جامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا

كلية الدراسات العليا
مدرسة الهندسة المدنية

بحث بعنوان:

تقييم الأثر البيئي للغازات المنبعثة من السيارات في ولاية الخرطوم

EVALUAT VEHICALES EMISSIONS IN KHARTOUM STATE

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية (طرق)

اعداد الدارس

أحمد الامين محمد أحمد

الدكتور المشرف

دكتور/ أسامة محمد أحمد أدم

يونيو 2015

آية

(وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا)

الإسراء (85)

صدق الله العظيم

إهداء

الى **أمي الحنونة**

الى **والدي العزيز**

الى **زوجتي الوفية**

الى **أبنائي وقرة عيني**

اليهم جميعاً أُهدي هذا الجهد المتواضع

شكر وعرفان

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات والصلاة والسلام على معلم البشرية وهادي الانسانية سيدنا محمد وعلى آله واصحابه اجمعين

إنطلاقاً من العرفان بالجميل فإنه ليسرني أن أتقدم بالشكر والامتنان الى

أستاذي ومشرفي الدكتور/ **أسامة محمد أحمد أدم** الذي مدني من علمه بالكثير

كما أتقدم بالشكر الجزيل لأساتذتي في الجامعة ولا يفوتني أن أتقدم بالشكر الى موظفي المجلس الأعلى للبيئة –ولاية الخرطوم

وأتقدم بالشكر أيضاً الى كل من ساعدني ومد لي يد العون في إخراج هذا البحث في صورته النهائية خاصة الاخ والزميل علاء الدين أحمد عبدالسلام

وشكري لإخوتي وزملائي الذين آزروني برأيهم ومشورتهم.

والشكر والحمد لله من قبل ومن بعد

المستخلص

يتناول هذا البحث تقييم تلوث الهواء نتيجة للغازات المنبعثة من السيارات في ولاية الخرطوم.

تم عمل دراسة ميدانية لقياس نسب الغازات المنبعثة من السيارات حيث تم اخذ عينات الهواء في ساعات الذروة في الفترة الصباحية و الفترة المسائية لشوارع افريقيا و بشير النفيدي (الستين) وشارع عبيد ختم وذلك بواسطة جهاز قياس الغازات مايكروتكتر II ومايكروIV وتم استخدام برنامج التحليل الاحصائي لتحليل العينات وقد توصلت الدراسة بناءا على التحليل الاحصائي الذي تم، وبما أن متوسطات العينة الكاملة والشوارع الثلاث أقل من مستوى المتوسط المعياري (35)، عليه فيمكن القول بأنه لا يوجد تلوث في الشوارع الثلاثة ككل.

ان نسب غاز اول اكسيد الكربون اقل من التركيز المسموح به في جميع تقاطعات الشوارع ما عدا تقاطع المركزي في شارع افريقيا فقد كانت النسبة اكبر من المسموح به. لا توجد انبعاثات لغازات النتروجين وكبريتيد الهيدروجين وبالنظر الي نتائج التحليل الاحصائي يمكن القول بانه لايوجد تلوث في منطقة الدراسة

Abstract

The objective of this research is to evaluate the air pollution caused by vehicles emissions in Khartoum State.
A Field study was done to measured the percentages of vehicles emissions
The samples were taken in the morning and the evening during the peak period for all streets by using Microtector II and Micro IV instrument.
The study concludes that the percentages of Carbon Monoxide (co) is less than the allowable in all Streets except for Almrkazy junction in Africa Street the percentages was found to exceed the allowable percentages.
No Nitrogen Oxides (NO_x) and Hydrogen Sulfide (H_2S) emissions were found during the study.
According to the statistical analysis we can said there is no pollution in study area

الفهرست

الرقـم المتسلسل	الموضـــــــوع	رقـم الصفحة
	الاية	I
	الاهداء	II
	شكر وعرفان	III
	المستخلص	IV
	ABSTRACT	V
	الفهرست	VI
	جداول	VIII
	اشكال	IX
1	الباب الاول – المقدمة	
1-1	تقديم	1
1-2	مشكلة البحث	2
1-3	اهمية البحث	2
1-4	اهداف البحث	3
1-5	منطقة الدراسة	3
1-6	طريقة البحث	3
1-7	هيكلة البحث	4
2	الباب الثاني أدبيات البحث	
2-1	الهواء النقي الطبيعي	5
2-2	تلوث الهواء	6
2-3	مصادر تلوث الهواء	7
2-3-1	المصادر الطبيعية لتلوث الهواء	7

الرقـم المتسلسل	الموضـــــــــوع	رقـم الصفحة
2-3-2	المصادر البشرية لتلوث الهواء	9
2-4	اهم ملوثات الهواء	16
2-5	اضرار تلوث الهواء	25
2-6	معايير تلوث الهواء	33
2-7	الدراسات السابقة	37
3	الباب الثالث ـ منهجية البحث	
3-1	الادوات المستخدمة	44
3-2	طريقة اخذ القراءات	44
3-3	صور للأجهزة المستخدمة	45
4	الباب الرابع – الحسابات ومناقشة النتائج	
4-1	قراءات شارع افريقيا	47
4-2	قراءات شارع بشير النفيدي (الستين)	50
4-3	قراءات شارع عبيد ختم	53
	تحليل النتائج واجراءات الدراسة	57
5	الباب الخامس – الخلاصة والتوصيات	
5-1	الخلاصة	68
5-2	التوصيات	69
5-3	المراجع	70

الجداول

الرقم المتسلسل	الموضوع	رقم الصفحة
1-2	المواد الملوثة الناتجة عن محركات الاحتراق الداخلي (جم) من المادة الملوثة لكل (كجم) من الوقود	11
2-2	الملوثات الناتجة عن أجهزة السيارات	12
3-2	الأعضاء والأنسجة في جسم الإنسان والملوثات التي تستهدفها	29
4-2	بعض الأمراض الناتجة عن ملوثات الهواء الأولية التي قد تصيب الإنسان	31-30
5-2	معايير ومواصفات هواء المدن	34
6-2	دراسات الباحثة ست نور حسين محمد حسين	37
7-2	قياسات الباحثة ربيعة سيد احمد محمد	38
8-2	قياسات الباحثة سوسن حسن احمد كرسني	39
9-2	قياسات الباحثة أحلام محمد فضل المولى	41
10-2	قياسات الباحثة التومة قريب محمد علي	42
11-2	قياسات الباحثة سليمى يحيى الحسين محمد	43
1-4	يوضح قراءات نسب الغازات في شارع افريقيا	47
2-4	يوضح قراءات نسب الغازات في شارع بشير النفيدي (الستين)	50
3-4	يوضح قراءات نسب الغازات في شارع عبيد ختم	53
4-4	يوضح قراءات نسب الغازات المسموح بها	56

الاشكال

الرقم المتسلسل	الموضوع	رقم الصفحة
1-2	يوضح انبعاثات الغازات من السيارات	35
2-2	يوضح الضباب الدخاني الذي يسبب تلوث الهواء	36
1-3	يوضح صور للأجهزة المستخدمة	45
1-4	يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع المصرف العربي	48
2-4	يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع المطار	48
3-4	يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع لفة الجريف	49
4-4	يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع السوق المركزي	49
5-4	يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع شارع مدني	51
6-4	يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع كبري المنشية	51
7-4	يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع البلابل	52
8-4	يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع المشتل	52
9-4	يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع أوماك	54
10-4	يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع المشتل	54
11-4	يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع الشرقي	55
12-4	يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع البلابل	55

الباب الاول:

المقدمة

الباب الاول

المقدمة

1-1تقديم :

إن تلوث الهواء من القضايا التي أضحت تؤرق الإنسان في جميع المجتمعات لا سيما وأن الهواء يعتبر ضرورياً للإنسان شأنه شأن الماء ، بل هو أكثر أهمية وضرورة .
تعد وسائل النقل البري من سيارات وشاحنات وحافلات المصدر الرئيسي لتلوث الهواء خاصة بالمدن التي تشهد كثافة في حركة المرور حيث تقوم هذه المركبات بدور بارز قي توليد الملوثات الرئيسية للهواء وهناك العديد من المخاطر الصحية والبيئية الناتجة من عوادم السيارات بمختلف أنواعها والتي تعتمد في طاقتها التشغيلية على البنزين أو الديزل اللذين يعتبران من أهم مصادر تلوث الهواء، حيث تعتبر الانبعاثات الناجمة عن المركبات هي المصدر الرئيسي لتلوث هواء المدن خاصة وأن أعداد المركبات في تزايد مستمر، ويتنج من احتراق الوقود داخل محركات السيارات العديد من الملوثات ومن أهمها أول أكسيد الكربون، المركبات العضوية الطيارة (هيدروكربونات) ، أكاسيد النيتروجين، ثاني أكسيد الكبريت والجسيمات العالقة بالإضافة إلى مركبات الرصاص السامة الناتجة من العادم عند استخدام وقود البنزين الذي يحتوي على نسبة من الرصاص وغيره من المعادن كمواد إضافية.

