

دراسة ونمذجة الضجيج المروري في مدينة اللاذقية

كندة صالح*

الدكتور هيثم عيسى**

الدكتور حبيب محمود***

(تاريخ الإيداع 14 / 2 / 2013. قُبل للنشر في 28 / 3 / 2013)

▽ ملخص ▽

يعرض هذا البحث النتائج التي تم الحصول عليها من دراسة التلوث الضجيجي البيئي في مدينة اللاذقية وهي مدينة ساحلية سياحية. لدراسة وتحليل وتقييم الضجيج الناتج عن حركة المرور في مدينة اللاذقية تم اختيار ستة مواقع لقياس مستوى الضجيج في أربعة شوارع رئيسية في المدينة (شارع الثورة- شارع الجمهورية - شارع حلب - شارع 8 آذار) وكانت مستويات الضجيج الأصغرية المسجلة في شارع الثورة وحلب والجمهورية و 8 آذار هي على التوالي 74 dB و 73 و 81 و 72 وكانت القيمة الأعظمية بحدود 90 dB وهي تفوق إلى حد كبير المستويات المسموح بها. تم أيضا قياس بارامترات حركة السير من كثافة حركة السير إلى سرعة المركبات ونوعها بهدف استخدام هذه البارامترات في النموذج الرياضي الذي تم تطويره لحساب شدة مستويات الضجيج في شوارع مختلفة من المدينة ومن ثم تمت مقارنة النتائج المقاسة تجريبيا مع النتائج الحسابية التي يعطيها النموذج الرياضي وتبين أن هنالك تطابقاً جيداً بين القيم المقاسة والمحسوبة مما يمكننا من استخدام هذا النموذج لحساب شدة مستوى الضجيج دون اللجوء للقياسات الميدانية.

الكلمات المفتاحية: إزعاج الضجيج، حركة المرور، التلوث السمعي.

* طالبة دراسات عليا- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** مدرس - قسم الهندسة البحرية -كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** أستاذ - قسم هندسة القوى الميكانيكية -كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Studying and Modeling of Traffic Noise in Lattakia City

Kinda Saleh*
Dr. Hitham Issa**
Dr. Habib Mahmoud***

(Received 14 / 2 / 2013. Accepted 28 / 3 / 2013)

▽ ABSTRACT ▽

This article presents the results obtained from environmental study of noise pollution in the city of Lattakia, a coastal tourist city. To study, analyze and evaluate the noise caused by traffic in the city of Lattakia, six sites are chosen to measure the noise level in the four main streets in the city (Al Thawra street-Al Jomhoriah Street-Aleppo Street -8Azar street) and the minimum noise levels registered in Al Thawra, Aleppo, Al Jomhoriah and 8Azar are respectively 74, 73, 81 and 72 dB. The maximum value was up to 90 dB which far surpasses the permitted levels. Traffic parameters also were measured like vehicle speed and its type in order to use these parameters in the mathematical model which was developed to calculate the intensity of noise levels in different streets of city then the measured experimentally results were compared with the calculated results that the mathematical model gives, and we noticed that there is a good match between the measured and calculated values, so we can use this model to calculate the intensity of the noise level without resorting to field measurements.

Keywords: Noise annoyance, road traffic, noise pollution.

*MA scholar, Department of Mechanical power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Assistant prof. Marine Engineering Department, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria..

*** Professor, Mechanical power Engineering Department, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

يعدّ التلوث البيئي أكبر مشكلة تواجه أمم العالم، فقد أنتج النمو الصناعي السريع كميات ضخمة من المنتجات الضائعة والضاورة جدا بالبيئة. ويعدّ التلوث البيئي وآثاره السلبية على حياة الإنسان من المسائل الهامة جدا في الأدبيات العلمية. حيث أدى تزايد عدد السكان والسيارات إلى تزايد الاهتمام بالتلوث السمعي.

يعد الضجيج في الوقت الحاضر العامل الرئيس المؤثر على الحياة في مراكز المدن المزدحمة بالسكان. وتلعب وسائط النقل والمواصلات الدور الأساسي في الضجيج الحاصل ضمن المدن إذ يشكل الضجيج الناتج عنها حوالي 80% من الضجيج الكلي [1]. وفي دراسة أجريت عام 2002 في اسبانيا تبين أن الضجيج الناتج عن حركة النقل هو إحدى المشاكل الرئيسة المؤثرة على المدن الصغيرة وغير الصناعية حيث أشارت القياسات إلى أن مستوى الضجيج يتجاوز إلى حد كبير 65 dB في 90% من مواقع القياس [2]. ومع التزايد السريع لعدد السيارات في المدن الحديثة تصبح دراسة وحساب الضجيج الناتج عن حركة وسائط النقل ذات أهمية خاصة.

إن الاعتراف بضجيج الحركة المرورية كأحد المصادر الأساسية للتلوث البيئي أدى إلى تطوير نماذج تمكننا من التنبؤ بمستوى الضجيج انطلاقاً من متغيرات أولية. وهذه النماذج أصبحت مطلوبة كوسائل لتصميم الطرقات وأحياناً في تصور أو تقييم حالة الضجيج. ففي مدينة همدان في إيران قام مجموعة من الباحثين [3] بدراسة تهدف لتصميم نموذج للتنبؤ بالضجيج الناتج عن حركة المرور انطلاقاً من متغيرات الحركة المرورية وحالة المواصلات في مدينة همدان، وفي دراسة أخرى نُفذت في مدينة القاهرة [4] تم التوصل إلى أن التحكم بظروف السير كمنع استخدام منبهات السيارات خلال فترات الذروة وتحويل طريق المركبات الثقيلة (الباصات والشاحنات) عن مراكز المدن يسهم بشكل كبير في تخفيض مستويات الضجيج حيث كان مجال الانخفاض الأعظمي بين 9.4 dB و 10.8 dB عند منع الأبواق، وذلك في مركز المدينة، وتم الوصول لانخفاض قدره 7.6 dB بغياب الأبواق ومنع 10% من المركبات التجارية، أما غياب السيارات الكبيرة (الشاحنات والباصات) من المنطقة السكنية ومنطقة مركز المدينة فإنه يعطي انخفاضاً إضافياً في مستوى الضجيج المكافئ L_{Aeq} يتدرج بين 2.6 dB إلى 3.7 dB، وفي غياب أبواق السيارات والشاحنات والباصات، تدرجت الانخفاضات في L_{Aeq} بين 6 dB و 10.2 dB. وهناك دراسة نفذت في مدينة الاسكندرية [5] تم فيها قياس شدة الضجيج في عدة مناطق وتبين أن مستوى الضجيج أكبر من القيم المسموح بها حيث قاربت أعظم قيمة مسجلة لمستوى الضجيج 101 dB وهناك نماذج أخرى تجريبية معتمدة على الملاحظة والتجارب الماضية تم فيها تطوير معادلات تجريبية تحوي بارامترات تتغير مع الزمن. من هذه النماذج: نموذج FHWA (Federal Highway Administration Agency) الذي استخدم في مدينة لوكناو في الهند للتنبؤ بمستوى الضجيج انطلاقاً من مستوى الضجيج الفردي لكل مركبة ونوع المركبة وسرعتها مع إضافة معاملات تصحيح المسافة وميل الطريق وغيرها [6]. وفي كندا [7] تم إظهار قدرة النافورة على إخفاء ضجيج حركة المرور من خلال دراسة تتعلق بالنافير ودورها في المناطق الصاخبة، وتم التوصل إلى أن النوافير ليست مجرد رمز حضاري مهم للبلد وإنما لها وظيفة بيئية حساسة أيضاً. حيث أن صوت الماء الساقط يتميز بتردد محدد قريب من طيف الضجيج الأبيض (غير المزعج) (white noise spectrum) وهو توزع متساو للطاقة على كامل مدى التردد. وقد أشارت النتائج إلى أن قوة تدفق المياه وحدها لا تضمن فعالية النافورة وإنما أيضاً عدد النوافير وكيفية توزيعها في الموقع وطريقة تنفيذها. فالقرب من نافورة ضخمة يتدفق فيها الماء بقوة كبيرة يخفي الضجيج المروري تماماً وبفعالية كبيرة. ومن أجل إخفاء الضجيج وخلق

