تلوث الهواء والمخاطر البيئية الناتجة عن عوادم المركبات في مدينة مصراته

د. فتحي حسين الأمين

جامعة مصراته، كلية الهندسة، قسم الهندسة الميكانيكية، مصراته، ليبيا.

Fathi_elameen@yahoo.com

أ. عوض إبراهيم زبلح

المعهد العالي للمهن الشاملة، قسم تقنيات الهندسة الميكانيكية، مصراته، ليبيا.

Zblah66@yahoo.com

الملخص:

للتلوث البيئي خاصة الهوائي منه مصادر عديدة طبيعية وغير طبيعية متنوعة، إلا إن وسائل المواصلات والنقل تعتبر من أهم هذه المصادر وأكثرها خطرا وتلوثا للبيئة خاصة الجوية منها، وهي لا تكاد تخلوا من أضرار جانبيه ومشاكل عديدة تساهم بما يعرف بتلوث الهواء الجوي الذي يعتبر من أهم وأخطر المشاكل التي تواجهها المجتمعات البشرية في الوقت الحاضر والمستقبل، وذلك بسبب ما يتم طرحه من مواد ضارة وملوثة تؤدي إلى الإخلال بتوازن العناصر الطبيعية المركبة للغلاف الجوي البيئي وإضافة عناصر أخرى ملوثة لهذه العناصر، بحيث تؤدي في النهاية إلي الوصول إلى درجة عدم استيعاب البيئة الطبيعية لهذه المواد الجديدة المضافة إليها، يتناول هذا البحث المخاطر البيئية الناجمة عن التلوث البيئي بسبب عوادم وسائل المواصلات والنقل في مدينة مصراتة لعام 2014 والتي تشمل كافة المركبات بأنواعها المختلفة من سيارات خاصة (ملاكي) وركوبة وشاحنات نقل ورؤوس جر، والتي تعمل على نوعين من الوقود وهما البنزين (Gasoline) والديزل (Diesel) اللذين يعتبران من أهم المصادر في التلوث في داخل المدينة، وفي هذا البحث تم الاعتماد علي البيانات التي امكن الحصول من المؤسسات ذات العلاقة داخل المدينة للوصول لتقديرات رقمية يمكن الاعتماد عليها.

نوعا ما في تقدير التلوث الجوي لفضاء مدينة مصراته بالملوثات الرئيسية الشائعة والتي تطرحها وسائل النقل والمواصلات المستعملة محليا وعالميا، كما تم تقديم مقارنات وتحليل للقيم والنتائج المستنتجة وكذلك تقديم اقتراحات وتوصيات لما ينبغي اتباعه من إجراءات وتدابير في سبيل تقليل مضار ومخاطر التلوث الجوي بسبب استخدام وسائل النقل والمواصلات التي لا يمكن للعالم اليوم الاستغناء عنها وعن استخدامها في حياته الحاضرة والمستقبلية.

الهدف:

يهدف البحث إلى الوقوف علي مسببات التلوث البيئي الذي تسببه عوادم وسائل النقل والمواصلات من خلال الاحتراق الكامل والغير الكامل للوقود الهيدروكربوني في مدينة مصراته، وإلي تحديد المخاطر التي قد تنجم عن الملوثات الناتجة عن عمليات احتراق الوقود في محركات الاحتراق الداخلي في المدينة، والعمل وفق الأسس المنهجية العلمية لتحديد أبعاد مشكلة التلوث الهوائي بالمدينة، والتي أصبحت تزداد حدتها يوما بعد يوم مع الزيادة في عدد السكان ووسائل النقل والمواصلات كما يهدف البحث إلى وضع بعض الحلول والتدابير التي من شأنها تخفيف وطاءة المشكلة والأضرار والمخاطر الممكن أن تنجم عنها حاليا ومستقبلا.

1. المقدمة:

التلوث البيئي يعني الإخلال بالطبيعة وتوازنها نتيجة التغير الكمي أو الكيفي في العناصر الطبيعية التي تؤثر بشكل مباشر في صحة الإنسان ومحيطه. التغير الكمي هو التغير الناتج من زيادة في نسبة بعض المواد التي قد تكون سامة أو قاتلة مغيرة في تركيزها الطبيعي ومن أمثلتها الزئبق والرصاص واكاسيد الكربون والكبريت والأزوت والهيدروكربونات والسناج والغبار والمواد المشعة، أما التغير الكيفي فهو التغير الناتج عن إضافة مركبات صناعية غريبة علي الأنظمة البيئية الطبيعية. وأي زيادة أو نقصان يحدثه الإنسان، أو يحدث طبيعيا، أو أي تغيير كمي أو كيفي في هذه المكونات الطبيعية للهواء سيؤدي إلى تلوثه لا محالة ويجعله ليس بذلك النقاء والصفاء الذي خلقه الله عليه، حيث يختل التوازن الطبيعي لنسب مكونات الهواء ويصبح الهواء الذي نتنفسه ملوثا بسبب التغير في نسب مكوناته الطبيعية وإضافة مواد أخري ضارة عليه. ويظل الإنسان هو السبب الرئيسي وراء كل هذا الخلل أو التلوث الغير

طبيعي في الهواء الجوي الذي نحيى ونعيش فيه، ذلك أن المعامل والمصانع ووسائل النقل والمواصلات ومحطات توليد الطاقة والمعدات المنزلية المختلفة التي يستخدمها الإنسان هي المسئول الرئيسي عن طرح وإلقاء آلاف الأطنان من الملوثات المختلفة والضارة إلى الهواء يوميا ودون وجود أي ضوابط أو عوائق تمنع أو تحد من ذلك إلي المستويات المطلوبة، وقد انتشر هذا التلوث حتى أن الغلاف الجوي أصبح مدفناً أو مكبا للنفايات الغازية العالقة بالهواء، والتي اصبح الإنسان يتنفسها مضطرا مع الهواء دون أن يدري بما تحمله من أخطار وآثار سلبية علي صحته و حياته.