يتعرض كثير من الســـكان وخاصـــة في المدن إلى الغازات المنبعثة من عوادم السيارات الناتجة عن حركة المرور ولغرض الدراسة تم اختيار عدة تقاطعات في ثلاث شوارع رئيسية هي (شارع بشير النفيدي و شارع عبيد ختم وشارع افريقيا) .,

2-1مشكلة البحث :

ان تلوث الهواء يعتبر من أحرج وأخطر قضايا التلوث التى تواجه العالم خاصه بعد الطفر الصـناعية الهائلة التى حدثه في القرن العشـرين حيث ان الغازات المنبعثة من السـيارات تشـكل النسـبة الكبرى في تلوث الهواء داخل المدن لذلك جاءت هذه الدراسـة لتقييم تلوث الهواء الناتج عن انبعاث الغازات من السيارات داخل مدينة الخرطوم .

1-3 اهمية البحث :

وتعود أهمية البحث إلى :

1- أن الهواء أكثر الموارد أهمية بالنسبة للإنسان ، وأن أي تلوث بأي نسبة لأي عنصر من العناصـــر من شـــأنه أن يدخل مع الهواء إلى جوف الإنســـان مُحدثاً الكثير من الأضـرار والأمراض التي تصـيب الإنسـان ؛ ذلك أن الإنسـان يتنفس على مدار 24 ساعة في اليوم ، وأن ملوثات الهواء هي ملوثات تبقى داخل جسم الإنسان ولا يطرح منها خارج الجسم إلا القليل .

2- حاجة الإنســان الماســة للهواء ، فهو يســتهلك يومياً حوالي 15 كجم من الهواء ، في الوقت الذي يستهلك فيه حوالي 3 كجم من الماء ، وحوالي كيلو جرام واحد من الغذاء .

3- إن الإنسان لا يستطيع أن يصبر على انقطاع الهواء أكثر من ثلاث دقائق ، في الوقت الذي يستطيع أن يصبر فيه على الجوع أسابيع ، وعلى العطش أياماً .

4- يستطيع الإنسان أن يتجنب أكل الغذاء الفاسد ، كما يتجنب شرب الماء الملوث ، ولكنه لا يستطيع بأي حال من الأحوال إلا أن يتنفس الهواء المتوفر مهما كانت نوعيته، ودرجة تلوثه .

5- محدودية المورد الهوائي، فالغلاف الجوي الذي يحيط بالأرض (التروبوسفير) والذي يتركز فيه الهواء لا يزيد سمكه عن 20كم وهو بذلك يكاد يكون كقشرة التفاحة إلى التفاحة ، لو قورن بحجم الكرة الأرضية من ناحية ووزنها من ناحية أخرى .

لذا فإن الهواء يعتبر مورداً هاماً ، ولا يرتبط بجغرافية معينة ، والمحافظة عليه تعتبر مسئولية فردية وجماعية ، كما هي مسئولية وطنية وعالمية على حد سواء .

1-4 أهداف البحث :

يسعى البحث إلى الاهداف الاتية :

1- معرفة مسببات التلوث التي تطلقها السيارات.

2- تحديد الأخطار الناجمة عن احتراق وقود المركبات .

3- تحديد ما اذا كان هنالك تلوث ام لا في ولاية الخرطوم وفق اسس علمية ومنهجية.

4- وضع بعض المقترحات والحلول الممكنة لتخفيف الأضرار الناجمة عن تلك المشكلة.

1-5منطقة الدراسة :

تمت هذه الدراسة في ولاية الخرطوم-محلية الخرطوم-منطقة الخرطوم شرق,وتم اجراؤها في ثلاث شوارع رئيسية هي:

1- شارع بشير النفيدي (الستين).

2- شارع عبيد ختم.

3- شارع افريقيا (المطار) .

1-6 طريقة البحث :

اعتمد البحث على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي مع الاستفادة من المنهج الإحصائي والمعطيات الرقمية للوصول إلى الاستنتاجات، عن طريق بعض الجوانب التي تعتمد على الدراسة الميدانية واستخدام برامج التحليل الاحصائي والاستفادة من المراجع التي لها علاقة بتلوث الهواء سعيًا وراء الإلمام ببعض الحقائق العلمية المفيدة في معالجة المشكلة التي يركز عليها البحث.

1-7 هيكلة البحث :

يتكون البحث من خمسة ابواب تشمل الاتي :

- الباب الاول يحتوي علي مقدمة البحث ومشكلة ومبررات البحث واهدافه وطريقة البحث هذا بالاضافة لتوضيح منطقة الدراسة وهيكلة البحث.
- الباب الثاني يحتوي علي تعريف مكونات الهواء النقي وكذلك تلوث الهواء ومصادر هذا التلوث واضراره بالاضافة الي دراسات سابقة تتعلق بتلوث الهواء الناتج من عواد السيارات.
- الباب الثالث يحتوي علي منهجية البحث والطريقة التي اتبعت في اجراء المسوحات الميدانية واخذ العينات وصور للأجهزة المستخدمة.
- الباب الرابع يحتوي علي القراءات الخاصة بتلك المسوحات الميدانية و تحليل القراءات بواسطة برامج التحليل الاحصائي (ANOVA)وتوضيح نتائج التحليل.
- الباب الخامس يحتوي علي الخلاصة والتوصيات والمراجع.

الباب الثاني:

أدبيات البحث

الباب الثاني

أدبيات البحث

1-2 الهواء النقي الطبيعي :

الله سبحانه وتعالى خلق الكون ووضع فيه كل شيء بقدر فقال : " **إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ** ". 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 آي آثار سلبية على الأحياء .

وهذه الغازات هي :

- النيتروجين بنسبة 78.07% من حجم الهواء .
- الأكسجين بنسبة 20.95% من حجم الهواء .
- الآرجون بنسبة 0.93% من حجم الهواء .
- الكريبتون بنسبة 0.0001% من حجم الهواء .
- الهيدروجين بنسبة 0.0005% من حجم الهواء .
- الهيليوم بنسبة 0.0005% من حجم الهواء .
- النيون بنسبة 0.0018% من حجم الهواء .
- ثاني أكسيد الكربون بنسبة0.03% على الأكثر من وزن الهواء .
- الأوزون بنسبة 0.00002% من وزن الهواء .

فأي زيادة أو نقصان يحدثه الإنسان ، أو تحدثه الطبيعة ، وأي تغيير كمي أو تغيير كيفي في هذه المكونات الطبيعية للهواء سيؤدي إلى تلوثه لا محالة .

2-2 تلوث الهواء :

عرف خبراء منظمة الصحة العالمية تلوث الهواء بأنه الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتوياً على مواد بتركيزات تعتبر ضارة بالإنسان أو بمكونات بيئته . وعلى ذلك يقصد بتلوث الهواء احتوائه على ملوث أو عدة ملوثات بكميات مؤثرة ، ولفترة زمنية قد يكون لها تأثير على صحة الإنسان أو الحيوان أو النبات ، أو المحيط الحيوي الذي يعيش فيه الإنسان[احمد عبد الجواد 1991] .

ويعد الهواء ملوثاً إذا حدث تغيير في تركيبه لأي سبب ، وإذا ما اختلطت به بعض الشوائب أو الغازات الأخرى بمقدار قد يضر بالحياة[حسن الاخرص1995] .

كما أن تلوث الهواء يكون بأي تغير كمي أو كيفي يطرأ على عناصره ، أو تركيبه ، يكون له أثر سيئ على صحة الإنسان ، أو على مصالحه الاقتصادية ، أو يكون له أثر يحدث خللاً في الانتظامات البيئية .

ويتلوث الهواء عندما تتواجد فيه مادة أو أكثر غازية ، أو صلبة ، أو سائلة ، وعندما يحدث تغير هام في نسب الغازات المكونة له ، بحيث تؤدي هذه التغيرات إلى تأثيرات ضارة ، مباشرة أو غير مباشرة على المواد الحية المكونة للنظام البيئي ، أو تجعل الظروف التي تعيش فيها هذه الكائنات غير ملائمة أو تسبب خسائر مادية [رشيد الحمد 1986] .

وقد عرف المجلس الأوروبي تلوث الهواء بالتالي : " يقال إن هناك تلوثاً في الهواء عندما تظهر مادة غريبة أو يحدث تبدل هام في نسبة عناصره يؤدي لنتيجة ضارة أو إلى خلق مرض أو تضايق[سفيان التل1989] .

وقد يرتبط تلوث الهواء بأماكن محلية كالمدن الكبرى ، والتجمعات الصناعية ، أو قد يكون عالمياً عندما تنتشر الملوثات على مساحات كبيرة جداً مثل وصول بعض الملوثات الإشعاعية من دولة إلى أخرى

3-2 مصادر تلوث الهواء :

تنقسم مصادر تلوث الهواء إلى قسمين رئيسين ، وهي إما مصادر طبيعية ليس للإنسان أي تدخل فيها ، أو مصادر بشرية بفعل نشاطات الإنسان المختلفة .