منطقة أكثر هدوءاً في الجزء المركزي من مربع سكني ما فإن أفضل مكان للنوافير هو في محيط المربع. وبهذه الطريقة يمكن إعطاء مخططي المدن بعض المعلومات حول إمكانية توزيع النوافير لدورها في راحة السكان. وقد أكدت الدراسات والأبحاث العلمية أن للضجيج المروري مخاطر صحية كتوسع الأوعية الدموية للدماغ، ارتفاع ضغط الدم، واحتشاء عضلة القلب، ونقص السمع أو فقدانه كلياً، بالإضافة للمخاطر النفسية كالإزعاج، التصرف العدواني، التقلب المزاجي، الانهيار الفيزيولوجي والنفسي، الأرق وعدم القدرة على النوم بشكل طبيعي [8,9,10].

وبناء على ما سبق، فقد حددت القوانين مستويات الضجيج المسموح بها للمناطق المختلفة، وفي القطر العربي السوري تم إصدار القانون رقم/50/الذي ينص على المعايير المسموحة في سوريا [11] كما هو موضح بالجدول (1). وتساعد هذه القيم الحدية المستخدمة في منع الإزعاج حيث إن التعرض لمستويات عالية من الضجيج سبب رئيسي للأخطاء البشرية التي تقود إلى زيادة معدلات الحوادث ويظهر ملخص حوادث الطرق بأن الأخطاء البشرية تسبب 73% من الحوادث.

الجدول (1) المعايير المسموح بها في القطر العربي السوري:

| الحد المسموح به لشدة الضجيج في المناطق المختلفة (dB) | | | نوع المنطقة |
|--|----------------------|----------------------|--|
| ليلاً | مساءً | نهاراً | |
| 10 مساءً حتى 7 صباحاً | 6 مساءً حتى 10 مساءً | 7 صباحاً حتى 6 مساءً | |
| 55-45 | 60-50 | 65-55 | المناطق التجارية والإدارية ووسط المدينة |
| 50-40 | 55-45 | 60-50 | المناطق السكنية وبها بعض الورش أو الأعمال التجارية أو على طريق عام |
| 45-35 | 50-40 | 55-45 | المناطق السكنية في المدينة |
| 40-30 | 45-35 | 50-40 | الضواحي السكنية مع وجود حركة ضعيفة |
| 35-25 | 40-30 | 45-35 | المناطق السكنية الريفية مستشفيات وحدائق |
| 60-50 | 65-55 | 70-60 | المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة) |

أهمية البحث وأهدافه:

تصنف مدينة اللاذقية الرابعة في الجمهورية من حيث عدد السكان، بعد دمشق، حلب وحمص، وهي تقع على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط، بالقرب من مصب النهر الكبير الشمالي ضمن شبه جزيرة بحرية، على بعد حوالي 385 km من الشمال الغربي للعاصمة السورية دمشق، وهي المنفذ الأول لسوريا على البحر المتوسط، مما أكسبها موقعاً تجارياً فريداً، وأغناها بالعديد من المرافق الحيوية، الصناعية والتجارية، فضلاً عن ذلك فإن المدينة هي المركز الإداري لمحافظة اللاذقية، وتبلغ مساحة المحافظة (6242 كيلو متر مربع)، وهي المحافظة الثالثة في القطر السوري من حيث صغر المساحة بعد طرطوس والقنيطرة.

تعدّ اللاذقية مركزاً سياحياً هاماً لغناها بالمواقع الأثرية التي يعود بعضها إلى العصر الفينيقي، فضلاً عن المناخ المعتدل وتوفر خدمات الصناعة السياحية، وتعدّ أيضاً مدينة قديمة وعريقة إذ تشير الآثار إلى أنّ هذه المنطقة كانت أهلة بالسكن البشري منذ العصور الحجرية. وقد أخذت أهميتها في التنامي بدءاً من بدايات القرن العشرين حيث استطاعت أن تصبح مركزاً تجارياً، صناعياً، ثقافياً وسياحياً هاماً، حتى غدت مقصد أغلب السياح في سوريا. وهذا التطور ترافق بتزايد سكاني سريع أدى إلى تزايد المشاكل البيئية وإحداها هو التلوث السمعي الضوضائي. ولهذا فإن هدف هذا البحث هو دراسة الضجيج الناتج عن الحركة المرورية ضمن المدينة لكي يتم وضع خريطة تبين شدة الضجيج في المناطق المختلفة لمدينة اللاذقية ثم وضع الحلول المناسبة للتخفيف من هذا الضجيج ولتبقى المدينة صديقة للبيئة ومحافظة على رونقها السياحي الجميل.

