مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد (22) العدد (9) 2000
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (22) No (9) 2000

الضجيج الطرقي

الدكتور غسان يونس*

(قبل للنشر في 2000/4/29)

❐ الملخّص ❐

يتناول هذا البحث مقدمة عامة عن الضجيج الطرقي، وتأثيره في الإنسان، إضافة إلى توضيح عناصره ومسبباته والإمكانيات المتاحة للحد منه.

تم تحديد العلاقة بين نوعية العربات وسرعتها والضجيج الناتج منها وذلك في حالة كون العربة بمفردها /أي طبيعة الانتشار الكروية للضجيج/ من خلال مجموعة من القياسات التي تمت في مدينة اللاذقية عام 1998.

كما تمت دراسة مفصلة لعدة حالات من السرعة للعربة السياحية وعلاقتها بالضجيج، وذلك لتوضيح واستثمارها هذه النتائج في إنشاء الطرق داخل المدن وخارجها، من حيث نوعية وخشونتها طبقة التغطية الطرقية.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة الموصلات والنقل – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (22) العدد (9) 2000
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research -Engineering Science Series Vol. (22) No (9) 2000

Road Noise

Dr. Ghassan YOUNESS*

(Accepted 29/4/2000)

❐ ABSTRACT ❐

This research discusses a general introduction about road noise level and its effects on people in addition it reveals its elements and their causes by and the possible ways to decrease them.

The connection was defined between the quality of the vehicles and their speed and the noise made by them. This is the case of the car moving alone / as in the globularness character of the noise / number of measurements were taken in Lattakia in 1998.

Also a practical study for several cases of the speed of the vehicles and its connections with noise was done. These results are useful in making the roads inside and outside the cities of the quality and the coarseness of the road coverage area

* Associate Professor at the Department of Transportation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

يعرف الضجيج بأنه الصوت غير المرغوب فيه، ويقاس بواحدة تسمى الديسيبل dB.

يؤثر في الإنسان تأثيرات سلبية كثيرة، ويعتبر السبب الأول والأكثر أهمية لبعض الأمراض العصرية، فهو يؤثر مباشرةً في أعضاء السمع، والجملة العصبية، ومقاومة الشرايين، وغيرها من الأمراض، ويوضح الجدول رقم (1) تأثير مستوى الضجيج في الإنسان [1]

جدول رقم – 1 – تأثير مستوى الضجيج في الإنسان

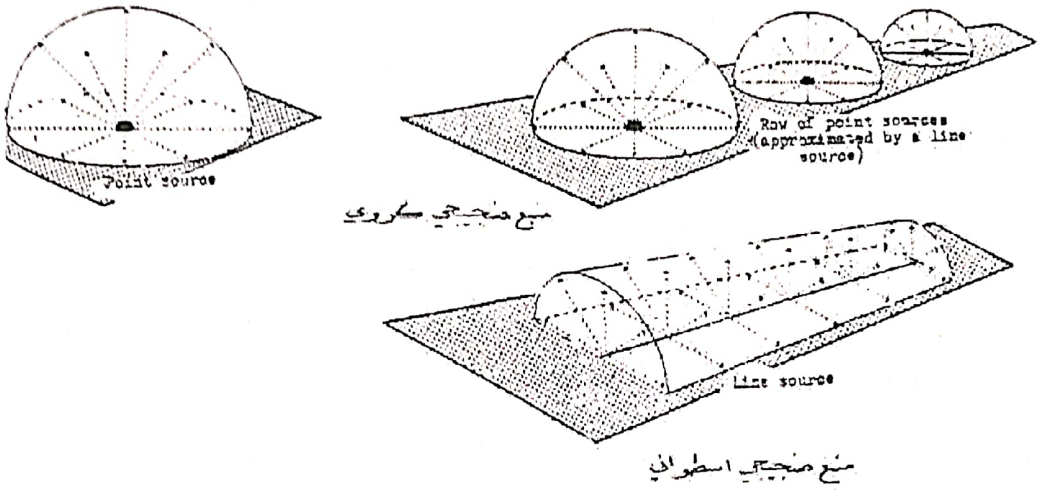
الرقم	مستوى الضجيج dB	التأثير في الإنسان
1	حتى 65	عملياً تكون تأثيراته ضعيفة، ولكن مع طول فترة تأثيره، قد يسبب الأرق عند الأشخاص ذوي طبيعة العمل الذهنية
2	70–65	يحدث خللاً في الأفعال ذات الطبيعة الذهنية
3	90–70	يؤثر سلباً في أعضاء السمع، وقد يؤدي إلى تشوهات سمعية عند طول فترة تأثيره
4	110–90	يحدث تعباً في الجملة العصبية وخللاً في نتائج أفعالها، كما يؤثر في مقاومة الشرايين
5	120–110	نشعر به كضغط
6	130	يحدث ألماً مباشراً وتشوهات في أعضاء السمع
7	150–140	قد يحدث نزفاً في الأعضاء السمعية
8	160	يخرب الأعضاء السمعية