3-2-1 المصادر الطبيعية لتلوث الهواء :

وهي المصادر التي تنجم عن الطبيعة دون تدخل الإنسان فيها ، وهي إما أن تكون صلبة ، أو سائلة أو غازية ، وتنحصر مصادر التلوث الطبيعي للهواء بالآتي :

1) البراكين :

البراكين وفي أثناء ثورانها تنطلق منها غازات ومواد صلبة إلى الجو ، ويمكن لهذه المواد الصلبة الدقيقة أن ترتفع إلى مسافات بعيدة قد تصل إلى طبقة الاستراتوسفير (حوالي 55كم عن سطح البحر) ، وهي بذلك تمثل أحد العوامل الطبيعية الهامة التي تتسبب في تلوث البيئة بشكل عام ؛ لأن المواد البركانية المنشأ تبقى عالقة في الجو فترة طويلة من الزمن ، وهذه الفترة كافية تماماً لأن تنتقل هذه الملوثات وتنتشر فوق مساحات كبيرة من الكرة الأرضية بواسطة الرياح ، وغالباً ما يكون لها كبير الأثر على عناصر المناخ .

كما أن بعض الحمم التي تطلقها البراكين ، قد تحتوي على نسبة عالية من الكبريت المنصهر ، ويحتوي بعضها على الغازات الذائبة فيها ، مثل : غاز كبريتيد الهيدروجين ، أو غاز ثاني أكسيد الكبريت ، وفي بعض الأحيان قد تحتوي على غاز كلوريد الهيدروجين ، وهذه الغازات حمضية التأثير ، لذا فهي شديدة الضرر بالبيئة ، وعندما تذوب في مياه الأمطار تلوث المجاري المائية ، وترفع من درجة حموضتها ، كما وترفع من درجة حموضة التربة المجاورة لها ، وتدمر ما بها من محاصيل سليمان العقيلي1990 .

إضافة إلى الغازات المنبعثة في الجو من الانفجار البركاني، تنطلق أيضاً كميات ضخمة من الذرات البركانية الصلبة ، وخاصة الغبار الناعم ، وتقدر هذه الكمية بآلاف

الأطنان ، وتبقى عالقة في الجو عدة أشهر مؤثرة بذلك على الإشعاع الشمسي، وبالتالي على درجة حرارة سطح الأرض .

2) الرياح والعواصف :

تلعب الرياح والعواصف دوراً هاماً في تلوث الهواء لما تحمله من تراب ، وغبار ، ورمال ، ويبدو دورها واضحاً في المناطق الجافة، والأراضي القاحلة، حيث تقوم الرياح المصاحبة للعواصف والتي تنطلق غالباً بموازاة سطح الأرض بحمل كميات هائلة من الرمال من سطح التربة الصحراوية ؛ وذلك لأنها لا تجد أمامها عائقاً يمنعها ، كما لا توجد نباتات تحمي هذه التربة وتؤدي إلى تماسكها ، وقد تحمل الرياح هذه الرمال والأتربة إلى مسافات بعيدة جداً لتسقطها في النهاية على المدن والأراضي الزراعية وقد تدمر ما بها من محاصيل .

ومن أمثلة الرياح التي تؤثر في تلوث الهواء رياح الخماسين ، والتي تهب على شمال مصر في بداية الصيف من كل عام، وتقدر كمية الغبار والأتربة المترسبة في القاهرة حوالي 187 طناً على الكيلو متر المربع في الشهر ، وفي الكويت بلغت كمية الغبار والأتربة المترسبة خلال شهر آب من عام 1978م حوالي 239 طناً على الكيلو متر المربع ، وفي الولايات المتحدة قدر المتوسط الشهري بحوالي 30 مليون طن في عام 1970م[طارق محمود1988] .

3) الحرائق :

كثيراً ما تتعرض مناطق الغابات وأراضي الحشائش في بعض أيام أشهر الصيف الحارة والجافة إلى حرائق تأتي على آلاف الأشجار والشجيرات ، وعلى مساحات كبيرة من أراضي الحشائش ، وهي بذلك تطلق الدخان إلى الجو على شكل غيوم سوداء كثيفة ، قد تصل إلى طبقة التربوسفير ، ينتج عن هذه الحرائق انطلاق كميات ضخمة من الغازات المختلفة ، مثل : غاز ثاني أكسيد الكربون ، أول أكسيد الكربون، أكاسيد الآزوت ، إضافة إلى جزئيات الرماد الدقيقة التي تنطلق إلى الجو والتي تؤدي إلى تلوث الجو بشكل واضح.

ولعل من أشهر الحرائق في العصر الحديث ما شهدته غابات "التابغا" في سيبيريا في الأيام الأخيرة من شهر أبريل 1987م، والذي استمر مدة تزيد على خمسة عشر يوماً، والذي قضى على مساحات شاسعة من الغابات حوالي (35000هكتار) وأطلق آلاف الأطنان من الملوثات إلى الهواء .

4) حبوب اللقاح :

غالباً ما تكون في فصل الربيع ، وهو فصل إزهار معظم أنواع الأشجار ، والنباتات ، وهذه تتطلب تلقيحاً قد يكون ذاتياً ، أو غير ذاتي عن طريق انتقال حبوب اللقاح هذه من أشجار إلى أخرى ، وهذا يجعل الهواء مليء بهذا الغبار الذي يؤدي إلى نوع من الحساسية لدى بعض الناس (مرض الحساسية الربيعي) ، وتم تقدير حوالي مليون طن من حبيبات اللقاح فوق أرض الولايات المتحدة الأمريكية في العام 1970م .

5) الجراثيم :

يتواجد في الهواء بشكل دائم أعداد كبيرة من أنواع البكتيريا ، وغالباً ما تكون العلاقة طردية بين التركيز البكتيري والكثافة السكانية ودرجة التهوية ، فكلما كانت الأماكن مغلقة وذات كثافة سكانية عالية ازداد بالتالي تركز البكتيريا ، لذا غالباً ما تكون الأماكن المغلقة المزدحمة بالسكان ذات تلوث جرثومي واضح مثل : (دور السينما ، المعارض ، الشوارع المكتظة ، المحلات التجارية ، وسائط النقل العامة) .

أما أجواء المناطق الريفية فتكون أقل تلوثاً بالجراثيم ، نظراً لقلة السكان ، وتجدد الهواء باستمرار، ولكن إذا كانت نسبة تركيز الغبار مرتفعة ، والرطوبة الجوية عالية كان ذلك ميداناً خصباً لنشوء أعداد أكبر من الجراثيم . ومهما تعاظم وتفاقم حجم الملوثات الطبيعية ، فإنها لا تصل إلى درجة الملوثات البشرية ، كما أن نوعيتها أقل خطورة على الصحة العامة ، وتأثيرها على البيئة الحيوية يبقى محدوداً .

2-3-2- المصادر البشرية لتلوث الهواء :

إن استعمالات الإنسان المختلفة من خلال أنشطته المتنوعة في البيئة التي يعيش فيها تعتبر من المصادر البشرية لتلوث الهواء، سواء كانت تلك الاستخدامات في

المجالات الصناعية، أو الاستخدامات المنزلية، أو الحياتية اليومية. ذلك أن الإنسان الذي يعيش في القرن العشرين اندفع اندافعاً محموماً لم يسبق له مثيل من أجل إشباع رغباته من كل ما هو جديد ، منبهراً بوسائل التقنية الحديثة ، فأسرف باستغلالها غير مكترث بنتائجها ، فانعكس ذلك سلباً على نظام حياته ، وكان هو أكثر المتضررين من جراء التلوث الذي أحدثه .

أما أهم المصادر البشرية لتلوث الهواء فهي كما يلي :

1) وسائط النقل :

تشكل وسائط النقل المختلفة (البرية والجوية والبحرية) مصدراً رئيساً لا يستهان به في مجال تلوث الهواء ، أما الوسائط البرية فهي الأهم في ذلك نظراً لزيادة أعدادها وأنواعها ، وما تقذفه من مخلفات احتراق الوقود في داخلها ، مما يترك آثاراً سلبية على الإنسان وسائر الكائنات الحية ، خاصة إذا علمنا أن هذا المصدر في حالة تزايد مستمر نتيجة للزيادة المطردة في أعداد المركبات وانتشارها في أنحاء العالم في المدن الكبرى والصغرى وحتى في الأرياف .

وتكمن أهم الأسباب التي تجعل من السيارات مصدراً رئيساً لتلوث الهواء فيما يلي :

1- نوعية الوقود المستعمل ، وزيادة نسبة المركبات الأكسوجينية ومركبات الرصاص المضافة إليه لتحسين أداء المحرك ورفع كفاءته .
2- عدم الاحتراق الكامل للوقود (بنزين ، ديزل) داخل محركات السيارة .
3- عدم إجراء الصيانة المستمرة لمحركات السيارات للتأكد من أداء المحرك ومن عملية احتراق الوقود بداخله.