طرائق البحث ومواده:

يبلغ عدد سكان مدينة اللاذقية التقريبي نصف مليون نسمة، أي حوالي نصف سكان محافظة اللاذقية. ومن أجل تغطية شاملة لمناطق المدينة من حيث قياس مستوى الضجيج تم اختيار مواقع للقياس في 6 مناطق موزعة في مدينة اللاذقية. وتميزت مواقع القياس بسلوك مروري مزدحم وسرعة مرورية 44 ± 10 km/h وهي: شارع الثورة وشارع الجمهورية وشارع حلب وثلاث نقاط في شارع 8 آذار الذي يعد أحد الشوارع الهامة والرئيسية في مركز المدينة. وفي كل نقطة تم قياس مستوى الضجيج وتحديد عدد السيارات ونوعها وسرعتها لاستخدامها لاحقاً في النموذج الرياضي المقترح.

الاختبارات التجريبية:

قمنا بداية باختيار مناطق مختلفة للقياس حيث تكون موزعة داخل المدينة بشكل يغطي المناطق المزدحمة وذات الحركة المرورية العالية. ثم قمنا بقياس بارامترات حركة السير مثل كثافة حركة السير (عدد المركبات في الساعة)، سرعة المركبات، نوع المركبات (سيارات، دراجات نارية، باصات، شاحنات...). وتم استخدام بارامترات الطريق (طوله، عرضه، ارتفاعه، انحداره، خشونة سطحه...). وفي كل قياس يركب الجهاز (XL2 Audio and Acoustic Analyzer) ذو شبكات التردد المختلفة على الرصيف المجاور للشارع وعلى ارتفاع قدره 1.5m من سطح الرصيف، ومن أجل محاكاة استجابة الأذن البشرية تم اعتماد شبكة التردد A في هذه الدراسة. وتم تحديد فترات القياس خلال أيام العمل (من السبت إلى الخميس) وفي ظروف مناخية مناسبة (لا رياح ولا أمطار).

يبين الجدول (2) نتائج القياس في المواقع المختلفة من الساعة السابعة صباحاً حتى الساعة الرابعة مساءً.

الجدول (2) يبين مستوى الضجيج الناتج عن القياسات الميدانية لكل موقع من المواقع السابقة (dB).

| مستوى الضجيج المقاس (dB) | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| التوقيت المكان | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 |
| شارع الثورة | 74.22 | 72.38 | 73.98 | 72.46 | 75.55 | 76.28 | 74.56 | 78.18 | 82.39 | 81.41 |
| شارع الجمهورية | 83.68 | 81.73 | 82.98 | 83.87 | 85.69 | 82.20 | 83.87 | 87.35 | 88.97 | 87.91 |
| شارع حلب | 70.23 | 66.57 | 69.03 | 70.16 | 71.11 | 74.01 | 70.42 | 73.45 | 76.48 | 73.72 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| شارع 8 آذار النقطة 1 | 76.92 | 74.47 | 74.91 | 76.26 | 79.05 | 81.23 | 76.58 | 80.25 | 82.91 | 80.10 |
| شارع 8 آذار النقطة 2 | 71.45 | 73 | 75.18 | 76.11 | 76.75 | 77.07 | 77.44 | 79.49 | 81.43 | 80.46 |
| شارع 8 آذار النقطة 3 | 75.53 | 74.57 | 76.01 | 77.45 | 77.89 | 81.33 | 78.77 | 83.21 | 86.65 | 85.09 |

النموذج الرياضي المقترح:

تم تطوير نموذج رياضي يمكننا من حساب شدة الضجيج في المناطق المختلفة بناء على عدد المركبات وسرعتها وميول الطريق وارتفاع الأبنية [12]، حيث تعطى شدة الضجيج بالعلاقة التالية:

$$L_{10}^{tot} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

حيث: $L_i = L_{10,i} + \Delta_{pv,i} + \Delta_{G,i} + \Delta_{TD,i} + \Delta_{D,i} + \Delta_{GC,i} + A_i + \Delta_{of,i} + \Delta_{S,i}$

• **L10** هو مستوى الضجيج المقاس عند 10% من الزمن خلال فترة زمنية قدرها ساعة واحدة.

$$L10 = 42.2 + 10 \log_{10} q$$

حيث q هو تدفق السيارات الساعي (مركبة/ساعة).

• **Δ_{pv}** هو معامل تصحيح السرعة الوسطية لحركة المرور والنسبة المئوية للمركبات الثقيلة والميلوي يعطى

بالعلاقة التالية:

$$\Delta_{pv} = 33 \log_{10} \left(V + 40 + \frac{500}{V} \right) + 10 \log_{10} \left(1 + \frac{5p}{V} \right) - 68.8$$

حيث V هي سرعة المركبة، وتعطى النسبة المئوية للمركبات الثقيلة بالمعادلة التالية:

$$p = \frac{100f}{q}$$

حيث f هي تدفق المركبات الثقيلة خلال ساعة.

• **ΔG** معامل تصحيح ميل الطريق:

$$\Delta G = 0.3G$$

حيث G هي ميل الطريق.

• **ΔTD** معامل تصحيح مادة الطريق:

ويعطى التصحيح للسطوح الخرسانية بالمعادلة:

$$\Delta TD = 10 \log_{10}(90TD + 30) - 20$$

حيث TD هو عمق الإسفلت.

• **Δd** معامل تصحيح المسافة ويعطى بالعلاقة التالية:

$$\Delta d = -10 \log_{10} \left(\frac{d'}{13.5} \right)$$

حيث d' هي أقصر مسافة مائلة بين المصدر الفعال (منبع الضجيج) والمستقبل (جهاز القياس).

• **ΔGC** معامل تصحيح سطح الأرض ويعطى بالعلاقة التالية:

$$\Delta GC = 5.2 * I * \log_{10} \left(\frac{6H-1.5}{d+3.5} \right), 0.75 \leq H < \frac{d+5}{6}$$

$$\Delta GC = 5.2 * I * \log_{10} \left(\frac{3}{d+3.5} \right), H < 0.75$$

$$\Delta GC = 0, H \geq \frac{d+5}{6}$$

حيث d بعد جهاز القياس عن حافة الطريق، H الارتفاع الوسطي لانتقال الإشارة $H=0.5(h+1)$ حيث h ارتفاع جهاز القياس عن سطح الأرض.