أ- الهواء النقي الطبيعي :

خلق الله سبحانه وتعالى الكون ووضع فيه كل شيء بقدر فقال : " **إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ** " [1]. ومن أعظم ما خلق الله سبحانه وتعالى في هذا الكون هو الهواء، وهو موجود في الغلاف الجوي بقدر موزون على شكل غازات بنسب طبيعية متفاوتة ليس لها أي آثار سلبية على الأحياء[2]. وهذه الغازات ذات نسب وكميات تكون كما يوضحها الجدول رقم (1) علي النحو التالي:

جدول رقم (1): مكونات الهواء الجاف غير الملوث والنسب الحجمية (التراكيز) [3]

الغاز	الرمز الكيميائي	التركيز %	الغاز	الرمز الكيميائي	التركيز %
النتروجين	N_2	78.09	الكريتون	KR	1 *ج.م
الأوكسجين	O_2	20.94	الهيدروجين	H_2	0.5 ج.م
الارجون	Ar	0.93	أول أوكسيد النتروجين	N_2O	0.25 ج.م
ثاني أوكسيد الكاربون	CO_2	0.032	أول أوكسيد الكاربون	CO	0.1 ج.م
النيون	Ne	18 ج.م	الأوزون	O_3	0.02 ج.م
الهليوم	He	5.2 ج.م	ثاني أوكسيد الكبريت	SO_2	0.001 ج.م
الميثان	CH_4	1.3 ج.م	ثاني أوكسيد النتروجين	NO_2	0.0001 ج.م

*ج.م : جزء بالمليون.

ب- تلوث الهواء :

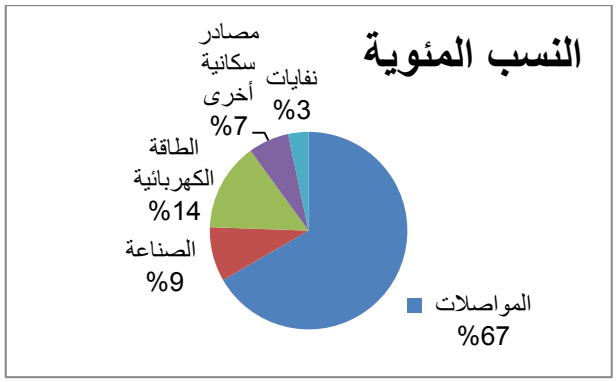
باتت المركبات الآلية من أهم وسائل النقل الضرورية التي تعمل على تأمين متطلبات الإنسان، وهذا ما ينعكس على زيادة أعداد السيارات في العالم اليوم" حيث تشير الإحصائيات إلى أن أعداد السيارات في العالم لم تكن تزيد على 20 مليون سيارة في عام 1918 م وارتفع العدد إلى 95 مليونًا عام 1955 م ووصل إلى 634 مليون سيارة خلال عام 1995م وقفز العدد ليرتفع إلى 700 مليون سيارة عام 2000 م وإلى 750 مليونًا عام 2005م والى مليار سيارة في عام 2010م، وتتوقع دراسة حديثة وضعها مركز خدمات دراسات السيارات «بولك» في مدينة أسن الألمانية، أن عدد السيارات في أنحاء العالم سوف يرتفع في عام 2015 إلى 1.124 مليار سيارة بزيادة نسبتها 20.%. [4]

ج- مصادر التلوث البيئي:

من المعروف إن الإنسان يحتاج لقدر من الهواء النقي بكمية تفوق كل ما يستهلكه من ماء وغذاء لليوم الواحد، بحيث تصل الكمية إلى نحو 15 طن لتر هواء يومياً وهو ما يبلغ وزنه نحو (16) كيلو غراماً، ووفقا للبيانات العالمية لتأثير مصادر التلوث فإن وسط مدينة مكتظة بالسكان كمدينة مصراتة تزدحم بوسائل النقل والمواصلات يشكل قطاع النقل مصدراً لقدر هائل من الغازات الملوثة الموجودة في الهواء قد تصل نسبته إلى حوالي 60% أو يزيد، لذا فان وسائل النقل والمواصلات تعتبر المساهم الأكبر في تلوث الهواء الجوي وبالتالي تلوث المناخ العام كما هو موضح بالجدول رقم (2) والشكل رقم (1).

الجدول رقم-2- النسب المئوية العالمية لتأثير مصادر تلوث الهواء [5]

المصدر	النسبة المئوية
المواصلات	% 67
الصناعة	% 9
توليد الطاقة الكهربائية	%14
مصادر سكانية أخرى	% 7
النفايات	% 3



شكل رقم –1– يوضح توزيع النسب المئوية لمصادر تلوث الهواء.

د– **مخلفات احتراق الوقود والملوثات الرئيسية للهواء الجوي:**
يعتبر الوقود السائل (الجازولين والديزل) من المركبات الهيدروكربونية السائلة، حيث تعمل معظم محركات الاحتراق الداخلي المستخدمة في وسائل النقل والمواصلات المختلفة على استخدام الوقود السائل كالبنزين (الجازولين) والديزل، وذلك لإنتاج الطاقة اللازمة وتحويلها إلى طاقة حركية لتسيير المركبات، وقد وجد أن كمية الهواء اللازمة لحرق 1 كيلوجرام من الوقود تساوي 15 كيلوجرام من حيث الوزن، أما من حيث الحجم فان احتراق لتر واحد من الوقود يلزمه 9 طن لتر من الهواء. وتكون عملية الاحتراق مثالية إذا أدت إلى احتراق كامل للوقود، وفي هذه الحالة سينتج مادتين هما: ثاني اوكسيد الكربون (Co_2) وبخار الماء (H_2O)، وهاتان المادتان غير سامتين رغم إن غاز ثاني اوكسيد الكربون يعتبر غاز خانق مضر بالبيئة و يساهم فيما يعرف بظاهرة **الاحتباس الحراري** التي تعني ارتفاع درجة حرارة الأرض، والتي تعتبر نوع من أنواع تلوث الهواء أيضا. أما في حالة الاحتراق الغير كامل فان ذلك يؤدي إلى انبعاث ملوثات أخرى أكثر خطورة بالإضافة للملوثات السابقة الذكر مثل غاز أول أكسيد الكربون (CO) السام، ومن خلال البحوث العلمية والدراسات السابقة عن التلوث البيئي الهوائي تم تحديد عدد من الملوثات التي تعتبر رئيسية وتنتج من احتراق الوقود الهيدروكربوني بنوعيه الجازولين والديزل، ويمكن توضيح بعض هذه الملوثات كما يلي:

1– أول كسيد الكربون CO : يعتبر من اخطر الغازات على صحة الإنسان، وهو غاز شديد السمية وينتج عن احتراق الوقود احتراقاً غير كامل في محركات الاحتراق الداخلي للمركبات ويزداد تأثيره في ساعات الازدحام والذروة ويرجح بعض الباحثين إلى أن ارتفاع حوادث السير قد تعود إلى التعب والإرهاق تحت ظروف ارتفاع تركيز غاز أول أوكسيد الكربون الذي يتم استنشاقه بجرعات معتبرة دون الإحساس به.