يتركز تأثير الضجيج بشكل عام، نظراً لتمركز مسبباته الرئيسية، في المناطق الحضرية؛ أي عند التجمعات السكنية، وتعتبر المواصلات والمصانع من أهم أسباب الضجيج ومكوناته، وسنتناول في هذا البحث الضجيج الطرقي فقط .

يكون انتشار الضجيج الطرقي من منبعه بشكلين أساسيين كما يوضحه الشكل رقم – 1 – [2]

أ – الكروي عندما ينتج عن حركة عربة واحدة.

ب – الأسطواني عندما ينتج عن حركة رتل من العربات.



شكل رقم –1– المنبع الضجيجي

نلاحظ من الشكل السابق أن حركة العربة المفردة والضجيج الناتج منها تعبر عن منبع كروي ضجيجي؛ أي عندما لا يتداخل ضجيجها مع ضجيج عربة أخرى أثناء الحركة.

أما إذا كانت المسافة بينها وبين عربة أخرى ضمن الرتل قليلة، فعندئذ يتداخل ضجيج العربات مع بعضها البعض في ذاك الرتل، وتتغير طبيعة المنبع أو المصدر الضجيجي ويأخذ طابع المنبع الضجيجي الأسطواني.

وبشكل عام، فإن الضجيج الكلي الناتج من حركة منبعين ضجيجين ليس ناتج جمع الضجيجين

$$L = L_1 + \Delta L$$

المنبعثين، وإنما يكون كالتالي

أما قيمة ΔL فيمكننا الحصول عليها من الجدول (2) [1]

حيث ΔL التباين العددي بين مستوى الضجيج الكلي ومستوى الضجيج الأكبر

جدول رقم –2– قيم ΔL لمنبعي ضجيج

$L_1 - L_2$	dB(A)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
ΔL	dB(A)	3.0	2.8	2.5	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2
$L_1 - L_2$	dB(A)	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	
ΔL	dB(A)	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	

حيث dB(A) : ديسيبل في السلم A

يتكون الضجيج الطرقي في المنبع الضجيجي الكروي من مجموعة العناصر الأساسية التالية :