ونتيجة لحركة المركبات المستمرة ، تنبعث من عوادمها أنواع عديدة من الملوثات ، أهمها : غازات أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكربون ، الرصاص ، أكاسيد النيتروجين ، ثاني أكسيد الكبريت ، الهيدروكربونات ، هذا بالإضافة إلى الروائح الكريهة ، كما تعتمد كمية هذه الملوثات على كمية الوقود المستهلك وعمر المركبة ، ودرجة

صـيانتها ، وحركة المرور وكثافتها ، كما تلعب الظروف المناخية دوراً رئيسـاً في كيفية انتشار هذه الملوثات في الهواء ومداها[عبد الرحمن حميد مجلد(35)] .

ولعل الانبعـاثـات النـاتجـة عن المركبـات يتحكم فيهـا بـالـدرجـة الأولى نوع الوقود المستخدم (ديزل ، بنزين) ، والتي ينتج عنها العديد من الملوثات مثل : غازات الكربون ، والكبريت ، والنيتروجين وغيرها . جدول رقم (2-1)

جدول رقم (1-2)المواد الملوثة الناتجة عن محركات الاحتراق الداخلي (غم) من المادة الملوثة لكل (كجم) من الوقود

	محرك البنزين	محرك الديزل
ثاني أكسيد الكربون	180	191
ثاني أكسيد الكبريت	0.139	3.48
أكاسيد النيتروجين	2.200	15.08
أول أكسيد الكربون	301.600	9.28
هيدروكربونات غير محترقة	52.200	1.16
رصاص	0.116	-

.

يوضـــح الجدول أن أول وثـاني أكســـيد الكربون همـا الأكثر انبعـاثـاً من عوادم السـيارات، وكذلك الهيدروكربونات غير المحترقة ، وأن الرصـــاص ينتج عن محركات البنزين دون محركـات الديزل، كمـا أن الكبريـت ينتج عن محركـات الديزل أكثر منـه في محركات البنزين، وهذا يشـكل خطراً كبيراً على قطاع البيئة، وإن نسـبة وجود الكبريت في الديزل تعتبر عالية جداً في غالبية الدول العربية.

والسيارة بجميع أجزائها تطلق مخلفات إلى الهواء ، وتكمن الخطورة في انبعاثات السـيارات في أنها تطلق ملوثاتها ومخلفاتها في نفس المسـتوى الذي يتنفس فيه الإنسـان ،

والجدول رقم (2-2) يبين أجزاء السيارة والملوثات المنطلقة من كل جزء من هذه الأجزاء .

جدول رقم (2-2) الملوثات الناتجة عن أجهزة السيارات

الرقم	المصدر	ملوثات الهواء
1-	العادم	غاز أول أكسيد الكربون، جسيمات هيدروكربونية، غاز ثاني أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين، جسيمات الرصاص في هيئة مركبات، ثاني بروميد الإيثلين ، مادة البنزوبيرين .
2-	الكاربوريتر (علبة	هيدروكربونات ، غاز أول أكسيد الكربون ،
3-	مخزن الوقود	هيدروكربونات، أكرولين، الدهايدات
4-	فلتر الهواء	غاز أول أكسيد الكربون .
5-	شمعات الاحتراق	غازات هيدروكربونية
6-	الفرامل (الكوابح)	جسيمات الاسبستوزات .

.

يلاحظ من خلال الجدول أن غالبية الملوثات تصدر عن العادم ، إذ إنه المصدر الوحيد الذي تخرج منه الغازات بعد عملية الاحتراق ، وكذلك تنتج ملوثات أخرى عن كل من الفرامل ، والكاربوريتر ، ومخزن الوقود ، وفلتر الهواء ، وشمعات الاحتراق، بمعنى أن السيارة بجميع أجزائها مصدر فعال في تلوث الهواء، إذ تعتبر السيارات هي المسئولة عن حقن الجو بحوالي 60% من ملوثات الهواء، ولا غرابة في ذلك، فعدد السيارات في العالم كان في العام 1982 حوالي331 مليون سيارة ، وأصبح في سنوات التسعينات حوالي 400 مليون سيارة، وعلى سبيل المثال فإن مدينة القاهرة بلغ عدد السيارات فيها من مطلع التسعينات حوالي 650000 سيارة تستهلك حوالي 1.25 مليون طن من الوقود، ينتج عنها حوالي 100 ألف طن نواتج احتراق.

وأن قطاع النقل في الأردن ضـــم حوالي 252808 ســـيارة في العام 1990 ينتج عنها الكثير من الملوثات المطروحة إلى الهواء مثل الرصـــاص 40طناً في الســـنة، ثاني أكسيد الكبريت 2257طناً في السنة وغيرها من الملوثات.

كمـا أن مـدينـة لوس أنجلوس بـالولايـات المتحـدة الأمريكيـة والتي تتميز بكثـافـة مرورية عالية (حوالي 4 مليون ســيارة) يقدر ما ينطلق منها إلى الجو يومياً حوالي 762 طناً من أكاسـيد الأوزون وحوالي 254 طناً من المواد العضـوية ، وحوالي 10000 طن من غاز أول أكسـيد الكربون ، وفي مدينة مكسـيكو سـيتي التي تضـم حوالي 900000 سـيارة تطلق يومياً 4000طن من غاز أول أكسـيد الكربون ، علماً بأن احتراق طن واحد من البنزين الذي تســـتخدمه الســـيارات ينتج عنه في الهواء حوالي 60كغم من غاز أول أكسيد الكربون .

2) الصناعة :

تلعب الصناعة دوراً هاماً في تلوث الهواء ، فبالإضافة إلى الغازات الملوثة الناتجة عن احتراق الوقود اللازم للصناعة ، تطلق الصناعات المختلفة العديد من الملوثات كناتج للعملية الصـــناعية ، فالصـــناعة تطلق الكثير من ملوثات الهواء ، وتعتمد كميات وأنواع المركبات المنبعثة على نوع الصناعة ، والمواد الخام ، والوقود ، والتكنولوجيا ، والتدابير المســـتخدمـة في حمـاية البيئة ، كما أن هناك عوامل لا تقل أهمية عن ســـابقتها ، فحجم المنشـأة الصـناعية ، وعمر الآلات ، ومستوى الصيانة والإدارة ، كلها تساهم بنوع وحجم التلوث الصادر عن تلك المنشأة .

وينتج عن العملية الصناعية العديد من الملوثات مثل : الكبريت ، وأكاسيد الكبريت ، والنيتروجين، وثاني أكسيد الكربون ، وأول أكسيد الكربون ، والمواد الهيدروكربونية ، والمواد العالقة ، هذا بالإضافة إلى ما تطلقه الصناعة من ملوثات تعتبر نادرة لكن بعضها يحتمل الســـمية[عدنان البياتي1994العدد(79)] . وتعتبر المصـــانع بجميع قطاعاتها ، والمعامل ، ومحطات توليد الطاقة من المصـــادر الصـــناعية الهامة في تلويث الهواء، إلا أن محطات توليد الطاقة ، ومصـانع تكرير البترول ، ومصـانع الإسمنت هي الأكثر مساهمة في تلوث

الهواء ، وما يصاحب ذلك من آثار سلبية على الإنسان ، وهذا ما أثبته (الأخرس 1995) في دراسته حول أثر تلوث الهواء بالغازات الناتجة عن مصفاة البترول الأردنية ، ومحطة الحسين الحرارية على صحة السكان ، وبعض ممتلكاتهم في بلدة الهاشمية ، حيث دلت نتائج الدراسة على أن مصفاة البترول ، ومحطة الحسين الحرارية هي المصادر الرئيسة لإطلاق الملوثات الغازية ، إضافة إلى الغبار في بلدة الهاشمية ، وأن هذه الغازات والملوثات تزيد عن الحد المسموح به عالمياً ، ودلت الدراسة على أن غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعث من مصفاة البترول، يتركز في الجو بمعدل (0.71) جزء في المليون، وهذا يتجاوز الحد المسموح به عالمياً بنسبة (58%) كما يزداد تركيز الغبار والذي بلغ معدل تركيزه فوق البلدة حوالي 221.8 ميكرو غرام/م^3 ، وهذا يتجاوز الحد المسموح به عالمياً بنسبة 92%، كما أن تلوث الهواء في بلدة الهاشمية يتسبب بإصابة السكان بأمراض الجهاز التنفسي ، واللوزتين ، العيون ، والأمراض الجلدية، وقد بلغت نسبة الإصابات بهذه الأمراض 14% من عينة الدراسة .

وفي دراسة (الدمنهوري 1989) حول تقييم بعض الآثار البيئية الناجمة عن التلوث الجوي بغبار الأسمنت في مدينة الفحيص في مجالات صحة الإنسان وراحته وبعض ممتلكاته وأوراق بعض الأشجار المثمرة . وكانت أهم النتائج التي توصل إليها الباحث أن الهواء في مدينة الفحيص يعتبر هواءً ملوثاً يهدد صحة الإنسان ، ويلحق أضراراً ببعض النباتات والممتلكات ، وأن تركيز الغبار في جو المنطقة يصل في بعض الأحيان إلى 164 ميكرو جرام/م^3 .