A نسبة الأرض الامتصاصية، وتعطى قيمه بالجدول (3):

الجدول (3) قيم A نسبة الأرض الامتصاصية:

| قيمة A | نسبة الأرض الامتصاصية % |
|----------|-------------------------|
| 0 | <10 |
| 0.25 | 10-39 |
| 0.5 | 40-59 |
| 0.75 | 60-89 |
| 1.0 | ≥ 90 |

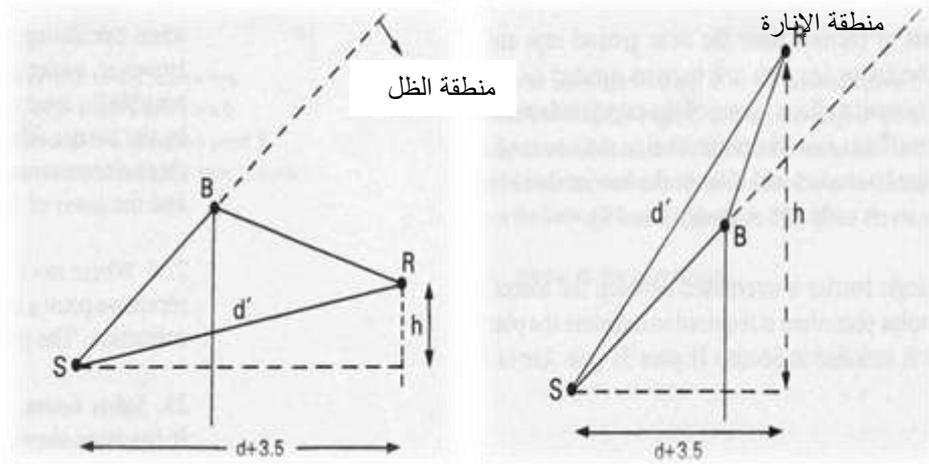
• التصحيح الموضوعي للحاجز: $A = \sum_{i=0}^n A_i \cdot x^i$

حيث $x = \log_{10} \delta$ و $\delta = SB + BR - d'$ حيث S تمثل منبع الضجيج و R تمثل جهاز القياس و B هي أعلى نقطة في الحاجز الموجود بين المنبع وجهاز القياس، ويقسم امتداد الخط SB منطقة انتشار الموجة الصوتية إلى منطقتين: منطقة إنارة تقع فوق الخط SB ، ومنطقة ظل تقع تحت SB . وتتؤخذ قيم المعاملات A_i والقيمة n حسب قيمة x من الجدول (4):

الجدول (4) قيم المعاملات A_i والقيمة n حسب قيمة x ومنطقة وجود الجهاز:

| منطقة وجود الجهاز قيمة المعامل | منطقة الظل | منطقة الإنارة |
|-----------------------------------|--|--|
| A_0 | -15.4 | 0 |
| A_1 | -8.26 | +0.109 |
| A_2 | -2.787 | -0.815 |
| A_3 | -0.831 | +0.479 |
| A_4 | -0.198 | +0.3284 |
| A_5 | +0.1539 | +0.04385 |
| A_6 | +0.12248 | |
| A_7 | +0.02175 | |
| المجال المسموح به | $-3 \leq x \leq +1.2$ | $-4 \leq x \leq 0$ |
| خارج المجال المسموح به | من أجل $x < -3$ يكون $A = -5$ من أجل $x > 1.2$ يكون $A = -$ 30 | من أجل $x < -4$ يكون $A = -5$ من أجل $x > 0$ يكون $A = 0$ |

ويبين الشكل (1) طريقة حساب معامل تصحيح الحاجز.

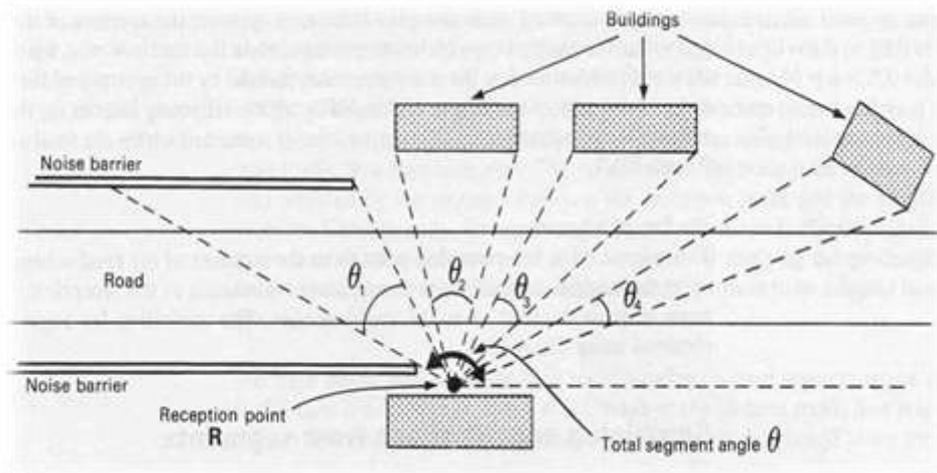


الشكل (1) يبين طريقة حساب معامل تصحيح الحاجز.

• Δof تصحيح الانعكاس من الواجهة المقابلة ويعطى بالمعادلة:

$$\Delta of = 1.5 \frac{\theta'}{\theta}$$

حيث θ' هي مجموع الزوايا المقابلة للواجهات العاكسة على الجانب المقابل للطريق المواجه لنقطة الاستقبال والموضحة في الشكل (2)، و θ هي الزاوية الكلية المقابلة لخط المصدر المار من نقطة الاستقبال.



الشكل (2) الزوايا المقابلة للواجهات العاكسة على الجانب المقابل للطريق المواجه لنقطة الاستقبال.

• Δs معامل تصحيح قياس المقطع ويعطى بالمعادلة:

$$\Delta s = 10 \log_{10} \left(\frac{\theta}{180} \right)$$

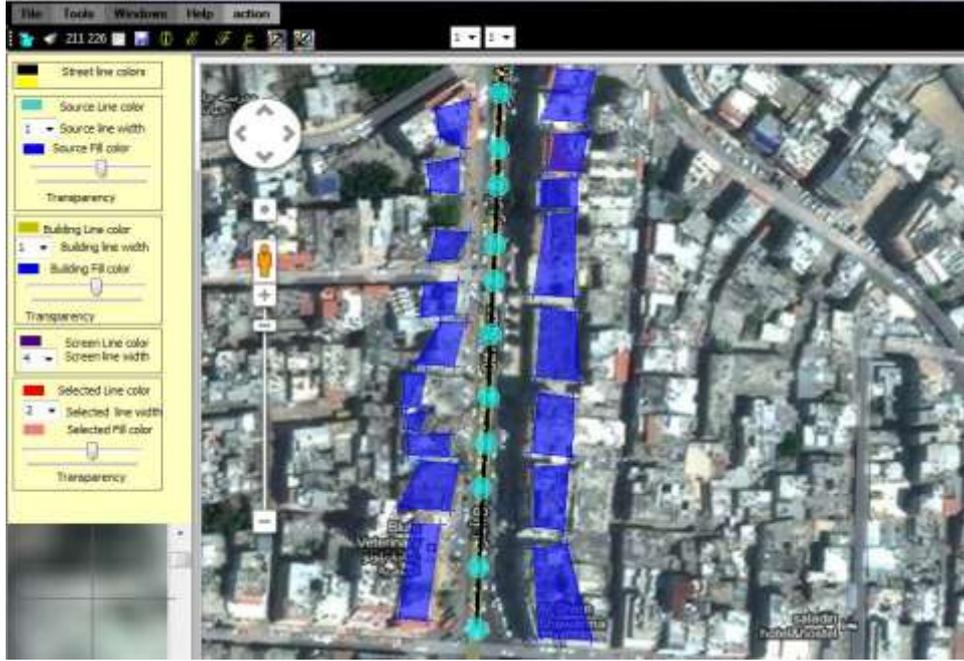
θ (بالدرجات) هي الزاوية المقابلة لحدود المقطع في نقطة الاستقبال.