2– ثاني أكسيد الكربون CO_2 : غاز عديم اللون ، والرائحة ، وذو طعم غير مقبول، يؤدي إلى صعوبة في التنفس والشعور بالإختناق، وحدوث تخريش للأغشية المخاطية والتهاب القصبات الهوائية.

3– أكاسيد النتروجين NO_x : ملوث ينتج بالأساس عن أكسدة النيتروجين الجوّي بدرجات الحرارة العالية. وأكاسيد النيتروجين أو الأزوت تؤدي إلى الارتفاع في حساسية الرئة للأمراض المختلفة في الشعب التنفسية، وتؤدي إلى زيادة تأثيرات هذه الأمراض السلبية على المريض، كما يدخل في تكوين بعض المركبات التي تعمل على تهيج الغشاء المخاطي للأنف وللعيون.

4– ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 ينتج هذا الغاز غالبا من بعض الصناعات خاصة تلك التي تحتوي خاماتها علي نسب من الكبريت كالصناعات المعدنية والنفطية، بالإضافة إلي البراكين والينابيع الكبريتية وتحلل بعض المركبات العضوية وكذلك ينتج عن احترق الوقود والمواد المحتوية على كبريت.

5– الهيدروكربونات HC : تشتمل على سلسلة طويلة من المركبات العضوية التي تكون أساسا من ذرات الكربون والهيدروجين وغيرها من المواد التي توجد في النفط . كما تشكل الهيدروكربونات عنصراً هاما في تكوين الضباب الدخاني.

6– الرصاص Pb : تعتبر السيارات خاصة التي تعمل بالبنزين المسبب الرئيسي للتلوث بالرصاص، وجدير بالذكر أن الرصاص من العناصر التي لا يحتاجها الإنسان، وعليه فان وجوده في الجسم يؤدي إلى الكثير من المخاطر والسلبيات. و يضاف الرصاص أيضا إلى البنزين لتحسين خواصه وزيادة كفاءة وأداء المحركات (البنزين المستخدم في محركات السيارات) ، حيث يحتوي البنزين 98 % على 0.8 جرام من الرصاص لكل لتر، والبنزين 94 % يحتوي على 0.4 جرام فقط من الرصاص لكل لتر، ويتحول إلى اوكسيد الرصاص، وهذا الاوكسيد مادة جامدة لا تقبل التطاير و تترسب ببطء على جدران المحرك الداخلية ومع الاستمرار في استخدام البنزين المرصص (نسبة الرصاص فيه تبلغ نحو 494 جرام /لتر) يزداد هذا الترسب تدريجيا حتى يغطى جدران المحرك و يتفاعل مع المركبات الأخرى المضافة للبنزين مثل مركب هالوجين بروميد الاثيلين أثناء الاحتراق ويتحول الرصاص إلى مادة (بروميد الرصاص) وهي مادة متطايرة تخرج مع غازات العادم الساخنة ملوثة للبيئة المحيطة.

7– السخام أو السناج Soot : تعتبر المحركات التي تعمل بالديزل المسبب الرئيسي للتلوث بالسخام أو السناج الذي يمثل تركيز عالي من جزيئات الكربون، إضافة إلى العناصر الثقيلة التي تكون بحالة غازية أو صلبة دقائقية تظهر منها بعض الروائح الكريهة أحيانا.

والجدول رقم (3) يوضح الأضرار الصحية التي من الممكن أن تلحق بصحة الإنسان عند التعرض لها بكميات كبيرة. [6]

جدول رقم –3– الأضرار الصحية للملوثات .

الملوثات	الضرر

أول أكسيد الكربون	يؤثر علي الجهاز العصبي، ويحدث قصور في الدورة الدموية
ثاني أكسيد الكربون	يسبب الإختناق وصعوبة التنفس، و التهاب أغشية القصبات الهوائية.
أكاسيد النتروجين	أمراض الرئة وتهيج الغشاء المخاطي للأنف والعيون.
ثاني أوكسيد الكبريت	أمراض الرئة والحاق الضرر بالنبات والحيوان وتآكل المواد
الهيدروكربونات	التهاب العيون وتأثير سلبي على الرئتين
الرصاص	يؤثر على الجهاز العصبي والعظام والكلى
السخام أو السناج	روائح كريهة والتهاب الأغشية المخاطية.

ويتحكم نوع الوقود المستخدم (جازولين ، ديزل) في متوسط كمية الانبعاثات الناتجة عن المركبات الألية (السيارات)، والتي ينتج عنه العديد من الملوثات مثل: غازات الكربون، والكبريت، والنيتروجين وغيرها. (بالنسبة للمحركات التي تعمل بالبنزين بشكل جيد يجب أن يتم مزج نسبة محدودة من الاكسجين (الهواء) مع البنزين في غرفة المحرك، حيث يتم مزج كل جرام واحد من البنزين مع 14.6 جـــم من الاكسجين وفي حالة اختـــلال هذه النسبة فإن ذلك سيؤثر على أداء المحرك وانبعاثـــات العـــادم بشكل سلبي*).

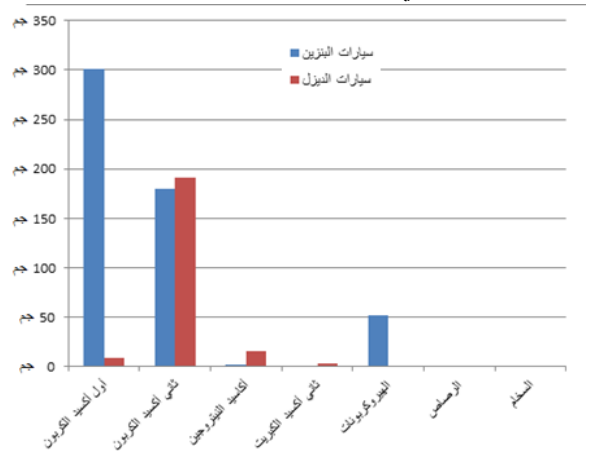
ويوضح الجدول رقم (4) الكميات القياسية للمواد الملوثة الناتجة عن سيارات البنزين والديزل (جم) من المادة الملوثة لكل (كجم) من الوقود بجم/لتر. [7]

جدول رقم –4– الكميات القياسية للمواد الملوثة الناتجة عن السيارات.