وقد أثبت (نعيم بارود ، 1996) في دراسته حول تقييم الآثار البيئية للمشاريع الصناعية في مدينة عمان الكبرى ، أن الصناعة في مدينة عمان الكبرى تعتبر المصدر الرئيس لتلوث البيئة بجميع عناصرها (المياه ، الهواء ، التربة) وهذا انعكس بدوره على الإنسان الذي يعيش في المدينة ، حيث لم تحقق الصناعة آثاراً إيجابيةً إلى جانب الآثار السلبية التي تحدثها في البيئة ، وبينت الدراسة أن الصناعة والسيارات أدت إلى تركيز أول أكسيد الكربون في بعض مناطق عمان الكبرى وأن غاز أول أكسيد النيتروجين يعتبر

ذا تركيز عالٍ أيضـاً ، كما أن الصـناعة تعتبر المصـدر الرئيس لتلوث الهواء بعنصـر الرصـاص حيث بلغ تركيزه حوالي 41.5 ميكرو غرام/م^3 وهذا زيادة عن الحد المسموح به عالمياً بحوالي 40 ضعفاً، كما أن تركيز الغبار العالق كان أعلى من الحد المسموح به عالمياً كما أوضـحت الدراسـة أن التلوث أصـاب السـكان الذين يعيشـون في المناطق الصـناعية ، وقد بلغت نسـبة السـكان المصـابين بهذه الأمراض 25% من عينة الدراسـة (أمراض اللوزتين ، العيون ، الجهاز التنفسـي ، الأمراض الجلدية ، المعدة ، آلام الرأس) .

3) الملوثات الناتجة عن الاستخدامات المنزلية :

الإنسـان ومن خلال استخداماته المنزلية لمواد الوقود المختلفة (فحم ، كيروسين ، غاز) يطلق كميات كبيرة من الدخان والغازات الضـارة مثل : أكاسـيد الكربون ، أكاسـيد الكبريت ، والهباب ، وما يتولد أيضـاً من حرارة تنطلق إلى الوسـط المحيط ، تعمل على رفع درجـة حرارتـه كنوع من التلوث الحراري للجو الـذي لـه دور في تكون الجزر الحرارية لبعض المدن .

4) الملوثات الناتجة عن النفايات الصلبة :

تشـكل مكبات النفايات الصـلبة مصـدراً للتلوث الجوي الكيميائي ، لكونها تحتوي على بقايا عضـوية تسـمح بنشـاط الفعل البكتيري في ظروف وجود الأكسـجين على شـكل تحلل هوائي ، أو عدم وجوده تحلل لا هوائي ، ممـا يترتـب على ذلك تشـكل وانطلاق غـازات مختلفـة كـالنشـادر ، وأول وثـاني أكسـيد الكربون ، والميثـان ، والنيتروجين ، والهيدروجين ، ويقدر أن الطن الواحد من النفايات الصلبة يتولد عنه ما يعادل 130م^3 من الغازات .

5) الملوثات الناتجة عن احتراق الوقود :

ينجم عن اسـتهلاك الوقود المتمثل في الفحم والبترول والغاز الطبيعي ، سـواء في المعـامل ، أو الاسـتخدامـات المنزلية ، انطلاق غازات مختلفة وجزئيات دقيقة صـلبة

ومركبات كيميائية ، ودخان ، تعمل جميعها على تلوث الجو ، وتعد ملوثات الهواء الناتجة عن احتراق الوقود من أكثر الملوثات انتشـــاراً وتـأثيراً على النظـام البيئي ، وبـاحتراق الوقود في الهواء ينتج عنـه طـاقـة حراريـة وغازات مختلفة ، ونفايات صـــلبة ، وإذا كان الاحتراق كاملاً ، فإنه ينتج عنه ثاني أكسيد الكربون ، أما في حال كونه غير كامل فيكون الناتج عندئذ غاز أول أكسيد الكربون .

4-2 أهم ملوثات الهواء :

ينطلق إلى الهواء إما من المصـــادر الطبيعية ، أو البشـــرية ، العديد من الملوثات الصـــلبة ، والســـائلة ، والغازية ، بنســـب وتركيزات متفاوتة ، وهذه من شـــأنها أن تلحق ضـــرراً بالإنســـان ، والحيوان ، والنبات ، وحتى الجماد ، فالصـــناعات المختلفة ووســـائط النقل تســـاهم في إنتاج قدر كبير من ملوثات الهواء ، إضـــافة إلى الملوثات التي تنطلق من محطـات توليد الطـاقـة ، والغازات المنبعثة من أماكن حرق النفايات الصـــلبة ، هذه كلها وغيرها تساهم في تركيز بعض العناصر في الهواء .

وتنقسم ملوثات الهواء إلى عدة أقسام :

- تلوث الهواء بالغازات .
- تلوث الهواء بالعناصر الثقيلة .
- تلوث الهواء بالجسيمات .
- الملوثات الثانوية للهواء .

وسنتناول كل عنصر من هذه العناصر على حدة .

أولاً : تلوث الهواء بالغازات :

1) أكاسيد الكربون :

والمقصـــود بغازات الكربون هما غاز أول أكســـيد الكربون (CO)، وغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، ينتج غاز أول أكسيد الكربون من الاحتراق غير الكامل للوقود المحتوي على المواد العضوية، ومن صفات هذا الغاز أنه لا لون ولا طعم ولا رائحة له،

وينحل في بلازما الدم بقدر ما ينحل في الماء[علياء حاتوغ-محمدابو دية1994]، ودرجة انحلاله في الماء قليلة، يمكنه أن يحترق، لكنه لا يساعد على الاحتراق.

ويعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات السامة ، وترجع خاصية السمية إلى قوة اتحاده مع هيموجلوبين الدم ، حيث يحل محل الأكسجين ، مما يحد من قابلية الدم لنقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم مما قد يسبب الموت . ويعد هذا الغاز من أكثر الغازات الملوثة للهواء سميّة ، وتقدر كمية أول أكسيد الكربون المنتجة عالمياً بحوالي 300 مليون طن ، وتعتبر الصناعة ، والسيارات ، وتدفئة المنازل المصادر الرئيسة لتركز أول أكسيد الكربون في الجو .

ويوجد في الهواء الطبيعي غير الملوث عند تركيز لا يزيد عن 0.1 جزء في المليون ، وعندما يتعرض الإنسان إلى جو يحتوي على 15 جزء في المليون من هذا الغاز ، فإن طاقة جهاز الدوران على حمل الأكسجين تقل بمعدل 15% أما إذا كانت حركة المرور في بعض الشوارع كثيفة ، وارتفع تركيز هذا الغاز إلى 20-30 جزء في المليون ، فإن الإنسان غالباً ما يصاب بالصداع ، وضعف الرؤية ، والغثيان والإرهاق .

أما غاز ثاني أكسيد الكربون فهو عديم اللون ، والرائحة ، وذو طعم غير مقبول ، يتراوح تركيزه في الهواء الطبيعي الجاف غير الملوث 303-320 جزء في المليون ، وبسبب إطلاق كميات كبيرة من هذا الغاز من مصادر مختلفة على مستوى عالمي، فقد وصل تركيزه في الغلاف الجوي عام 1988م حوالي 346 جزءاً في المليون، وخلال الفترة ما بين 1970-1987م كان معدل إطلاق الغاز إلى الهواء بمعدل 16000-29000 مليون طن سنوياً . ويعتقد أنه توجد زيادة سنوية في تركيز هذا الغاز في الهواء تصل إلى حوالي 0.7 جزءاً في المليون بسبب احتراق الوقود المستخدم مثلاً في التدفئة ، ووسائل المواصلات ، وتوليد الكهرباء ، والصناعات المختلفة ، وحرق الفضلات[كفاية ناصر1994] .

2) أكاسيد النيتروجين :

أكاسيد النيتروجين عديدة أشهرها غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) ، وغاز أول أكسيد النيتروجين (NO) ، وتتكون هذه الأكاسيد عند اتحاد الأكسجين والنيتروجين ،

تحت درجات حرارة عالية ، كاحتراق البنزين في المركبات، وهذه الغازات تعتبر سامة، أما إذا وصلت نسبتها في الهواء إلى (0.07%) فإنها تؤدي إلى الموت خلال نصف ساعة

ويعتبر عادم المركبات ، ومصـــانع حامض النيتريك ، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية من أهم مصادر أكاسيد النيتروجين . وتساهم غازات أكسيد النيتروجين مع المركبات الهيدروكربونية في تكوين الغيوم الســوداء التي نشـــاهدها في ســماء المدن الصناعيةكوركيس آدم1988 .