هذا ويبين الجدول (5) النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق النموذج الرياضي المقترح على كل منطقة من مناطق الدراسة.

الجدول (5) يبين مستوى الضجيج المحسوب وفق النموذج الرياضي المقترح.

| مستوى الضجيج الحسابي (dB) | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| التوقيت المكان | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 |
| شارع الثورة | 72.23 | 70.57 | 73.03 | 70.00 | 73.91 | 74.01 | 74.42 | 76.75 | 80.48 | 79.72 |
| شارع الجمهورية | 81.92 | 79.47 | 80.91 | 82.26 | 83.05 | 83.23 | 83.58 | 85.25 | 86.91 | 85.30 |
| شارع حلب | 71.45 | 68 | 67.18 | 68.11 | 70.75 | 72.07 | 68.44 | 70.49 | 74.43 | 71.46 |
| شارع 8 آذار النقطة 1 | 74.45 | 72.91 | 73.71 | 74.84 | 78.14 | 79.65 | 78.47 | 78.25 | 80.91 | 81.91 |
| شارع 8 آذار النقطة 2 | 71.92 | 73.57 | 73.51 | 75.06 | 75.05 | 76.03 | 76.08 | 77.25 | 81.91 | 80.10 |
| شارع 8 آذار النقطة 3 | 74.22 | 72.38 | 73.98 | 74.46 | 75.15 | 76.28 | 76.56 | 81.18 | 84.39 | 82.41 |

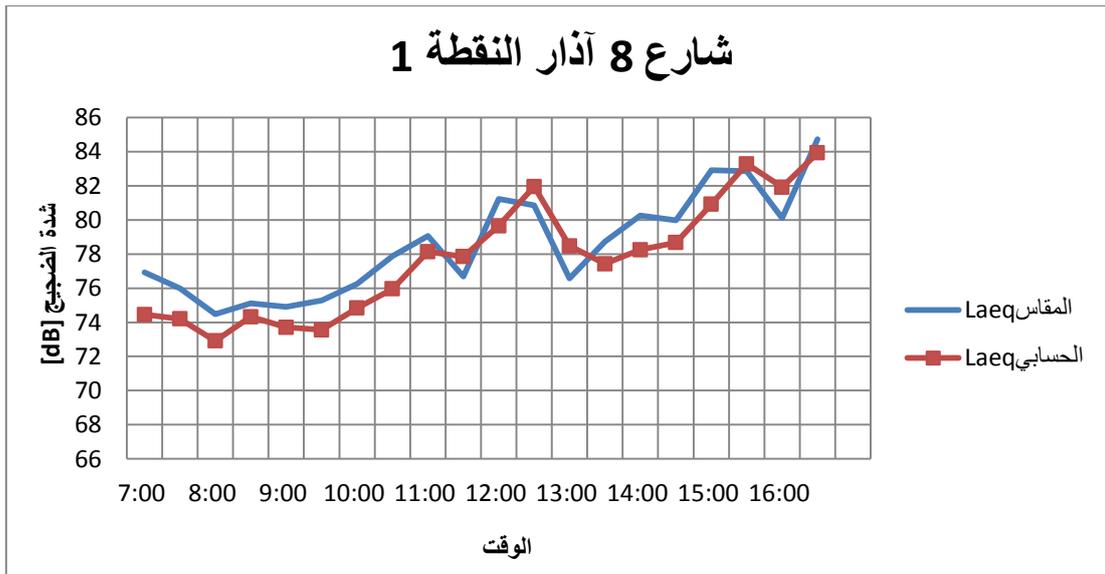
وقد قمنا بتصميم برنامج يقوم بحساب الضجيج ويمتلك القدرة على التعامل الذكي مع مخططات المدن بهدف الحصول على خريطة الضجيج اللونية في جزء من المدينة عن طريق إدخال صورة الجزء المراد دراسة الضجيج له وتحويل الشاشة عبر البرنامج إلى شاشة بمقياس الأبعاد الفعلية على الأرض وتخطيط كل شارع وأبنيته والحوافز الممكن مصادفتها في الشوارع وتوزيع عدد من نقاط الضجيج لكل شارع؛ يقوم البرنامج بتحديد المواقع الفعلية للنقاط الممثلة لمستقبلات الضجيج وإجراء القياسات آليا على الشكل ورسمها؛ كذلك يقوم بحسابات الزوايا والقطاعات التي تشغلها الأبنية على طول الشارع والنتيجة حساب مستوى الضجيج دفعة واحدة لعدد كبير من أزواج مستقبلات الضجيج موزعة إلى يمين ويسار الشارع المدروس الشكل(3).



الشكل (3) تخطيط شارع مع أبنيته وعدد من نقاط الضجيج في نافذة البرنامج المصمم.

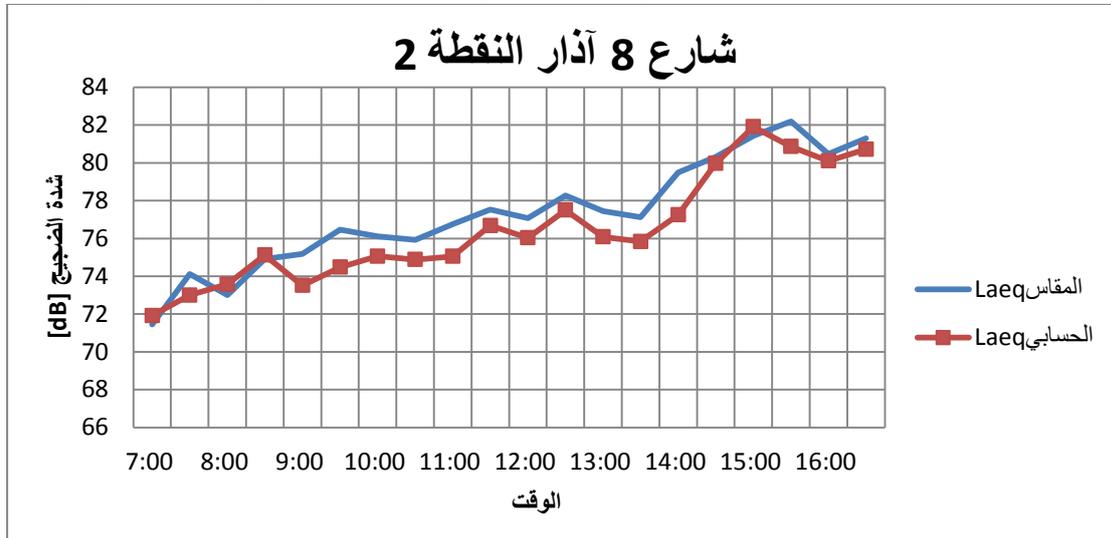
النتائج والمناقشة:

يبين الشكل (4) شدة مستويات الضجيج المقاسة تجريبياً في الموقع الأول من شارع 8 آذار (أمام مبنى قيادة الشرطة وقوى الأمن الداخلي في اللاذقية) وشدة الضجيج المحسوبة من النموذج الرياضي المقترح، ويتضح من الشكل ارتفاع كبير في مستوى الضجيج بين الساعة 12 والساعة 12.30 ظهراً وبين الساعة 3 والساعة 4، لأن هذا التوقيت يمثل ساعات الذروة في هذا الشارع حيث كانت شدة الضجيج هي 84.72 dB وهي أكبر بكثير من القيمة المسموح بها (65 dB) وفق المعايير السائدة في القطر العربي السوري. كما لوحظ تطابق كبير بين النتائج المقاسة والنتائج الحسابية.



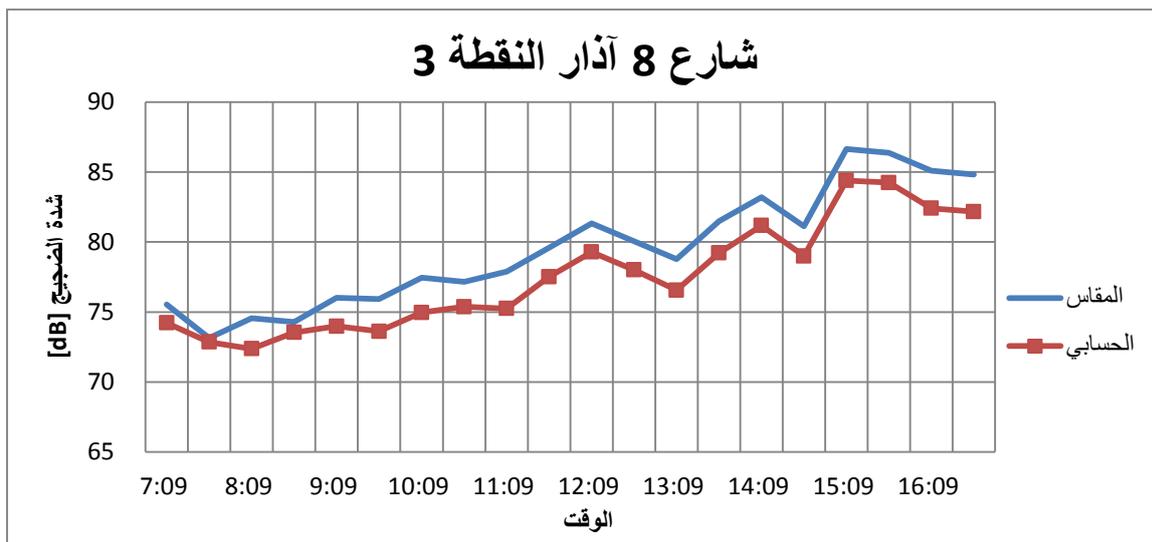
الشكل(4) مستوى الضجيج الحسابي والمقاس في شارع 8 آذار النقطة 1

يبين الشكل (5) شدة مستويات الضجيج المقاسة تجريبيا في الموقع الثاني من شارع 8 آذار (أمام المصرف التجاري السوري) وكان هناك ذروتان الأولى عند الساعة 12.33 ظهرا والثانية عند الساعة 3. حيث كانت شدة الضجيج هي 82.19 dB وهي أكبر من القيمة المسموح بها (65 dB) وفق المعايير السائدة في القطر العربي السوري. أيضا يبين الشكل التطابق الجيد بين النتائج المقاسة والنتائج المحسوبة من النموذج الرياضي المقترح.



الشكل (5) مستوى الضجيج الحسابي والمقاس في شارع 8 آذار النقطة 2

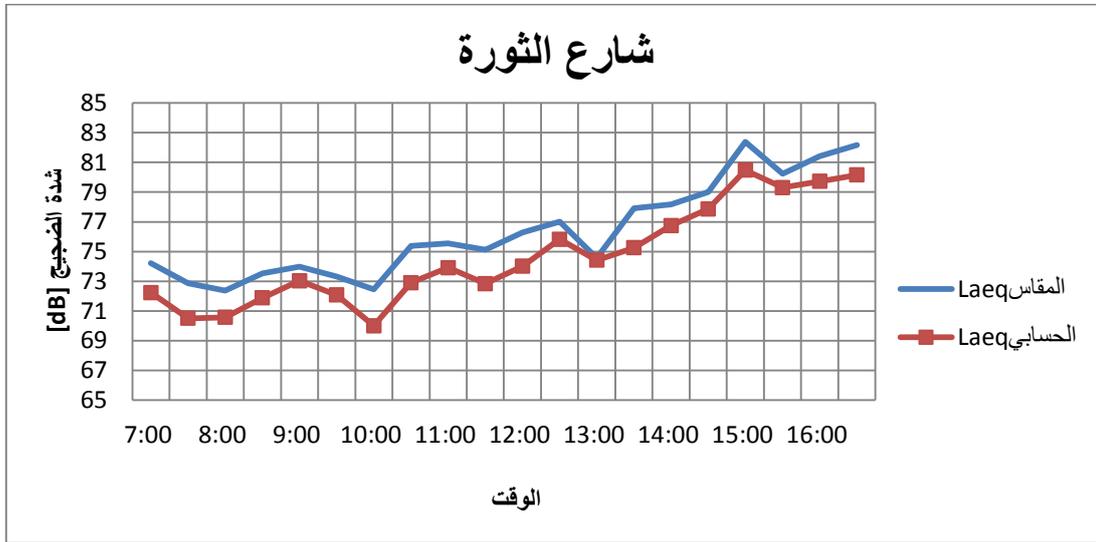
يبين الشكل (6) شدة مستويات الضجيج المقاسة تجريبيا في الموقع الثالث من شارع 8 آذار حيث يلاحظ أن أعلى قيمة لشدة الضجيج هي عند الساعة 3 ظهرا، حيث كانت شدة الضجيج هي 86.65 dB وهي أكبر من القيمة المسموح بها (65 dB) وفق المعايير السائدة في القطر العربي السوري.



