل دوار المنتزه	1950	210	59.56	0.261	5.67	2.33	زوال رابط				
46	9	استراحة الفنار	450	450	65.87	0.218	4.67	1	جيد				
47	10	قبل مفرق الدعتور	800	350	65.3	0.294	3	1.67	جيد				
48	11	دكان/منعطف/	1175	375	61.72	0.354	7	1.33	جيد				
49	12	أرض خالية	1410	235	60.8	0.403	5	1.67	جيد				
50	13	قبل دوار عدن	1635	225	60.42	0.305	3.67	5	جيد				
51	14	مشفى عاطف سويد	1890	255	70.37	0.31	5	3.33	تشوهات مختلفة				
52	15	مكتبة علم الدين	2065	175	70.03	0.284	3.67	4.67	تشوهات مختلفة				

الجدول (2)

6-تقييم النتائج: تمّ تقييم نتائج القياسات الميدانية لخصائص سطح الطريق:

A-معامل الاحتكاك: القيم الأقل من 55 غير مقبولة[10]

B -الخشونة: الحدود المسموحة[7]:

-عندما يكون **hp** أقل من **0.25mm** يكون القياس بالناقوس TRRLغير دقيق وبالتالي استبعاد هذه المقاطع وتحتاج أجهزة أخرى لقياس معامل الاحتكاك.

-عندما تكون **hp** أكبر من **0.55mm** تكون خشونة الطريق جيدة.

-عندما تكون **hp** بين **0.25mm** إلى **0.55mm** تتبع ظروف المقطع.

C-**السوية العرضية والطولية:** يجب ألاّ تتجاوز عدد القراءات الأكبر من **5mm** عن **3%**.[10]

كما تمّ تصنيف حالة سطح الطريق حسب بنية المواد الحصوية إلى:

-ناتئ وخشن: معامل احتكاك عال وخشونة عالية.

-مصقول وخشن: معامل احتكاك منخفض وخشونة عالية.

-ناتئ وناعم: معامل احتكاك عال وخشونة منخفضة.

-مصقول وناعم: معامل احتكاك منخفض وخشونة منخفضة[8].

يبين الجدول(3) تقييم نتائج القياسات الميدانية للشارعين المدروسين.

تقييم نتائج القياسات لشارعي حلب+14رمضان + الشيخ صالح العلي+الثورة

شارع حلب +14رمضان –الاتجاه الاول				شارع حلب+14رمضان–الاتجاه الثاني			
رقم المقطع	معامل الاحتكاك	الخشونة	السوية العرضية%	السوية الطولية%	معامل الاحتكاك	الخشونة	السوية العرضية%	السوية الطولية%
1	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
2	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
3	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
4	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
5	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
6	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
7	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول
8	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول
9	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول
10	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
11	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول

يتبع

	شارع الشيخ صالح العلي+الثورة – الاتجاه الأول				شارع الشيخ صالح العلي+الثورة–الاتجاه الثاني			
1	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول
2	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
3	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
4	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
5	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول
6	غير مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
7	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول
8	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
9	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول
10	مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول
11	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول
12	مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول
13	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول
14	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول
15	مقبول	مقبول	غير مقبول	مقبول	مقبول	غير مقبول	غير مقبول	غير مقبول

الجدول (3)

تقييم نتائج القياسات الميدانية لخصائص سطح الطريق للشوارع المدروسة: نتائج التقييم حسب الجدول(4)

		معامل الاحتكاك		الخشونة	
اسم الشارع	المقاطع المستثناة	المقاطع المقبولة	المقاطع غير المقبولة	المقاطع المقبولة	المقاطع غير المقبولة
حلب+14رمضان–الاتجاه الأول	11-10-9-6-3	8-7-5-4-2-1	-	-	8-7-5-4-2-1
حلب+14رمضان–الاتجاه الثاني	من المقطع1 إلى 11	-	-	-	-
شيخ صالح العلي+الثورة–الاتجاه الأول	10-9-5-3-2-1	15-14-13-12-11-4	8-7-6	6	15-14-13-12-11-8-7-4
شيخ صالح العلي+الثورة–الاتجاه الثاني	9-7-6-4-3-2-1	15-14-13-12-11-10-8-5	-	-	15-14-13-12-11-10-8-5

	السوية العرضية		السوية الطولية	
اسم الشارع	المقاطع المقبولة	المقاطع غير المقبولة	المقاطع المقبولة	المقاطع غير المقبولة
حلب+14رمضان–الاتجاه الأول	-	من 1 إلى11	10-9-6-5-4-3-2-1	11-8-7
حلب+14رمضان–الاتجاه الثاني	-	11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1	8-6-5-4-3-2-1	11-10-9-7
شيخ صالح العلي+الثورة–الاتجاه الأول	12-10-6-5-3-2	15-14-13-11-9-8-7-4-1	15-13-12-11-10-9-6-5-4-3-2	14-8-7-1
شيخ صالح العلي+الثورة–الاتجاه الثاني	10-5	15-14-13-12-11-9-8-7-6-4-3-2-1	12-11-10-9-8-6-5-4-3-2	15-14-13-7-1

الجدول (4)

تقييم كل شارع حسب حالة المقطع: أي حسب وجود التشوهات الماكروية أو عدم وجودها حسب الجدول(5)

تقييم المقاطع حسب الحالة				
اسم الشارع	المقاطع المقبولة	عدد المقاطع	المقاطع غير المقبولة	عدد المقاطع
حلب+14رمضان–الاتجاه الأول	7-6-5-4-3-2-1	7	11-10-9-8	4
حلب+14رمضان–الاتجاه الثاني	7-6-4-3-2-1	6	11-10-9-8-5	5
الشيخ صالح العلي+الثورة–الاتجاه الأول	13-12-11-10-9-8-6-5-4-2	10	15-14-7-3-1	5
الشيخ صالح العلي+الثورة–الاتجاه الثاني	13-12-11-10-9-8-6-5-4-2-1	11	15-14-7-3	4