3) أكاسيد الكبريت :

أكاسيد الكبريت عديدة ، وأشهرها على الإطلاق غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO2) ، ويتصف هذا الغاز بأنه عديم اللون ، قابل للاشتعال ، له رائحة نافذة إذا تجاوز تركيزه 3 جزء في المليون .

يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت من حرق الكبريت ، أو الكبريتيد ، أو مركبات الفحم ، والبترول المحتوي على مركبات الكبريت ، حيث يوجد الكبريت في الفحم ، والبترول بنسب متفاوتة ، وقد وجد أن احتراق الفحم يعطي حوالي 6 مليون طن من ثاني أكسيد الكبريت في السنة في بريطانيا وحدها ، لذا فإن انتزاع الكبريت من الفحم له دور فعال في الحد من مشكلة التلوث .

ويؤثر ثاني أكسيد الكبريت على الأغشية المخاطية ، ويسبب التهاباً في الجهاز التنفسي ، كما يسبب الكحة وعدم الراحة ، وإذا وجد هذا الغاز بتركيز 5 جزء في المليون فإن هذا مؤشـــر لوجود تلوث خطير ، كما يؤثر هذا الغاز على النباتات، وقد وجد أن هذا الغاز إذا وصل إلى 0.02 جزءاً في المليون فإنه يؤثر على بعض النباتات.

وبصفة عامة يمكن القول إن غازات الكبريت ، وما ينتج عنها من ملوثات ثانوية ، من أخطر ملوثات الهواء على النظام البيئي ، فهي شـــديدة الخطورة لكل من الإنســـان والحيوان والنبات على حد سواء .

أما الحد المسموح به كمعدل يومي لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت حسب قياسات الفدرالية الأمريكية فهو 0.1 جزءاً في المليون 285 ميكرو غرام/م^3 .

4) غاز كبريتيد الهيدروجين (H2S) :

يتصف هذا الغاز برائحته الكريهة التي تشبه رائحة البيض الفاسد ، ينتج من تخمر المخلفات البشرية السائلة ، ومن احتراق المواد التي تحتوي على الكبريت ومن الصناعات الجلدية ، وتكرير البترول ، وصناعة المطاط ، وهو من الغازات شديدة السمية يدخل في الجسم إما عن طريق التنفس أو عن طريق الجلد ، وهو بهذا يؤثر على الجهاز العصبي المركزي ، مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات في التنفس ، والحد من قدرة التفكير ، كما يسبب التهابات في الحنجرة ، والقصبات الهوائيةعلي حسن موسى 1990، أما الحد الأعلى المسموح به فهو يتراوح ما بين (0.003-0.008 جزء في المليون) وإذا زاد مثلاً إلى 100 جزء في المليون لعدة دقائق فإنه يتلف حاسة الشم فوراً .

5) الأوزون (O3) :

يتواجد هذا الغاز بصورة طبيعية في المستويات المنخفضة في الجو ، وتتزايد درجة تركيزه نتيجة الملوثات المتزايدة المنطلقة من عوادم السيارات ، يتواجد في الهواء الطبيعي بنسبة 0.02 جزءاً في المليون، أما إذا بلغت درجة تركيزه 1.5-2.0 جزءاً في المليون ، فإنه سيترك آثاراً مرضية متمثلة في التهاب العيون، والحنجرة ، والرئتين ، ويلعب هذا الغاز في طبقات الجو العليا دوراً هاماً في حماية الكرة الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية، ويتفاوت تركيزه في الطبقات السفلى تبعاً لساعات اليوم، حيث يرتفع عند الظهر في المدن والضواحي السكنية . كما يؤثر الأوزون في النباتات ، فيسبب تبقع الأوراق ، ويظهر التأثير جلياً في نباتات البرسيم ، والقمح ، والبطاطا ، وغيرها

ثانياً : تلوث الهواء بالعناصر الثقيلة :

1) الرصاص :

يعد الرصاص من أكثر المعادن السامة انتشاراً في الهواء ، وهو أخطرها على الإطلاق ، لذا فإن هذا المعدن جدير بأن يهتم به أكثر من غيره ، لما له من أضرار بالغة ،

والسبب في ذلك أن المعادن لا توجد بنسب عالية إلا في بعض المناطق ، أي أن انتشارها محدودٌ ، بينما الرصاص يعتبر معدناً واسع الانتشار ، ويعتبر ملوثاً عالمياً ، وللسيارات الدور الأساسي في ذلك .

ويستخدم الرصاص ومركباته كمواد خام ، كما هو الحال في صناعة مبيدات الحشرات ، والدهانات ، وصناعة البطاريات ، إذ إن هذه المصانع (مصانع البطاريات) تقذف إلى الهواء معدلات عالية جداً ، فبينما حددت منظمة الصحة العالمية الحدود القصوى لتركيز هذا العنصر في الجو (0.05-1) ميكرو غرام/م^3 كمعدل سنوي ، نجد أن بعض مصانع البطاريات السائلة في الأردن ينتج 40 ميكروجرام/م^3 متجاوزة الحد المسموح به بحوالي 40 ضعفاً ، كما أن قطاع النقل في الأردن ينتج حوالي 40 طناً من الرصاص سنوياً جراء احتراق البنزين الذي يحتوي على عنصر الرصاص .

وقد حددت منظمة الصحة العالمية الحد الأعلى لتركيز الرصاص في مياه الشرب 0.05 جزءاً في المليون ، وفي الدم 0.7 جزءاً في المليون غير أن العديد من الهيئات الطبية أقرت بأنه من الواجب ألا تزيد المستويات العظمى للرصاص في الدم على 0.4 جزءاً في المليون عند البالغين ، و0.3 جزءاً في المليون عند الأطفال ، أما المستوى العادي للرصاص في دم البالغين فبلغ 0.2-0.3 جزءاً في المليون ، يدخل إلى الجسم إما عن طريق الطعام والشراب ، أو عن طريق التنفس .

وينطلق إلى الجو سنوياً في بريطانيا وحدها حوالي 10000 طن من الرصاص ، وفي العالم حوالي 500 ألف طن ، وفي العام 1969م أطلقت السيارات إلى الهواء في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها حوالي 200 ألف طن(علي حسن موسى 1990) .

وتؤدي زيادة تركيز الرصاص في جسم الإنسان إلى الضعف، وضعف في الاستجابة العقلية، والإجهاض للنساء الحوامل، وفقر الدم، والإخلال بالجهاز العصبي، والكليتين، ويؤثر على الدماغ، وهو يتراكم في الجسم حيث يحل محل الكالسيوم في العظام(كوركيس آدم1988) .

2) الزئبق :

يعتبر الزئبق المعدن الوحيد الموجود في حالة السيولة ، ويتبخر عند درجات الحرارة العادية ويدخل الهواء على شكل بخار الزئبق ، ويستخدم هذا العنصر في صناعة الأدوات الكهربائية ، وصناعة الكلور ، ومحطات الطاقة الكهربائية العاملة على الفحم الحجري ، ومعامل تصنيع الزئبق ، ويستخدم كمبيد للفطريات .

ويعتبر بخار الزئبق أخطر أشكال الزئبق ، حيث إنه ينفذ إلى الرئتين، ثم ينتقل ليتراكم في الدماغ وأجزاء أخرى من الجسم مسبباً بذلك تسممات مختلفة تظهر على هيئة التهاب اللثة ، وإلى تلف الكلية ، والتعرض لفترة طويلة لتركيزات منخفضة من بخار الزئبق يؤدي إلى تشوهات جنينية ، وإلى التخلف العقلي عند الأطفال . أما الحد المسموح به في الاتحاد السوفيتي مثلاً خلال 24 ساعة لا يزيد عن 0.0003 مليجرام/م^3 .

3) الكادميوم :

تنطلق جسيمات الكادميوم إلى الهواء بسبب استخدامه في صناعات متعددة، فمركبات الكادميوم تستخدم كعوامل مضادة للاحتكاك، كما يستخدم في الصناعات الكهربائية، وتكمن خطورة هذا العنصر في خاصية التراكم الحيوي لهذا العنصر، حيث تتساقط جسيماته، وتغسل من الهواء مع الأمطار، ثم تتركز في أنسجة النباتات، ومنها إلى الحيوانات، ومنه إلى جسم الإنسان.

هذا وقد يسبب تركيز الكادميوم بعض أنواع السرطان ، ونظراً لخطورته فقد حددت الولايات المتحدة الأمريكية الحد الأعلى المسموح به ، كما حددته هيئة حماية البيئة وهو 0.1 مليجرام/م^3 على هيئة أبخرة ، أما إذا كان على هيئة جسيمات حاملة للكادميوم فإن الحد الأعلى المسموح به هو 0.2 ميكروغرام/م^3

4) الزرنيخ :

يعتبر هذا العنصر من العناصر واسعة الانتشار في الطبيعة ، ويستخدم في صناعة مبيدات الآفات الحشرية ، وتحضير بعض المواد الطبية ، ويستخدم كمادة حافظة للخشب.