الشكل (6) مستوى الضجيج الحسابي والمقاس في شارع 8 آذار النقطة 3

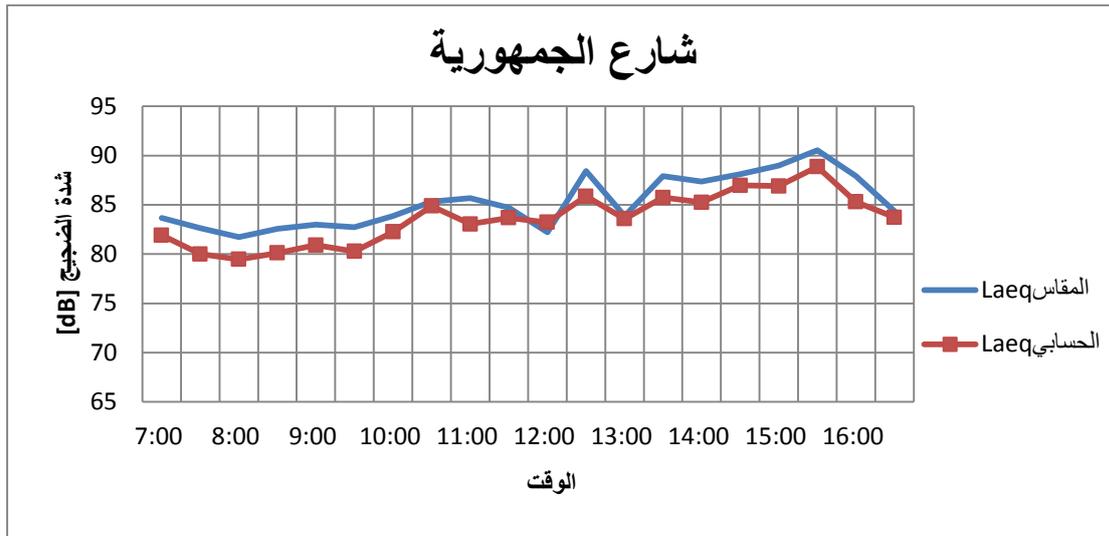
يمكن تفسير ارتفاع مستويات الضجيج في هذا الشارع لما يحتويه من مراكز جذب هامة وكبيرة كالأسواق التجارية والمصارف والمكاتب السياحية والعيادات الطبية والمخابر والمشايف الخاصة والحكومية وبعض الدوائر الحكومية وبعض النقبات بالإضافة لبعض المقاهي والمكاتب ومركز خدمات MTN. وتتم به خطوط لحافلات النقل الداخلي (المشروع - السجن). الشارع باتجاهين سابقاً وقد أصبح باتجاه واحد حالياً. ويتميز بغزارة مشاة ومركبات عالية بسبب الأهمية الكبيرة له. ويلاحظ ضيق الأرصفة في بعض المقاطع والتعديت عليها بشكل دائم وعدم التنظيم الكافي لنقاطه، بالإضافة للحاجة الماسة لمواقف السيارات.

يبين الشكل (7) شدة مستويات الضجيج المقاسة تجريبياً في شارع الثورة الذي يصل بين مدخل المدينة الشرقي ومدخلها الشمالي، حيث يلاحظ أن أعلى قيمة لشدة الضجيج هي حوالي الساعة 3 ظهراً، حيث كانت شدة الضجيج هي 82.39 dB وهي أكبر من القيمة المسموح بها (65 dB) وفق المعايير السائدة في القطر العربي السوري. ويعود السبب إلى مرور عدد كبير من السيارات الثقيلة (الشاحنات) المتجهة نحو مرفأ اللاذقية، وأيضاً المرور الدوري والكثيف للميكروباصات المتجهة نحو جامعة تشرين.



الشكل (7) مستوى الضجيج الحسابي والمقاس في شارع الثورة

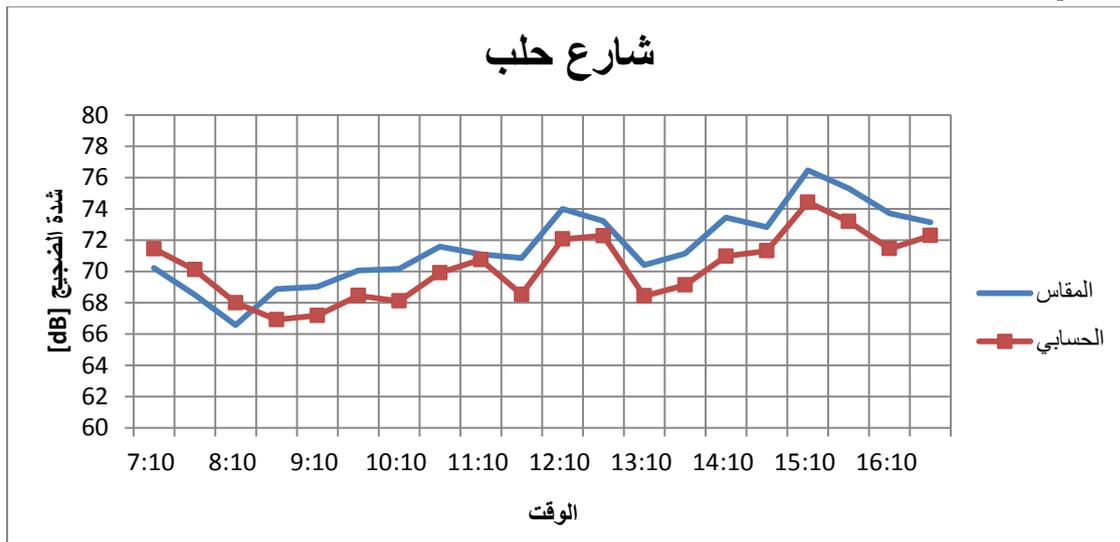
يبين الشكل (8) شدة مستويات الضجيج المقاسة تجريبياً في شارع الجمهورية حيث يلاحظ أن أعلى قيمة لشدة الضجيج هي حوالي الساعة 3 ظهراً، حيث كانت شدة الضجيج هي 90.53 dB وهي أكبر من القيمة المسموح بها (65 dB) وفق المعايير السائدة في القطر العربي السوري.