الجدول (5)

اسم الشارع	عدد المقاطع الكلية المدروسة	عدد المقاطع المقبولة حسب الحالة	عدد المقاطع غير المقبولة حسب الحالة	عدد المقاطع المقبولة حسب خصائص سطح الطريق	عدد القاطع غير المقبولة حسب خصائص سطح الطريق
حلب+14رمضان-الاتجاه الأول	11	7	4	0	7
حلب+14رمضان-الاتجاه الأول	11	6	5	0	6
الشيخ صالح العلي+الثورة-اتجاه 1	15	10	5	3	7
الشيخ صالح العلي+الثورة-اتجاه 2	15	11	4	2	9
المجموع	52	34	18	5	29
النسبة %		65.4	34.6	9.6	55.8

الجدول(7)

تقييم المقاطع حسب خصائص سطح الطريق: سوف يتم تقييم المقاطع المقبولة حسب حالتها كما في الجدول(6).

تقييم خصائص سطح الطريق للمقاطع المقبولة حسب الحالة						
اسم الشارع	المقاطع المقبولة حسب الحالة	عدد المقاطع	المقاطع المقبولة حسب الخصائص	عدد المقاطع	المقاطع غير المقبولة حسب خصائص سطح الطريق	عدد المقاطع
حلب+14رمضان-الاتجاه الأول	7-6-5-4-3-2-1	7	-	0	7-6-5-4-3-2-1	7
حلب+14رمضان-الاتجاه الثاني	7-6-4-3-2-1	6	-	0	7-6-4-3-2-1	6
الشيخ صالح العلي+الثورة-الاتجاه الأول	9-8-6-5-4-2 13-12-11-10	10	13-12-6	3	11-10-9-8-5-4-2	7
الشيخ صالح العلي+الثورة-الاتجاه الثاني	9-8-6-5-4-2-1 13-12-11-10	11	10-5	2	13-12-11-9-8-6-4-2-1	9

الجدول (6)

تحليل النتائج: من خلال النتائج كما في الجدول (7) التي توصلنا إليها من تقييم النتائج السابقة نلاحظ أن:

الخلاصة والتوصيات: نلاحظ مما سبق أن نسبة المقاطع المقبولة بحسب خصائص سطح الطريق وبحسب حالة المقاطع منخفضة وهذا يعود لأسباب عديدة منها:

1-عدم إجراء الدراسات الكاملة لمشروع الطريق المراد تنفيذه وعدم إجراء كافة الاختبارات اللازمة للتأكد من صلاحية المواد المراد استخدامها بشكل علمي.

2-عدم استطاعتنا الحصول على الأضابير الكاملة الخاصة بالشوارع المدروسة.

3-عدم استخدام منهجية علمية أثناء تنفيذ الطريق من قبل الكادر العمالي (مهندسين وفنيين وعمال) وعدم التقيد بكافة المواصفات المطلوبة أثناء التنفيذ واستخدام آليات قديمة كثيرة الأعطال تسبب توقفات العمل.

4-التدقيق والمراقبة غير الكافية لمراحل التنفيذ.

إذاً إن الشارعين المدروسين يحتاجان إلى متابعة البحث بإجراء دراسة علمية تفصيلية لمعرفة وتحديد الأسباب الكاملة لانخفاض عدد المقاطع المقبولة حسب الحالة وعدد المقاطع المقبولة بحسب خصائص سطح الطريق لمعالجتها بالشكل المناسب ولتحديد نوع الصيانة الملائمة.

المراجع المستخدمة:

1-د.م حبوس، محمد زهري- الطرق والمطارات - جامعة دمشق-للعام الدراسي1977/1978م.

2-كلاركسن هـ. أوجلسبى-هندسة الطرق -ترجمة الطبعة الثالثة الإنكليزية

تأليف: كلاركسن-هـ. أوجلسبى أستاذ الهندسة المدنية -جامعة ستاتفورد-نيويورك1986/م

ترجمة: الدكتور علي سليمان حزّين-جامعة القاهرة 1986/م + الدكتور طارق يوسف الريدي-جامعة الإسكندرية.

3-د.م يونس، غسان-الطرق/1/التصميم الهندسي للطرق1996/1997/م-جامعة تشرين.

4-د.م حمد، عارف+د.م سريع، راجح-هندسة المواصلات-جامعة دمشق-للعام الدراسي1992/1993م.

5- W.Striegler - Verkehrs – und Tiefbau- Band 3 – Verkehrsbau – Verlag Fuer Bauwesen – berlin 1990.

6- Ralph Haas and w.Ronald Hudson -Pavement Management Systems

7- CSN 736177-CSN736195.

8-ف.بابكوف-أحوال الطرق وسلامة المرور-ترجمة الدكتور داود سليمان المنير-دار مير للطباعة والنشر1981/م.

9- EJ.Yoder-Principles of Pavement Design, John Wiley&Sons, Inc 1975.

10- Velske –Strassenbautech nik – werner Ingenieur - Texte 1993.

11- TGL–DK620,18-12095/01 Gruppe 932041-Griffigkeitspruefung April/1978.

12-م. البيك، باسل-رسالة دبلوم بعنوان "تقويم الوضع الراهن للأغطية الطرقية المرنة وتقويتها" بإشراف الدكتور المهندس عارف حمد- جامعة دمشق 1993/1994م.