يتلوث الهواء ببخار وجسيمات مركبات الزرنيخ ، حيث يقوم بعض أنواع من الفطريات بتحويل الزرنيخ إلى بخار الزرنيخ السام ، وقد يصل إلى الإنسان أيضاً عن طريق الغذاء ، ويتراكم بعد ذلك في أنسجة الجسم ، ويرجع سبب سمية هذا العنصر إلى أن الزرنيخ يعمل على إحباط تفاعلات الأكسدة الفسفورية في الجسم بسبب تنافس الزرنيخ مع الفسفور في التفاعلات الحيويةسليمان العقيلي 1990

ثالثاً : تلوث الهواء بالجسيمات :

الجسيمات أو الدقائق في لغة التلوث الهوائي تشمل مواد صلبة ، أو سائلة منتشرة في الجو وبأحجام تتراوح بين جزئيات صغيرة قطرها حوالي 0.0002 ميكرون ، وجسيمات كبيرة قطرها حوالي 500 ميكرون ، هذه الذرات ممكن أن تترسب في ثوانٍ وقد تستقر في الجو لعدة أشهر ، والتلوث بالجسيمات يكون مرئياً في حالتين :

1- عندما يكون حجم الجسيمة (100 ميكرون) أي ما يعادل حجم نقطة الكتابة فهو يُرى بالعين المجردة .

2- عندما تمتلك الجسيمات الأصغر حجماً خصائص تعمل على حجب ، أو امتصاص ، أو عكس أشعة الشمس ، وبذلك يظهر تأثيرها على شكل ضباب خفيف ، وتتكون الجسيمات التي يزيد حجمها على 10 ميكرون من أنشطة ميكانيكية كطحن المواد المختلفة ، وعمليات الرش ، واحتكاك إطارات السيارات ، أما الجسيمات التي يتراوح حجمها بين 1-10 ميكرون ، والتي تظهر على شكل دخان ، فإنها تكون نواتج لعمليات الحرق ، وغبار التصنيع والأملاح المتطايرة من البحار، أما الجسيمات التي يقل حجمها عن 1 ميكرون فتنتج من عمليات الحرق أو التكثيف .

وبصفة عامة يمكن القول إن الجسيمات المنتشرة في الهواء تنتج من رش السوائل، أو سحق المواد الصلبة وانتقال الرذاذ، أو المساحيق إلى الجو كعوالق بواسطة الاهتزاز ، أو حركة الرياح ، كذلك تتولد الدقائق نتيجة الأبخرة المشبعةطارق محمود 1988 .

وتصنف الجسيمات تبعاً لحجمها وطبيعتها على النحو التالي :

1) تصنيف الجسيمات تبعاً لحجمها :

أ- الجسيمات المتساقطة :

تتكون هذه الجسيمات من جزئيات يزيد قطرها عن عشرة ميكرون ، ولا تلبث هذه الجسيمات أن تتساقط بعد دقائق من انطلاقها من مصدرها ، وقد تحملها الرياح الشديدة مرة أخرى ، وللجسيمات المتساقطة تأثير ضعيف على المجاري التنفسية ؛ لأن الشعيرات التنفسية تعمل على التخلص من جزء كبير من جزئياته وخاصة التي يزيد قطرها عن 100 ميكرون ، ولكن لها آثار بالغة على حياة النبات ، وتلحق أضراراً كبيرة بالحيوان ووسائل النقل والمباني والممتلكات الاقتصادية ، وتصل كمية الغبار المتساقط إلى معدلات كبيرة في المناطق الصناعية ، والمدن الكبرى قد يزيد عن 100طن/كم^2/شهر ، علماً بأن الحد المسموح به 9 طن/كم^2/شهر .

ب- الجسيمات العالقة :

يتراوح قطرها بين 0.1-10 ميكرون ، وتبقى فترة طويلة معلقة في الهواء ، أما ترسبها فيكون بطيئاً ، ويتوقف على الظروف المناخية من رطوبة ، ودرجة حرارة ، ورياح وغيرها ، وهي من أخطر الجسيمات الملوثة للهواء ، حيث من الممكن أن تصل إلى الرئتين وتستقر هناك ، وتشمل الجسيمات العالقة عدة أنواع تختلف تبعاً لمسبباتها سواء أنشطة عمرانية أم صناعية .

ونظراً لخطورتها فإن التركيز المسموح به يختلف من قطر لآخر ، وذلك تبعاً للاختلافات البيئية ، والنشاطات الداخلية ، فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية حددت وكالة حماية البيئة الأمريكية ألا يزيد التركيز عن 260 ميكروغرام/م^3 خلال 24 ساعة ، وعن 75 ميكروغرام/م^3 كمعدل سنوي ، وفي السعودية مثلاً فإن التركيز المحدد هو 340 ميكروجرام/م^3 خلال 24 ساعة لفترة 12 شهر ، بينما المعدل السنوي العام لا يزيد عن 80 ميكروجرام/م^3 .

ج- الجسيمات الدقيقة :

وهي جسـيمات متناهية في الدقة قطرها أقل من 0.1 ميكرون تصـل إلى الرئتين بسـهولة ، ومع ذلك فهي لا تشكل خطراً على صـحة الإنسـان ؛ لأن الرئتين تستطيع نفثها بسـهولة، وقد تتجمع هذه الجسـيمات مع بعضـها البعض ليصـل حجمها إلى أكثر من ميكرون، يصل عددها في الهواء النقي إلى عدة مئات/سم^3، أما في الهواء الملوث فيصل عددها إلى 100000جزئية/م^3.

2) تصنيف الجسيمات حسب طبيعتها :

أ- **الجزيئات الرملية :** وهي عبارة عن جزيئات صـلبة معلقة في الهواء ، ويزيد قطرها عن 500 ميكرون، مصدرها العواصف الرملية بالدرجة الأولى .

ب- **الغبار :** وهي عبارة عن جزيئات أدق من الرمال ، معلقة في الهواء ، بقطر يتراوح بين 0.25-500 ميكرون، تنتج عن تفتت الأجسام الصلبة وتطايرها إلى الجو .

ج- **الدخان :** جزيئات صـلبة دقيقة جداً من الهباب الناجمة عن عمليات الاحتراق كما في دخان المصانع والمعامل والمنازل ، قطرها أقل من 2 ميكرون .

د- **الرماد :** تنبعث هذه الدقائق مع غاز المداخن وقد تحمل معها وقوداً غير محترق .

ه- **الرذاذ :** وهي قطرات من سـائل معلق في الهواء ، ويمكن رؤيتها بالعين المجردة ، وقد تتكون من الضباب والدخان مكونة الضباب الدخاني ، كما يتكون الضباب الرقيق من الرذاذ والغبار والغازات الملوثة ، ويخلق هذا الضباب انخفاضاً في مجال الرؤية في المدن الملوثة .

و- **الأبخرة المعدنية :** وهي عبارة عن جسيمات من المعادن والمواد العضوية ، تتراوح أقطارها بين 0.01-1 ميكرون .

ز- **الأيرسـولات :** وهي عبارة عن جزيئات صـلبة أو سـائلة ، غالباً ما تبقى معلقة في الهواء نظراً لصغر حجمها ، وقطرها بصورة عامة أقل من ميكرون .

رابعاً : الملوثات الثانوية للهواء :

تتكون الملوثات الثانوية للهواء نتيجة لتفاعل الملوثات الهوائية الأولية مع الملوثات الغازية بمساعدة أشعة الشمس كمصدر للطاقة طارق محمود1989 ، أي انطلاق ملوثات أولية متعددة إلى الهواء مع توفر الأكسجين والنيتروجين وبخار الماء وأشعة الشمس يؤدي ذلك إلى دخول هذه الملوثات في تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تكوين ملوثات أخرى هي الملوثات الثانوية والتي من أشهرها الضباب الدخاني والمطر الحمضي ولها آثار بالغة على عناصر البيئة لا تقل خطورة عن تأثيرات الملوثات الأولية سليمان العقيلي 1990.

5-2 أضرار تلوث الهواء :

في الماضي كانت العوامل الداخلية الوراثية هي المسئول الأول والوحيد عن صحة الإنسان، ولكن مع التطور الصناعي والتكنولوجي وما صاحبها من تلوث للبيئة ، أصبحت العوامل الخارجية البيئية هي المسئول الأول والمباشر عن صحة الإنسان .

أما تلوث الهواء فهو أحد العناصر والمصادر الرئيسة التي تؤثر على صحة الإنسان ، إذ إن أي تغير كمي أو كيفي في مكونات الهواء التي يتنفسها الإنسان سواء في مكان عمله ، أو سكناه ، يؤدي إلى أمراض خطيرة واضطرابات فسيولوجية ، وتتأثر صحة الإنسان بجميع الغازات والمعادن الثقيلة ، والجسيمات العالقة في الهواء ، وحتى الملوثات الثانوية للهواء .