الشكل (8) مستوى الضجيج الحسابي والمقاس في شارع الجمهورية

ويفسر ارتفاع مستوى الضجيج في هذا الشارع لموقعه الهام حيث يصل بين دوارين مركزيين في المدينة هما دوار هارون ودوار الأزهر وهو طريق لمدرستين وروضتين وفيه عدة مقاهي انترنت ومحطة وقود وسوبر ماركت ومول، وفيه أيضا بعض المراكز الحكومية الهامة في مدينة اللاذقية.

يبين الشكل (9) شدة مستويات الضجيج المقاسة تجريبيا في شارع حلب الذي يصل بين المدخل الشرقي للمدينة ودوار الزراعة، حيث يلاحظ وجود ذروتين واحدة حوالي الساعة 12 ظهرا (74 dB) والذروة الثانية حوالي الساعة 3 ظهرا (76.48 dB) وفي كلا الحالتين تكون شدة الضجيج أكبر من القيمة المسموح بها (65 dB) وفق المعايير السائدة في القطر العربي السوري. ويعود السبب إلى أنه يشكل المدخل الشرقي للمدينة ويمر فيه عدد كبير من السيارات الخفيفة والثقيلة (الباصات) المنجهة إلى مركز المدينة كما أنه يطل على جامعة تشرين، وهو شارع عريض باتجاهين فيه عدة مقاهي انترنت ومحطة وقود وبعض المحلات التجارية.



الشكل (9) مستوى الضجيج الحسابي والمقاس في شارع حلب

لوحظ أن مستوى الضجيج في جميع المواقع قد تجاوز المستوى الأعظمي المسموح به (70 dB(A)). وكان المتوسط الكلي (78.7 dB (A)) مع تفاوت حوالي (2.8 dB (A)) بينما المتوسط الكلي المسموح به (57.5 dB (A)).

الاستنتاجات والتوصيات:

يعد الضجيج المروري واحداً من أهم مصادر التلوث الضجيجي الذي يؤثر بشكل سلبي في صحة الإنسان في المناطق السكنية إذ تنتج عنه تأثيرات متنوعة على الصحة الفيزيائية والسلوكية وتشويش النشاط اليومي للإنسان. ولهذا تم إنجاز هذه الدراسة لتحديد مستويات الضجيج في المناطق المختلفة لمدينة اللاذقية وقد تم التوصل إلى النتائج التالية:

- 1- تكون مستويات الضجيج في المناطق المدروسة (شارع الثورة- شارع الجمهورية - شارع حلب - شارع 8 آذار) أكبر بكثير من القيم المسموح بها وفق المعايير السورية بحوالي (15-30) dB.
 - 2- تبلغ مستويات الضجيج قيمها الأعظمية حوالي الساعة الثانية عشر صباحاً (82 dB) والثالثة بعد الظهر (89 dB) وذلك بسبب زيادة الحركة المرورية في هذين التوقيتين.
 - 3- تتغير مستويات الضجيج من مكان لآخر وفقاً للنشاط السكاني ولطبيعة الناس ومستوى رقيهم.
 - 4- يمتلك البرنامج الذي تم إعداده بناءً على النموذج الرياضي لحسابات الضجيج القدرة على التعامل الذكي مع مخططات المدن بهدف الحصول على خريطة الضجيج اللونية في جزء من المدينة عن طريق إدخال صورة الجزء المراد دراسة الضجيج له.
 - 5- لا تتجاوز القيمة الوسطية للفرق بين النتائج الحسابية والتجريبية 3% وهذا يدل على التطابق الجيد ما بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة من البرنامج مما يثبت صحة البرنامج ويوفر إمكانية استخدامه لتحديد مستوى الضجيج في أية مدينة سورية أخرى.
- يمكن توسيع هذه الدراسة لتشمل قياس مستويات الضجيج ليلاً لما لها من أهمية كبيرة كونها تؤثر في السكان أثناء نومهم وكذلك دراسة وتجريب المواد والحواجز التي تحد من مستويات الضجيج حيث يحافظ عليها ضمن الحدود المسموح بها.

المراجع:

- 1- Bjork, J., J. Ardo, E. Stroh. H. Lovkvist, P. Ostergren and M. Albin. "Road traffic in Southern Sweden and its relation to annoyance, disturbance of daily activities and health", Work Environ. Health, 32, 2006: 392-401.
- 2- J.M. Barrigon Morillas, V. Gomez Escobar. "An environmental noise study in the city of Caceres, Spain", Applied Acoustics 63 (2002) 1061- 1070.
- 3- R. Golmohammadi, M. Abbaspour, P. Nassiri, and H. Mahjub, "A compact Model For Predicting Road Traffic Noise", Iran. J. Environ. Health. Sci, Eng., 2009, Vol. 6, No. 3, pp. 181-186.
- 4- S.A. Ali, and A. Tamura, "Road traffic noise levels, restrictions and annoyance in Greater Cairo, Egypt", Applied Acoustics, 64, 2003, 815-823.
- 5- Zekry F. Ghatass, "Assesment and Analysis of Traffic Noise Pollution in Alexandria city, Egypt", World Applied Science Journal 6(3), 2009, 433-441.

- 6- Avrid Kumar Shukla ,Sukhvair Singh Jain ,Manoranjan Parida and Jyoti Bhushan Srivastava, "*Performance of FHWA Model For Predicting Traffic Noise: A Case Study Of Metropolitan City, Lucknow (India)*" ,www.transport.vgtu.it,Transport, 2009, 24(3): 234-240.
- 7- Catherine Semidor, Flora Venot-Gbedji, "*Outdoor Elements Providing Urban Comfort: The role of fountains in the soundscape*" PLEA2009-26th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Quebec City, Canada, 22-24 June 2009.
- 8- Elise E. M. M. van Kempen, "*The Association between Noise Exposure and Blood Pressure and Ischemic Heart Disease: A Meta-analysis*" Environmental Health Perspectives, Volume110,Number 3, March, 2002, p307-317.
- 9- Antonio Sergio Melo Barbosa, Maria Regina Alves Cardoso, "*Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of Sao Paulo in Brazil*", Auris Nasus Larynx 32,(2005),17–21.
- 10- Agarwal, S. and Swami B., "*Road traffic noise, annoyance and community health survey - A case study for an Indian city*", Journal of Noise and health ,Vol.13 (53) 2011, 272-276.
- 11- وزارة الإدارة المحلية والبيئة، الهيئة العامة لشؤون البيئة، "الضجيج، الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة التعرض الآمن له" معتمد من مجلس حماية البيئة بتاريخ 2002/10/13.
- 12- Professor Kirill Horoshenkov, "*To learn about the standard UK method for the calculation of road traffic noise (CRTN)*", Environmental Noise Control,2005, University of Bradford,1-12.