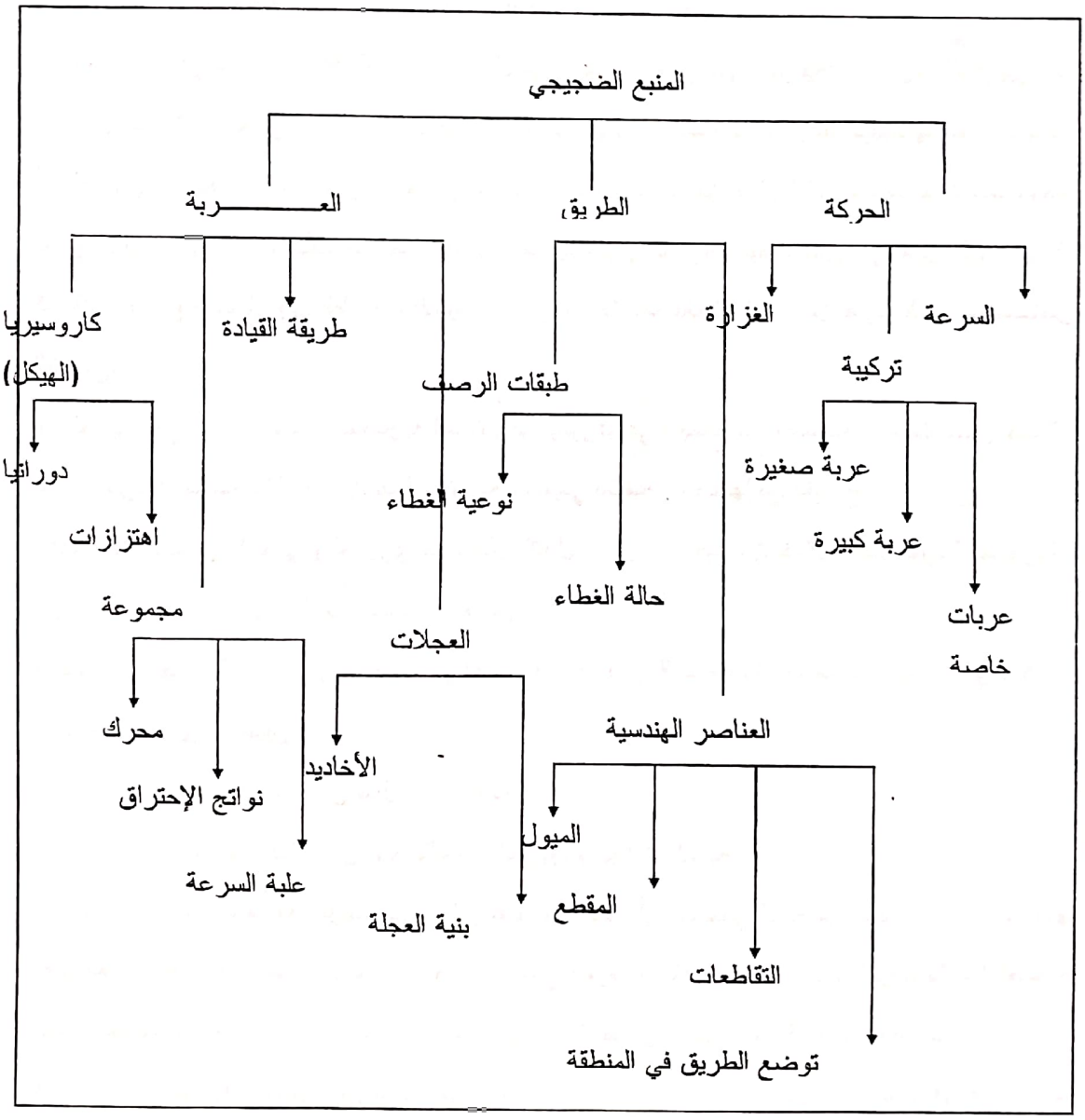
أ – العربة

ب – الطريق

جـ – الحركة المرورية

ويوضح الشكل رقم – 2 – عناصر الضجيج الطرقي ومسبباته في منبعه.

شكل رقم –2– مسببات الضجيج الطرقي وعناصره في منبعه



أما معالجة الضجيج الطرقي والإقلال من قيمته، فيمكن أن يتما في مجالات وأمكنة ثلاثة:

أ – في المنبع.

ب – في منطقة انتشاره.

جـ – في منطقة التقاطه.

وللحصول على معالجة فعالة، لابد من تضافر جهود مجموعة من المختصين في مجالات عدة للإقلال من تأثيراته، وبشكل عام فإن معالجة الضجيج في منبعه يمكن أن تتم من قبل العاملين في مجال صناعة العربات، وكذلك مجال الطرق والمرور، أما المعالجة في طريق انتشاره، فيمكن أن تتم من خلال العمل المشترك بين العاملين في مجال تنظيم المدن والطرق والمرور. وأخيراً، يمكن أن تتم معالجة الضجيج في منطقة التقاطه، من خلال العاملين والمختصين في مجال الهندسة المعمارية.