نوعية الملوث	سيارات البنزين	سيارات الديزل
أول اوكسيد الكربون CO	301.60	9.28
ثاني اكسيد الكربون CO_2	180	191
اكاسيد النتروجين NO_x	2.200	15.08
ثاني أكسيد الكبريت SO_2	0.14	3.48
الهيدروكربونات HC	52.200	1.16
مركبات الرصاص Pb	0.110	–
سناج أو سخام Soot	0.220	1.16

وتؤكد البحوث العلمية التي قامت بها العديد من المؤسسات العلمية المتخصصة أن مجموع عدد المركبات الكيميائية التي تدخل في تركيبة الغازات العادمة الصادرة عن وسائل النقل والمواصلات المستخدمة لمحركات الاحتراق الداخلي تصل إلي عدد 200 مركب يعتبر غاز أول أكسيد الكربون CO أخطرها وأشدها سمية يليها أكاسيد النتيروجين NO_x (الآزوت) والكبريت SO_2 والهيدروكربونات HC وغيرها من الملوثات التي وردت في الجدول أعلاه.

وقد أشارت الدراسات العلمية في أمريكا والدول الأوربية إلي أن السيارات بأنواعها المختلفة تساهم بما نسبته من 60 – 80 % من أكاسيد الكربون الموجودة في الهواء الجوي، كما تؤكد هذه الدراسات إلي أن ثاني أكسيد الكربون CO_2 يشكل ما نسبته 21% من مجموع الغازات المتصاعدة من عملية الاحتراق في المواد الهيدروكربونية [8].



شكل رقم –2– يوضح كميات المواد الملوثة بالجم لكل كجم من الوقود (بنزين وديزل)

ويوضح الجدول رقم (4) والشكل رقم (2) أن أول وثاني أكسيد الكربون هما الأكثر انبعاثاً من عوادم السيارات نتيجة الاحتراق الكامل والغير كامل للوقود الهيدروكربوني في محركات الاحتراق الداخلي، ثم تأتي الهيدروكربونات غير المحترقة في ثالث الترتيب فيما يخص سيارات البنزين، أما الرصاص فإنه ينتج عن محركات البنزين دون محركات الديزل، كما أن أكاسيد الكبريت والنتروجين تنتج عن محركات الديزل بنسب أكثر منه في محركات البنزين، وأن هذه البيانات تعتبر كميات قياسية مقاسة في دول تفرض اعتبارات صارمة علي حماية البيئة من التلوث من المصادر الملوثة للبيئة لديها والتي اهمها وسائل النقل والمواصلات.

إن كمية الملوثات للغازات المختلفة من عوادم المركبات تتغير تبعاً لنوع المحرك، سرعة المركبة، كفاءة تشغيل المحرك، صيانة المركبة، كثافة حركة المرور، ونوع الوقود المستخدم والشوائب التي يحتويها، الأمر الذي يجعل من أن دقة تقدير كميات ونسب التلوث بالمدن الليبية كمدينة مصراته تحتاج لأخذ هذه المعايير بنظر الاعتبار، بحيث يفضل اضافة

نسبة أو معامل زيادة علي الكميات المحسوبة اعتمادا علي البيانات القياسية.

2. الجانب التطبيقي:

تم الاعتماد في هذا الجانب علي المنهج الوصفي مع التحليل المنطقي للبيانات الرقمية التي تم الحصول عليها من ادارات ومكاتب المؤسسات ذات العلاقة بموضوع الدراسة، وهي ادارة مجمع ناصر للنفط والغاز التابع لشركة البريقة لتسويق النفط والغاز ومكتب المرور والترخيص بمدينة مصراته، وذلك للوصول إلي النتائج الممكنة في صورة قيم رقمية واستنتاجات واقعية تعكس الواقع الفعلي لما تتعرض له المدينة من تلوث هوائي بسبب الملوثات الرئيسية الناتجة عن حرق الوقود بنوعيه (الجازولين والديزل) في محركات الاحتراق الداخلي لوسائل النقل والمواصلات بالمدينة، وذلك للمساهمة في وضع الحلول المناسبة للحد من تفاقم هذه المشكلة مع ازدياد عدد السكان والمركبات التي يستعملونها وصولا إلي افضل المقاييس والمعايير المسموح بها عالميا لمكونات الهواء بالمدن الحضارية، وهو ما يحتاج إلي تظافر وتكاثف وتسخير جميع الجهود الممكنة بالجهات والمؤسسات ذات العلاقة وكذلك المواطنين مستخدمي السيارات بجميع أنواعها وتوفير الدعم المادي المناسب لمتابعة ومراقبة والحد من هذا النوع من التلوث البالغ الخطورة والضرر علي حياة الإنسان وممتلكاته.

ويوضح الجدول رقم (5) كميات الاستهلاك الشهري لكل من نوعي الوقود الجازولين والديزل المسحوب فعليا على مدار أشهر السنة (2013) بمحطات الوقود بمدينة مصراته[8]*، حيث يتضح أن أعلى معدل للاستهلاك الشهري كان خلال شهر اغسطس (8) بكمية 7500 م^3 من البنزين وكمية 3250 م^3 من الديزل.

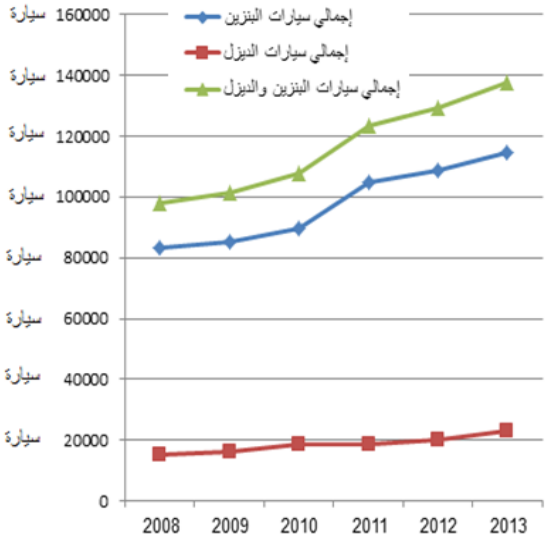
كما يوضح الشكل رقم –3– منحنيات استهلاك الوقود المستعمل بنوعيه من البنزين والديزل خلال اشهر سنة 2013م ، وكذلك اجمالي كميات الاستهلاك بالمتر المكعب من الوقود بنوعيه خلال العام بمدينة مصراته.

جدول رقم (5) كميات استهلاك الوقود بنوعيه (بنزين وديزل) خلال 2013.

الشهور	بنزين 95	ديزل	اجمالي الكمية
1	6100 م^3	3200 م^3	9300 م^3
2	7000 م^3	3000 م^3	10000 م^3
3	6500 م^3	4200 م^3	10700 م^3
4	6000 م^3	3000 م^3	9000 م^3
5	6800 م^3	3800 م^3	10600 م^3
6	6000 م^3	4000 م^3	10000 م^3
7	6300 م^3	3300 م^3	9600 م^3
8	7500 م^3	3250 م^3	10750 م^3
9	6585 م^3	3100 م^3	9685 م^3
10	6350 م^3	3000 م^3	9350 م^3
11	6200 م^3	3800 م^3	10000 م^3
12	5099 م^3	3858 م^3	8957 م^3
المجموع للسنة	78384 م^3	41508 م^3	119892 م^3

الشكل رقم –3– كميات الاستهلاك من الوقود بنوعيه خلال اشهر عام 2013م والاجماليات.

إن كمية وقود البنزين (الجازولين) والديزل المستعملة في وسائل النقل والمواصلات داخل مدينة مصراتة خلال العام 2013 تعادل 78384 متر مكعب من البنزين و 41508 متر مكعب من الديزل وبأجمالي كمية تبلغ 119892 م^3 لنوعي الوقود. ويتم توزيع واستهلاك هذه الكميات الموزعة علي محطات الوقود بمدينة مصراته من خلال اعداد السيارات الواردة بالملحق رقم (1)، والتي قدرت اجمالي اعدادها بحوالي 159602 مركبة ذات محرك احتراق داخلي بنزين وديزل لعام 2014، وذلك بعد اضافة نسبة 5% من اجمالي المركبات المسجلة للعام كنسبة تقديرية تمثل عدد السيارات المسجلة بمدن أخرى ويجري استعمالها بالمدينة. ويوضح الملحق رقم (1)، والشكل رقم (4) أعداد السيارات ذات محرك الاحتراق الداخلي بنوعيه البنزين والديزل المسجلة بمكتب ترخيص مدينة مصراته واجماليات الأعداد، ونسبة كلا منها للأعوام من (1996 – 2014م)، مع اضافة نسبة 5% لتلك المسجلة بمدن أخرى والتي يجري استعمالها داخل المدينة لعام 2014.

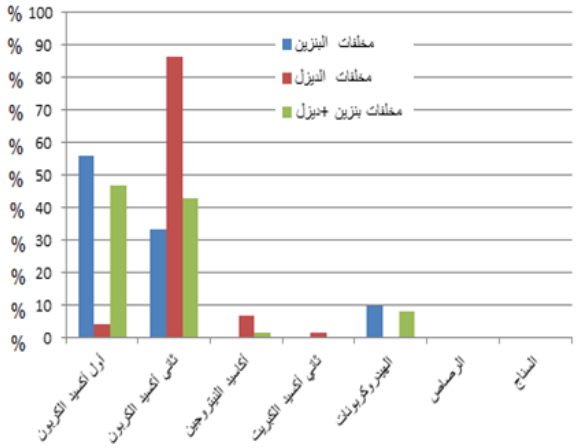


الشكل رقم–4– يبين أعداد السيارات المسجلة بمكتب ترخيص مدينة مصراته خلال الأعوام (2008–2014)

ويلاحظ من الجدول أن المركبات (السيارات) العاملة على البنزين في مدينة مصراته و المسجلة لعام 2014م تشكل ما نسبته حوالي 84% وبعدد حوالي (134028) سيارة، أمّا التي تعمل على الديزل فإن نسبتها حوالي 16% وبعدد حوالي (25574) سيارة خلال عام 2014م، وذلك بعد اضافة نسبة 5% للسيارات المسجلة في المدن الليبية الأخرى ويجري استعمالها داخل مدينة مصراته، أي بأجمالي عام يقدر بعدد 159602 مركبة.

3. الحسابات والنتائج:

تم تقدير كمية الملوثات التي تم طرحها من وسائل المواصلات والنقل إلى فضاء مدينة مصراتة خلال عام 2013 (بالكجم / سنة) كأخر سنة نموذجية تتوفر فيها البيانات ذات العلاقة خلال أشهر السنة كاملة، وذلك بالاعتماد علي ما يتم سحبه واستهلاكه من كميات وقود بنزين وديزل وعدد السيارات المستعملة كوسائل مواصلات ونقل بالمدينة خلال السنة، وقد تم توضيحها كما تظهر بالجدول الملحق رقم (2)، وتمثيلها بيانيا كما بالشكل رقم (5).



شكل –5– النسب المئوية التقديرية للملوثات الناتجة عن عوادم سيارات البنزين والديزل خلال عام 2013*.

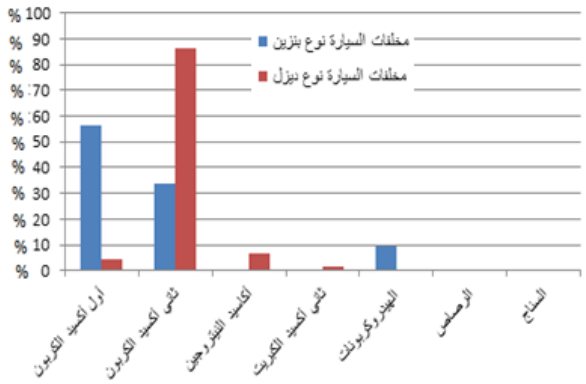
- *تم احتساب حجم الملوثات من قبل الباحثين بناءا على معطيات البيانات المقدمة عن كميات الوقود الموزعة من مجمع ناصر للنفط والغاز بمصراته.