قام المختصون في مجال صناعة العربات بالإقلال من الضجيج الناتج منها، بنوعيه: الداخلي، والخارجي؛ أي من خلال تخفيض ضجيج المحرك، والضجيج الناجم عن هيكل وشكلها، العربة وذلك بإعطائها شكلاً انسيابياً. أما العاملون في مجال تنظيم المدن فقد حاولوا حماية المناطق السكنية من خلال إنشاء مصدات ضجيجية تحمي الأبنية المجاورة للمنشآت المواصلاتية من الضجيج، لكنها تزيد منه للمشاركين في العملية المرورية. كما قاموا بزرع الأشجار بين الطريق والأبنية المجاورة، وذلك لما للغطاء النباتي من قدرة على امتصاص الضجيج.

أما العاملون في مجال الهندسة المعمارية فقد شاركوا بدورهم في الحماية من الضجيج، وذلك من خلال تصميم شرفات خاصة بالأبنية ومن خلال التوزيع الوظيفي للأبنية وتوضعها في الشارع.

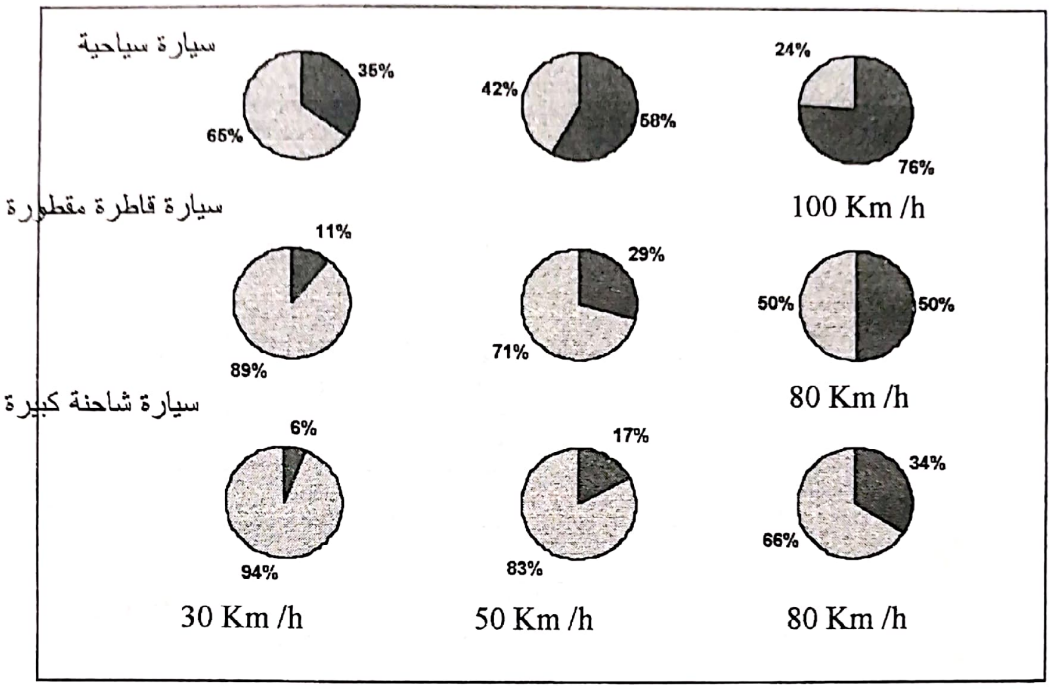
ساهم كذلك المهندس الطرقي والمروري في مجال التقليل من قيم الضجيج من خلال تنظيم الحركة المرورية، وتركيبة رتل العربات، والعناصر الهندسية للطريق [3]

سنتناول في بحثنا هذا الضجيج الناتج من حركة عربة واحدة؛ أي الضجيج ذا الطبيعة الكروية، والذي يمكن تقسيمه إلى جزأين أساسيين :

أ – الضجيج الناتج من شكل نوع العربة.

ب – الضجيج الناتج عن الاحتكاك بين الطريق وعجلات العربة.

دلت دراسات وأبحاث سابقة أجريت في مناطق عدة من العالم، أن للضجيج الناتج من تدحرج العربة وحركتها على الطريق نسبة لا يستهان بها من الضجيج الإجمالي للعربة ويؤكد المصدر رقم [4] أن نسبة هذا الضجيج متغيرة حسب نوعية العربة، وتزداد بازدياد سرعتها. ونلاحظ من الشكل رقم (3) [4] أنه قد تصل هذه النسبة في العربات السياحية الصغيرة إلى 76% في حالة السرعات العالية، بينما تنخفض هذه النسبة في السيارات الكبيرة /الشاحنات/.