وقد تم تقدير حجم الملوثات التي تطلقها السيارة الواحدة خلال العام وفق نوع الوقود المستعمل، وذلك اعتمادا علي كميات الوقود المستهلكة خلال عام 2013م كما في الجدول رقم (6)

جدول رقم–6–تقديرات كميات الملوثات التي تطلقها السيارة الواحدة*

*–تم احتساب حجم الملوثات من قبل الباحثين بالاعتماد على معطيات البيانات المقدمة عن كميات الوقود الموزعة من مجمع ناصر للنفط والغاز بمصراته، وكذلك اعداد السيارات المسجلة بمكتب ترخيص مصراته.

المادة	مخلفات السيارة الواحدة نوع بنزين (كجم/سنة)	النسبة المئوية للملوث %	مخلفات السيارة الواحدة نوع ديزل (كجم/سنة)	النسبة المئوية للملوث %
CO	196.78	%56.2	15.77	%4.19
CO2	117.4	%33.5	324.6	%86.36
NO	1.43	%0.4	25.62	%6.81
SO2	0.09	%0.025	5.9	%1.56
HC	34.048	%9.7	1.97	%0.52
Pb	0.072	%0.02	0	%0
Sootالسناج	0.143	%0.04	1.97	%0.52
الاجمالي	349.96		375.83	



شكل –6– النسب المئوية التقديرية للملوثات التي تطلقها السيارة الواحدة وفق نوعي الوقود (الجازولين و الديزل).

4. الاستنتاجات:

يظهر الشكل رقم (5) وبشكل أوضح كميات الملوثات للغازات المختلفة من عوادم المركبات التي تم طرحها إلى أجواء المدينة من استخدام وقودي البنزين والديزل، ويلاحظ الكمية الهائلة من غاز أول اوكسيد الكربون CO التي يلقيها عادم محركات البنزين قياساً بالملوثات الأخرى، وأن جميع المركبات الموجودة في المدينة تطرح ما مقداره 24025.808 طن متري سنوياً من غاز أول أكسيد الكربون. كما تطرح وسائط المواصلات و النقل نوعية بنزين المقدرة بعدد 120170 سيارة والمستعملة في مدينة مصراته لعام 2013 ما كميته حوالي 42050.664 طن متري، كما تم تقدير كمية 9131.760 طن متري من الملوثات من جراء استعمال عدد 24423 سيارة ديزل عام 2013 وبإجمالي كمية ملوثات وصلت إلي 51230.574 طن متري.

ويوضح الشكل رقم (6) النسبة المئوية لإسهام كل من وقودي البنزين والديزل في كل نوع من أنواع الملوثات المطروحة إلى الهواء، ومنه يلاحظ كيف إن عادم البنزين هو المصدر الرئيسي لكل من الملوثات بأول أكسيد وثاني أكسيد الكربون بنسبة 56% و33.5% على التوالي، ومركبات الرصاص Pb (بكمية تصل الى 8.622 طن متري سنوياً بنسبة 0.02 % وهذه الكمية تعتبر ليست بسيطة إذا أخذنا بنظر الاعتبار التأثير الخطير للرصاص)، فيما يلاحظ إن عادم الديزل هو المصدر الرئيسي لكل من ثاني أكسيد الكربون بنسبة 86.8 % وملوثات السخام أو السناج (Soot) بنسبة 0.52% ، ولثاني أوكسيد الكبريت SO_2 بنسبة 1.5 % واكاسيد النتروجين NO_x 6.8% في حين كانت هذه الكميات والنسب هامشية بالنسبة لمحركات البنزين.

كما يمكن ملاحظة أن نسبة الملوثات من غاز أول أكسيد الكربون وصلت إلي **4.19%** من اجمالي ملوثات سيارات الديزل. أما ملوثات الهيدروكربونات فإن نسبتها قدرت بحوالي 9.7% من ملوثات سيارات البنزين، ويمثل غاز ثاني أكسيد الكبريت نسبة هامشية من ملوثات البنزين تقدر بحوالي 0.025%، أما مركب الرصاص فإنه لم يسجل أي نسبة من ملوثات الديزل.

ويلاحظ أيضا أن جميع هذه الحسابات مأخوذة على افتراض إن عوادم المركبات ناتجة من محركات ذات كفاءة تشغيلية عالية، أي علي أساس أن اغلب السيارات في مدينة مصراتة هي حديثة أو يجري صيانتها وفق الأسس المتبعة للصيانة الدورية باستمرار، و إذا علمنا إن نسبة 60 % من السيارات التي تعمل داخل المدينة هي بعمر يزيد على 10 سنوات (العمر الافتراضي للسيارة في أغلب دول العالم الأول والثاني)، وإن بعض من المركبات تكون محركاتها غير خاضعة للصيانة الدورية اللازمة لضبطها وفق الاسس والمعايير المتبعة لكفاءة المحركات، أضف إلى ذلك وجود كميات و نسب تلوث اضافية من بعض المركبات الأخرى القادمة والعابرة من خارج مدينة مصراته يوميا، وكذلك هناك كميات تنتج عن مركبات أخري تسير في شوارع المدينة خاصة ببعض مؤسسات الدولة الأخرى كالجهات العامة، لذا فأن الوضع البيئي سيزداد سوءا من حيث التلوث الهوائي وسيكون من الواقع المنطقي أن ننظر إلى أن النتائج التقديرية المطروحة في هذا البحث ستكون أكثر دقة وموضوعية إذا ما اضيف إليها زيادة تقديرية قد تصل إلى 25% علي الأقل أو أكثر علي الكميات والنسب المحسوبة في البحث. ويوضح الملحق رقم (2) شكل التلوث الصادر عن عادم أحد السيارات التي تحتاج إلي ضرورة الصيانة العاجلة للمحرك لتلافي الانبعاثات الملوثة للبيئة.