الشكل رقم – 3 – نسبة الضجيج الناتج من التدحرج إلى الضجيج الكلي.

لتوضيح أهمية ذلك وتأكيد ومنعكساته، قمنا بجملة من القياسات الميدانية في مدينة اللاذقية خلال عام 1998، باستخدام جهاز قياس الضـــجيج مـــن نـــوع (Realistic Sound Level Meter Cat No 33- TANDY 2050)، وكانت شروط إجراء القياسات كالتالي :

أ – حالة الجو صحو

ب ــ ضجيج الوسط يتراوح بين 46 / dB و 45 / انظر الجدول رقم (3) المصدر [1]

جدول رقم – 3 – مصدر الضجيج وقيمته [1]

نوع الضجيج ومصدره	قيمته dB (A)
– حركة أوراق الأشجار	20
– هدوء ليلي في الريف	30
– شارع هادئ ليلاً	40
– هدوء نهاري في الريف	45
– شارع هادئ نهاراً	55
– ضجيج عربة صغيرة خلال سيرها على بعد 10 m	60
– حديث شخصين مسموع لمسافة 1 m	65
– صوت غسالة عند الغسيل	60
– صوت غسالة عند التجفيف	74
– مياه جارية سريعة	75
– ضجيج شارع بغزارة مرور	80–70
– ضجيج ضمن حافلة	85
– ضجيج شاحنة على بعد 10 m	90
– ضجيج مطرقة	95
– ضجيج طائرة	110

جـ – الرياح هادئة

د – الميل الطولي للطريق أفقي

هـ – نوع العربة المستخدمة – مازدا 929

- سيارة شاحنة وزنها أقل من 5 أطنان صناعة شركة ميتسوبيشي
- سيارة شاحنة وزنها أكبر من 5 أطنان صناعة شركة ميتسوبيشي

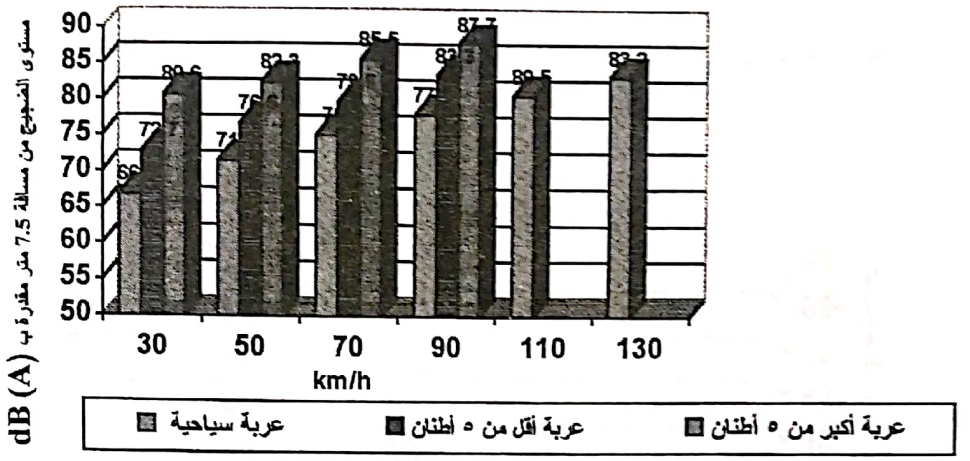
و – حددت سرعة العربات أثناء القياس كالتالي :

30 – 50 – 70 – 90 – 110 – 130 Km\h

ز – كانت المسافة بين محور سكة المرور ونقطة التقاط الضجيج 7.5 m والارتفاع عن سطح الأرض 1.5 m

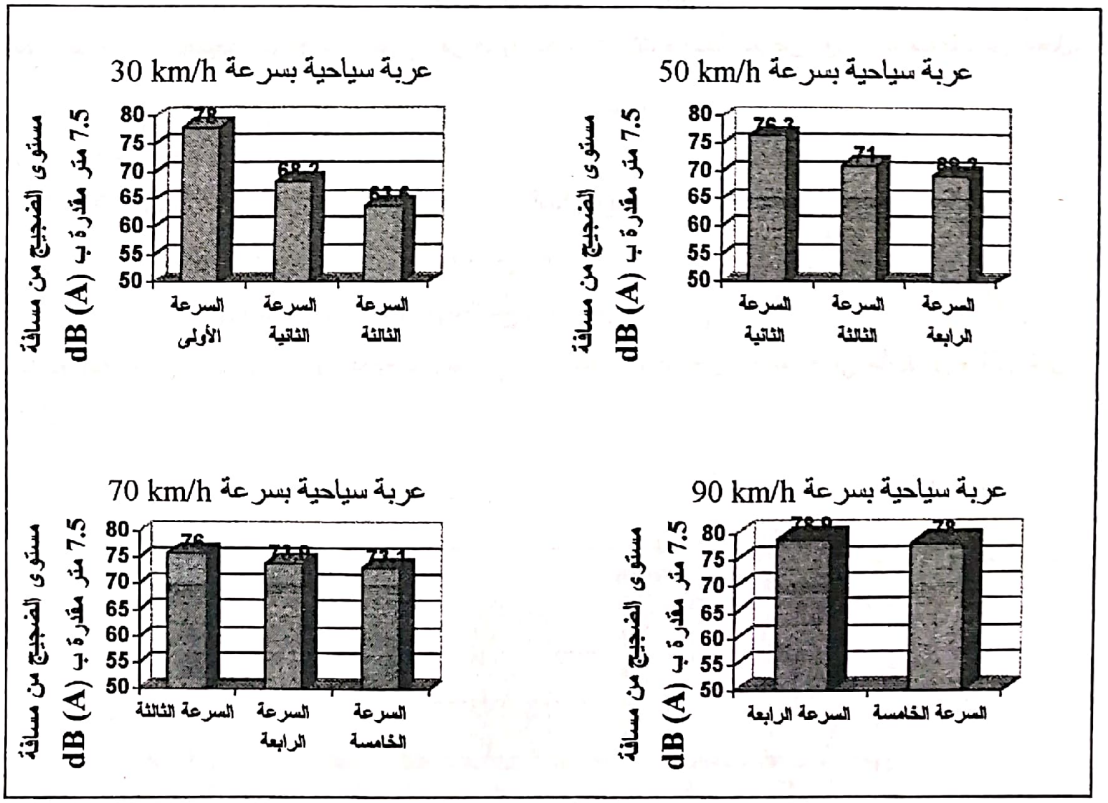
ح – سطح الطريق خال من التشوهات وبحالة جيدة وكان مؤلف من البيتون الإسفلتي خشونته حسب تجربة البقعة الرملية hp =0.7، وعامل احتكاكه حسب جهاز قياس الاحتكاك TRRL K= 65، وتعبر هذه القيم عن سطح مقبول للطريق

نتائج قياس الضجيج الناتج من حركة عربة واحدة (العربة المقيسة) ودون تأثير منبع ضجيجي أخر موضحة على الشكل رقم (4)



شكل رقم –4– قيم الضجيج الناتج من حركة العربات بسرعات مختلفة

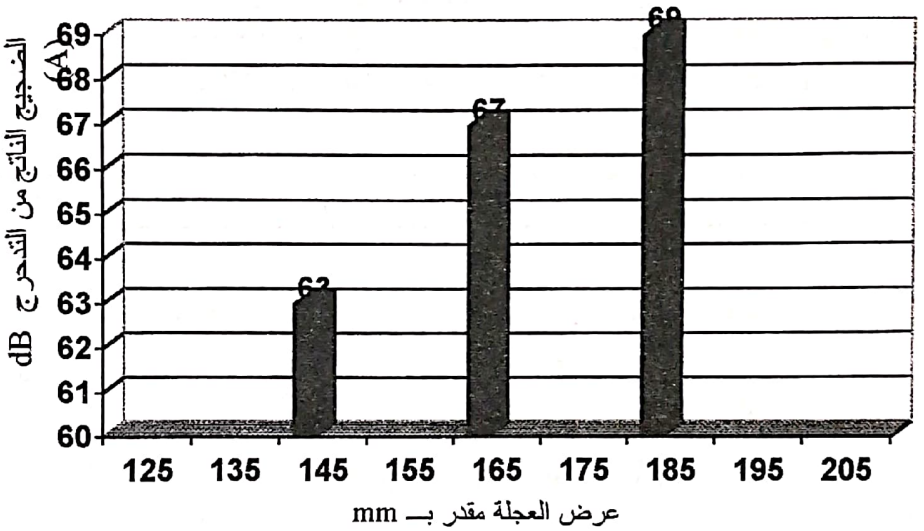
كما قمنا بإجراء قياسات أخرى لعربة واحدة نوع مازدا 929 بسرعات مختلفة، وبحالات السرعة المختلفة (السرعة الأولى – الثانية –الثالثة – الرابعة – الخامسة) مع المحافظة على نفس شروط القياس السابقة، وجاءت النتائج كما هي موضحة في الشكل رقم (5)