5. المناقشة:

من خلال هذه الدراسة نلاحظ إن عادم السيارات الملوث لأجواء مدينة مصراته يحتوي على خمس مركبات أساسية تعتبر من المركبات الضارة والخطرة جدا على صحة الانسان والحيوان والبيئة بصفة عامة وهي كالتالي:

- أول اوكسيد الكربون CO: وهو غاز سام (إذا وصلت نسبته إلى 0.1% يسبب الصداع وصعوبة التنفس وإذا زادت إلى 0.3 %يؤدي إلى الوفاة). وتعتبر الكمية التقديرية الملقاة لأجواء مدينة مصراته (حوالي 24 ألف طن متري سنوياً) نسبة عالية جداً هذا إذا لم تكن الكمية الواقعية أضعاف الكمية التقديرية.
- ثاني أكسيد الكربون CO_2: وهو غاز خانق عديم اللون والرائحة (يتراوح تركيزه في الهواء الطبيعي الجاف غير الملوث 303– 320 جزء في المليون)، وتقدر الكمية المطروحة منه في أجواء مدينة مصراتة بحوالي 22 ألف طن سنويا، وهي كمية كبيرة من الممكن أن تسبب في أضرار بيئية خطيرة كارتفاع حرارة الأرض وظاهرة الاحتباس الحراري اضافة لما يسببه من اضرار مباشرة علي الانسان كالصعوبات المتعلقة بالتنفس وأمراض الجهاز التنفسي كالتهاب أغشية القصبات والشعب الهوائية والرئتين.
- أكاسيد الآزوت أو اكاسيد النتيروجين NO_X: ويطرح في الهواء الجوي من هذه الاكاسيد كمية تزيد على 798 طن سنوياً وهي نسبة كبيرة من شأنها أن تسبب تهيجاً شديدا للجهاز التنفسي قد يصل للأضرار بالرئتين.
- مركبات الهيدروكربونات HC: وتقدر الكمية التي تطرح من هذه المركبات بحوالي 4 آلاف طن متري سنوياً، وتسبب هذه الكميات الكبيرة لهذه المركبات حساسية للعينين والانف والحلق وبعض أنواعها له تأثيرات مسببة للسرطان.
- مركبات الرصاص Pb وإن كانت تطرح بكمية ضئيلة جدا من محركات البنزين وبنسب معدومة من محركات الديزل إذا ما قورنت بباقي الملوثات الأخرى، وأن كمياتها المطروحة في الهواء لا تتجاوز 8622 كيلوجرامات سنوياً، فأن هذه النسب من الممكن أن يكون لها تأثيرات سلبية على نمو الأطفال ونضجهم العقلي. كما تكمن خطورة الزيادة العالية من ملوثات مركبات الرصاص في كونه لا ينتقل للإنسان عبر الهواء فقط ولكنه ينتقل أيضا عبر الغذاء بسبب امتصاص المحاصيل الزراعية للرصاص من التربة في الأراضي الموجودة بجوار الطرق العامة في المدينة، أما الرصاص المنتشر في الهواء فتكمن خطورة استنشاقه في تأثيره البالغ على الجهاز العصبي وأجهزة الجسم المختلفة.
- ثاني أكسيد الكبريت SO_2 غاز عديم اللون، له رائحة نافذة وتأثير سلبي علي البيئة إذا تجاوز تركيزه 3 أجزاء في المليون، وقد بلغت الكمية المطروحة من هذا الغاز بالمدينة حوالي 155 طن متري سنويا بنسبة 0.3% من باقي الملوثات. وتؤثر هذه النسبة الكبيرة من هذا الغاز على الأغشية المخاطية، ويسبب التهاباً في الجهاز التنفسي، كما يسبب الكحة وعدم الراحة، وإذا وجد هذا الغاز بتركيز 5 أجزاء في المليون فإن هذا مؤشر لوجود تلوث خطير في الهواء الجوي.
- السناج أو السخام : وله تأثيرات على الهواء الجوي لا تقل خطورة عن تأثيرات الملوثات الأخرى وقد قدرت كميته بحوالي 65 طن سنويا بما بحوالي 0.13% من جميع الملوثات.

ويؤدي ارتفاع نسبة الملوثات في الهواء الجوي بصفة عامة أيضا إلى الإضرار بالنباتات المختلفة من خلال التأثير السلبي على الأوراق والمادة الخضراء مما يؤدي إلى ذبول النباتات وموتها أو إبطاء عملية نموها الطبيعي، وبالتالي فهو يعتبر احد أسباب انحسار أشجار النخيل في مدينة مصراته وتدهور الإنتاج الزراعي كما تتعرض الثروة الحيوانية أيضا لخطر التلوث الهوائي الذي يؤثر في الخصوبة الإنتاجية، فضلاً عن إمكانية تعرضها للموت إذا ارتفعت نسبة الملوثات إلى الحد الذي يفوق النسب المعيارية المسموح بها للتلوث البيئي.

يؤثر التلوث الهوائي المرتفع النسب كذلك على مواد البناء والمعادن بصورة واضحة ويظهر ذلك بشكل جلي في المدينة في شكل صدأ وتآكل المعادن وزوال ألوان الصبغات وتقشر الدهانات وتشقق المطاط وألياف النايلون والبلاستيك والألياف القطنية وتراكم الغبار على المنشآت والمباني والأثاث والملابس وسائر الممتلكات.

إن خليط الغازات الناتجة عن عوادم المركبات المختلفة ينتج عنها ما يسمى بالضباب الدخاني (السناج) الذي يسبب احتقان الأغشية المخاطية واحمرار العيون ويسبب السعال، كما يؤدي إلي تكوين المطر الحمضي Acid rain، ويعزى تكون المطر الحمضي إلى وجود اكاسيد الكربون CO_x والكبريت SO_x والنتروجين NO_x في طبقة الهواء السفلى التربوسفير Troposphere مع بخار الماء.

المقترحات والتوصيات:

للتقليل من مضار الملوثات المطروحة من عوادم المركبات في أجواء مدينة مصراته يمكن اقتراح مايلي:

1. تنظيم حركة المرور وتخفيف الازدحام الذي تعانيه الكثير من المناطق وتحديداً مركز المدينة ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تنظيم حركة السير في الطرق والشوارع والاعتماد على وسائل النقل العام لتقليل استعمال السيارات وبالتالي لتحاشي ارتفاع تلوث الهواء في المناطق المزدحمة بالسكان.
2. منع استخدام المركبات الآلية التي لا تتوفر فيها وسائل السلامة وحماية البيئة من التلوث والعمل على تحديث السيارات داخل المدينة والتخلص من السيارات القديمة والتي تسبب تلوثا كبير للبيئة.
3. الاهتمام بالفحص الدائم الدوري العام كل فترة قصيرة واستخدام القطع الأصلية لمضخات البنزين والديزل.
4. تأخير توقيت نقل البضائع بالشاحنات من والى ميناء المدينة خلال بداية ونهاية دوام العمل الرسمي لتحاشي الازدحام.
5. ترك مساحات خضراء لتنقية الجو ويجب تشجير بعض المناطق في المدينة خاصة تلك المحادية للطرقات والشوارع لتعمل على تقليل التلوث لا نها تعمل علي تقليل محتوى الهواء من المواد العالقة والتخلص من أكاسيد الكربون.
6. توفير المرشحات الخاصة بالعوادم ليستخدمها المواطنون في سياراتهم لمنع خروج المواد الضارة.
7. إرشاد المواطنين و توعيتهم لما يمثله تلوث الهواء من خطر ومضار كبيرة بشكل مباشر أو غير مباشر على الحياة في المدينة وصحة مواطنيها.
8. الكشف على عوادم السيارات بشكل مستمر بالاجهزة المناسبة لذلك، واتخاذ تدابير صارمة مع أصحاب السيارات الذين لديهم سيارات مخالفة للأنظمة البيئية بالمدينة.
9. العمل علي تزويد مراكز الفحص الفني بأجهزة حديثة للكشف عن معدلات الانبعاثات الصادرة من المركبات وذلك لاتخاذ الإجراءات اللازمة حيالها.
10. العمل علي تحوير جزء من السيارات العاملة بالوقد السائل (الجازولين والديزل) إلي أنواع أخرى من الوقود كالغاز الطبيعي للتقليل من التلوث الهوائي بالمدينة.

المراجع:

1. القرآن الكريم .
2. عبد الجواد أحمد ، تلوث الهواء ، الطبعة الأولى ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، 1991.
3. العمر مثنى عبد الرزاق، التلوث البيئي، الطبعة الأولى، دار وائل للطباعة والنشر، عمان،2000 .
4. د. صافيتا محمد، عطية عدنان، جغرافية المدن والتخطيط الحضري، جامعة دمشق 2006.
5. د. كاطع صبيح جاسم ، حسن رائد محمد & خضير حسين علي ، تلوث الهواء والمخاطر البيئية الناتجة عن عوادم المركبات في محافظة البصرة ، مجلة ميسان للدراسات الاكاديمية، المجلد/ السابع ، العدد/ الثالث عشر، 2008.
6. كوركيس عبد آل آدم، التلوث البيئي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة، العراق، 1988.
7. أبو حمرة عزت ، تلوث الهواء الناتج عن عوادم السيارات ، وزارة الشئون البلدية والقروية والبيئة ، عمان ،1992.
8. المهندسة منصور خولة، التلوث البيئي الناجم عن حركة المرور في مدينة دمشق، كلية الهندسة جامعة دمشق، 2004.
9. بن عامر عبد القادر ، مجمع ناصر للوقود والغاز بمدينة مصراته، كميات الوقود الموزعة علي محطات الوقود خلال عام 2013، مقابلة شخصية بتاريخ 2014/11/30.
10. الشركسي سليمان، إدارة قسم مرور مصراتة، بيانات بأعداد المركبات خلال الفترة من 1996–2014، مقابلة شخصية بتاريخ 24 /2014/11.

الملاحق:

ملحق رقم –1– أعداد المركبات الألية في مدينة مصراتة للسنوات ما بين 1996– 2014[9].

السنــة	خاصة (ملاكي) (بنزين)	سيارات الركوبة بنزين	سيارات نقل – وقود بنزين (جازولين)	سيارات نقل (وقود ديزل)	قاطرات الجر (ديزل)	مجموع سيارات وقود الجازولين (بنزين)	مجموع سيارات وقود الديزل	إجمالي عدد سيارات البنزين والديزل
1996	4275	–	1509	1509	–	–	–	–
1997	6025	*–	3013	3012	*–	–	–	–
1998	9075	*–	4538	4537	*–	–	–	–
1999	5000	*–	5038	5037	*–	–	–	–
2000	15025	*–	5725	5725	*–	–	–	–
2001	19926	*–	6688	6687	945	–	7632	–
2002	26301	*–	7313	7312	977	–	8289	–
2003	32425	*–	9113	9112	1500	–	10612	–
2004	40201	*–	9663	9662	1648	–	11310	–
2005	48502	*–	10463	10462	2015	–	12447	–
2006	61500	*–	10863	10862	2593	–	13455	–
2007	67925	*–	11263	11262	2756	–	14018	–
2008	70000	1360	11725	11725	3272	83085	14997	98082
2009	71250	1376	12388	12387	4029	85014	16416	101430
2010	75000	1408	13075	13075	5424	89483	18499	107982
2011	90525	1418	13075	13075	5508	105018	18583	123601
2012	93750	1430	13738	13737	6473	108918	20210	129128
@2013	97925	1434	15088	15087	8173	114447	23260	137707
2014	110550	1435	15660	15660	8696	127645	24356	152001
# نسبة (5%) لعام 2014م						#6383	#1218	#7601
اجمالــي للعدد لعام 2014م						134028	25574	159602
النسبة المئوية %						% 83.976	% 16.023	

*– عدم وجود بيانات موثقة لتسجيل السيارات.

– تم تمثيل السيارات المسجلة بمدن أخرى وتتجول بمدينة مصراته بما يعادل نسبة 5% من اجمالي عدد السيارات المسجلة بالمدينة.

ملحق رقم –2– تقديرات كميات المواد الملوثة الناتجة عن عوادم السيارات خلال عام 2013م*.

المادة	مخلفات البنزين (كجم)	النسبة المئوية	مخلفات الديزل (كجم)	النسبة المئوية	اجمالي الكمية (كجم)	النسبة المئوية
CO	23640614.4	%56.21	385194.24	%4.2	24025808.64	%46.8
CO2	14109120	%33.55	7928028	%86.8	22037148	%43.01
NO	172444.8	%0.41	625940.64	%6.85	798385.44	%1.55
SO2	10973.76	%0.026	144447.84	%1.58	155421.6	%0.3
HC	4091644.8	%9.73	48149.28	%0.52	4139794.08	%8.08
Pb	8622.2	%0.02	0	%0	8622.2	%0.016
Soot	17244.48	%0.04	48149.28	%0.52	65393.76	%0.13
الاجمالي	42050664.44		9131760		51230573.72	

ملحق رقم –3– غازات ملوثة للبيئة تنبعث من ماسورة سيارة قديمة ذات محرك يحتاج إلي صيانة شاملة (عمرة).