شكل رقم – 5 – ضجيج العربة السياحية مازدا 929 بحالات مختلفة

أخيراً من أجل محاولة تحديد تأثير خصائص سطح الطريق / نوعية الغطاء / في الضجيج الطرقي، قمنا باجراء تجارب لمعرفة الضجيج الناتج من حركة العربة المستخدمة، وذلك باستخدام ثلاثة أطقم من العجلات / إطارات / من نفس النوعية، لكن مع اختلاف في عرض العجلة فقط، ويبين الشكل رقم (6) نتائج القياسات

ملاحظة : تم اللجوء إلى استخدام عجلات بعرض مختلف، نظراً لعدم إمكانية تثبيت عرض الإطار، وتغيير نوعية غطاء الطريق



شكل رقم – 6 – الضجيج الناتج من تدحرج العربة، باستخدام عجلات مختلفة العرض، وبمحرك متوقف عن العمل.

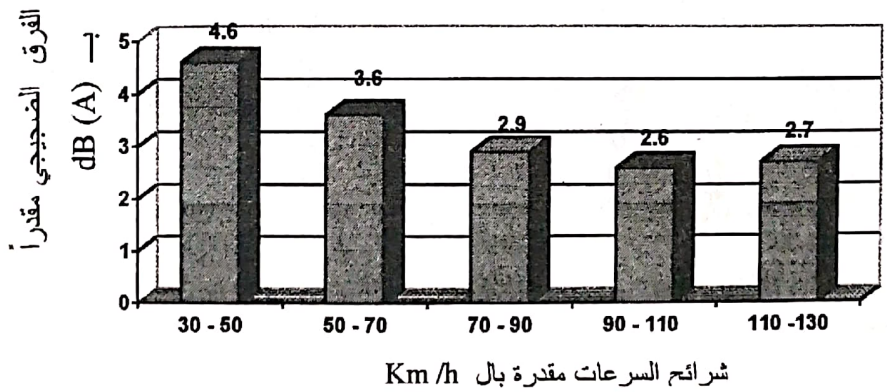
دراسة النتائج وتحليلها:

أ – نلاحظ من دراسة النتائج الموضحة في الشكل رقم (4) أن:

1 –ضجيج العربات يزداد مع زيادة حجمها.

2 –ضجيج العربات يزداد مع زيادة سرعتها.

عند دراسة الفرق الضجيجي لكل عربة بين شرائح السرعات المختلفة والموضحة في الشكل رقم (7) تبين ما يلي :



شكل رقم – 7 – الفرق الضجيجي للعربة السياحية بين شرائح السرعات المختلفة

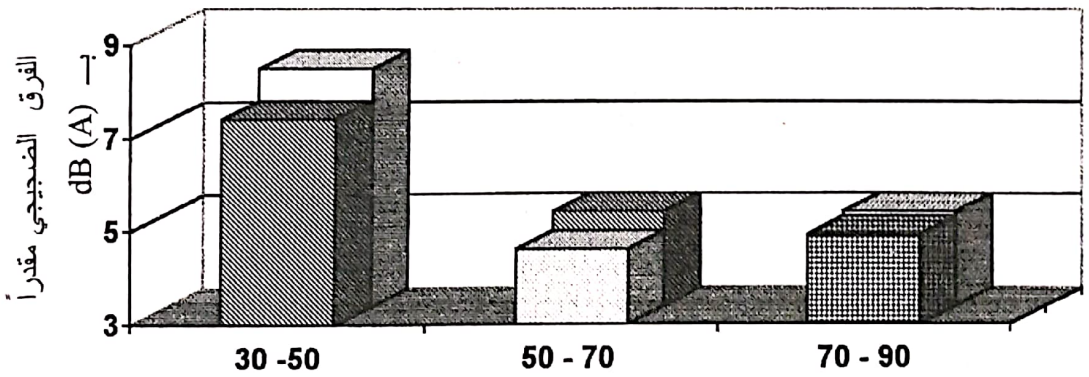
1 – يتناقص الفرق في مستوى الضجيج للعربة السياحية بين شرائح السرعات التالية 130- 110 , 110 – 90 , 90 – 70 , 70 – 50 , 50 – 30 مع زيادة شريحة السرعة بشكل واضح، ومن ثم يستقر تقريباً بعد السرعة 70 Km/h.

2- نظراً لأن السرعات ضمن المدينة تكون محدودة عادةً، وقد لا تتجاوز الشريحة الثانية، بينما قد تصل خارج المدن إلى الشريحة الخامسة، لذا يمكن إهمال هذا الفرق خارج المدن، والتعمق في دراسته ضمن المدن.

3- استناداً إلى الشكل رقم (6)، وإلى النتائج التي تم الحصول عليها من المصدر رقم [4]، نلاحظ بأن نسبة الضجيج الناتج من تدحرج العربة قد تصل إلى 58% عند حركة العربة بسرعة 50 Km/h والتي تمثل الحركة ضمن المدينة، وكما هو معلوم، فإنه بزيادة خشونة سطح الطريق يزداد مستوى الضجيج لذا يمكننا اقتراح سطح الطريق في المدن بخشونة قليلة، مع المحافظة على قيمة عامل احتكاك مقبولة.

ب – نستنتج عند دراسة نتائج القياسات الموضحة في الشكل رقم (5) وتحليلها ما يلي:

بعد حساب فرق الضجيج الناتج من شرائح السرعات، ولنوع كل سرعة على حدة (السرعة الثانية – الثالثة – الرابعة – الخامسة) والموضحة في الشكل رقم (8).



شريحة السرعة	50 - 30	70 - 50	90 - 70
نوع السرعة 2	8.1	-	-
نوع السرعة 3	7.4	5	-
نوع السرعة 4	-	4.6	5
نوع السرعة 5	-	-	4.9
	السرعة 2	السرعة 3	السرعة 4	السرعة 5

الشكل رقم – 8 – الفرق الضجيجي حسب قيمة شرائح السرعات ونوع السرعة

أن الفرق الضجيجي يزداد في الشريحة الأولى لحالات السرعة الثانية والثالثة، ويكون شبه مستقر عند الشريحة الثانية والثالثة؛ أي عندما تتجاوز سرعة العربة 50 Km/h، وبمعنى أخر، يكون الفرق الضجيجي كبيراً في السرعات ضمن المدن، ومستقراً تقريباً للسرعات خارج المدن.

جـ – لدى دراسة النتائج الموضحة في الشكل رقم (6) وتحليلها نلاحظ مايلي:

1 – يزداد الضجيج الناتج من حركة عربة واحدة مع زيادة عرض العجلة، وبالتالي مع زيادة سطح التلامس والاحتكاك بين لعجلة والطريق.

2 – إن الضجيج الناتج من التدحرج تابع لمتحولين.

أ – مساحة سطح الاحتكاك بين العجلة والطريق.

ب– خشونة سطح التلامس.

REFERENCES المراجع

1 – د. غسان يونس التصميم الهندسي للطرق

منشورات جامعة تشرين 1997 – 1996

-2 Method of calculating road traffic for zoning puposes W.A .Costing
Report No VL – HR - 22 – 01 Netherland 1977

3– د.غسان يونس المواصلات الطرقية والبيئة الحية

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية حزيران 1982

–4 Pavement wearing course as important factor of the traffic noise level sinking M.Holik

Silnicini obzor 10 Prague 1990