أولاً : الأضرار التي تلحقها الغازات بصحة الإنسان :

1) أول أكسيد الكربون :

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من أشد الغازات السامة الملوثة للهواء ، ويتراوح تأثير هذا الغاز على صحة الإنسان تبعاً لتركيزه ، حيث يؤدي إلى الصداع ، والشعور بالغثيان ، والإعياء ، والتقيؤ ، وصعوبة التنفس ، وارتخاء العضلات وقصور في الشريان التاجي ، وقد يصل الأمر إلى الغيبوبة أو الموت. وإذا ما بلغت درجة تركيزه في

الهواء إلى 1000 جزء في المليون ، فستكون المحصلة هي الموت المحتم ، وإذا ما بلغت التركيزات معدلات منخفضة خلال فترة طويلة ، فإن هذا يؤدي إلى اضطراب بنظام القلب والتنفس . أما إذا وصل تركيزه إلى 50 جزء في المليون لمدة ستة أسابيع ، فإن ذلك يؤثر على عمل القلب والدماغ، وتقل القدرة على التركيز ، وتضعف قدرة الإنسان على العمل ، كما يؤثر على حدة الرؤية . أما إذا وصل تركيزه إلى 85 جزءاً في المليون ، فإن فاعلية الدم لنقل الأكسجين تقل بمعدل 15% .

ويعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات السامة ، وترجع خاصية السمية إلى قوة اتحاده مع هيموجلوبين الدم ، حيث يحل محل الأكسجين ، مما يحد من قابلية الدم لنقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم مما قد يسبب الموت .

2) ثاني أكسيد الكبريت :

يؤثر غاز ثاني أكسيد الكبريت بشكل كبير على الصحة العامة ، إذ يؤدي إلى ضيق في التنفس ، وتساقط الشعر ، والتهاب الكلي والتهاب المجرى الأنفي والرئوي ، ويسبب السعال الشديد . وإذا وصل تركيز هذا الغاز إلى 0.52 جزءاً في المليون ، فإن عدد الوفيات سوف يزداد ولكن عند تركيزات منخفضة من هذا الغاز تصل إلى 0.92 جزءاً في المليون ، فإن هذا سيؤدي إلى الزيادة المرضية في الجهاز التنفسي، وعند التعرض لفترات طويلة لهذا الغاز إلى (1) جزء في المليون ، فإن ذلك يسبب انقباضاً في القصبات الهوائية ، مما يزيد في مقاومة مرور الهواء إلى داخل الرئة[سليمان العقيلي 1990] .

ولا تقتصر سمية ثاني أكسيد الكبريت على الإنسان فحسب، بل تتعداه لتصل إلى النباتات أيضاً، ويظهر واضحاً في اصفرار الأوراق وظهور البقع ، ثم تجعد الورقة وموتها وسقوطها[محمد العودات 1988] .

3) أكاسيد النيتروجين :

يسبب غاز ثاني أكسيد النيتروجين عدة آثار على صحة الإنسان ، منها تهيج العيون ، وبطانة الجيوب الأنفية، والجهاز التنفسي، وإلى احتقان رئوي، والتهاب

القصـبات الهوائية. ويرجع سـبب خطورة هذا الغاز إلى أنه عند اسـتنشـاقه يتحول داخل الجسـم إلى حمض نيتريك مخفف ، فيؤثر مباشـرة على أنسـجة الرئة، ويتسـبب في تهيج بطانتها وتليفها، وتسبب التهاب رئوي حاد. وعندما يصل تركيزه إلى 3 جزء في المليون، فإنـه يؤدي إلى تهيج العيون ، والأنف ، والتعرض لتركيز 5 جزء في المليون لمدة دقيقة واحدة يســـبب احتقاناً رئوياً ، كما أن التعرض لتركيز 25 جزءاً في المليون لمدة خمس دقائق يسبب اضطرابات في التنفس سليمان العقيلي 1990.

ثانياً : الأضرار التي تلحقها العناصر الثقيلة بصحة الإنسان :

1) الرصاص :

تعتبر العناصـر الثقيلة من المواد السامة للجسم ، وحتى التراكيز المنخفضة منها ، ويعتبر الرصـــاص واحداً من أخطر هذه العناصـــر ، حيث يدخل الرصـــاص الجســـم عن طريق الرئتين ، أو عن طريق الجهاز الهضمي كوركيس آدم 1988.

ويؤدي التعرض للهواء الملوث بجسـيمات الرصـاص لفترات طويلة إلى ترسـيب الرصـاص في معظم أنسـجة الجسـم ، ويسـبب تأثيرات بالغة تشمل الأنيميا ، وتلف أنسجة الدماغ ، واختلال وظيفة الكلية ، وشـلل الأطراف ، ويحل الرصـاص محل الكالسـيوم في العظام ، كما يسـبب فقدان الشـهية ، وعسـر الهضـم ، والتقلصـات المعروفة باسـم المغص الرصـاصـي ، كما يسـبب أيضـاً ألم المفاصـل (النقرص الرصـاصـي) ويؤثر على الجهاز التناسلي ، والتشوهات الخلقية للأجنة .

وتزداد نســـبة الرصـــاص في المواد الغذائية المعلبة ، إذ يُحكم إغلاق هذه العلب بالرصاص ، فيتسرب قسم منه إلى داخل العلبة وينتقل منها إلى جسم الإنسان علياء حاتوغ-محمد ابودية 1994

ثالثاً : الأضرار التي تلحقها الجسيمات العالقة بصحة الإنسان :

تعتبر الجســـيمـات التي قطرهـا بين 0.01 و10 ميكرون أكثر الجزيئـات تـأثيراً، وتلويثاً للهواء وذلك لأنها:

1- تشكل القسم الأكبر من الجسيمات الملوثة للهواء .

2- تحوي جزيئات دقيقة تحدث أكبر الضـرر للجهاز التنفسـي ، وخاصـة عند الأطفال ؛ لأنها تسـتطيع اختراق دفاعات الأنف بشـكل يسـهل الوصـول إلى أعماق بعيدة في الرئتين .

3- أنها تحتوي على الأتربة والدخان، والهباب، وجزيئات المبيدات، والأبخرة الناتجة من تكثف المواد الطيارة.

وتؤثر الجسـيمات في الإنسـان لوحدها أو متحدة مع الملوثات الهوائية الأخرى ، وذلك من خلال ملامسـتها للجلد والعيون وتوغلها داخل الجهاز التنفسـي ، وتسـبب الأمراض المختلفة ، وخاصـة التهاب الشـعب الهوائية ، والانتفاخ الرئوي ، والربو ، وتستأثر الجزيئات الصـغيرة التي قطرها أقل من 3 ميكرون بمعظم الأضـرار التي تلحق بالجهاز التنفسي ، وخاصة الالتهاب الرئوي الذي يصيب القصبات الرئوية الدقيقة، ويعيق مرور الهواء، مما يجعل التنفس صعباً ، إضافة إلى الإصابة بالانتفاخ الرئوي.

وبينت الدراسـات التي أجريت على السـكان الذين يعيشـون بالقرب من معامل الأسمنت ارتفاع نسبة الأمراض الصـدرية لديهم ، وضـيق التنفس ، والسـعال ، وضـعف وإرهاق عام ، والتعب السريع ، وأمراض العيون ، وخاصة مرض سيلان الدمع ، والتي يزداد بمعدل 3-4 مرات عنها في المناطق غير الملوثة .

ويمكن القول بصفة عامة أن الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية والطبيعية على حد سـواء تؤثر بصـورة كبيرة ومباشـرة على جميع أجزاء جسـم الإنسـان دون اسـتثناء ، فالكبد ، والجهاز التنفسـي ، والعظام ، والدماغ ، والغدد ، والطحال ، والجلد ، والكلية ، والدم ، والعيون ، وتتأثر بالكثير من الملوثات ، كما بين ذلك جدول رقم (3-2) .

جدول رقم (3-2) الأعضـــاء والأنســـجة في جســـم الإنســـان والملوثات التي تستهدفها

العضو	الملوثات التي تؤثر عليه
الـــجـــهـــاز التنفسي	غاز أول أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين، أكاسيد الكبريت، الأوزون، جسيمات الأسبستوزات، جسيمات الغبار العالق، جسيمات الهيدروكربونات، النيكل، الكادميوم، البريليوم .
الكبد	الكربونات الهالوجينية ، الزرنيخ ، المواد المشعة .
العظام	المواد المشعة ، الرصاص .
الدماغ	الرصاص ، الزئبق ، الكوبالت .
الـــغـــدة	اليود المشع .
الطحال	الكاديوم ، الزئبق .
الجلد	جسيمات الغبار المتراكم ، جسيمات الأسبستوزات ، الزرنيخ .
الكلية	الكاديوم .
الدم	غاز أول أكسيد الكربون ، غاز أول أكسيد النيتروجين ، الرصاص .
العيون	رذاذ المطر الحمضي ، جسيمات الغبار العالق ، جسيمات الغبار المتساقط ، أكسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين ، الضباب الدخاني .

كما يلحق الجسم العديد من الأمراض نتيجة لتركيز بعض العناصر في الجو أو في الجسم ، والجدول رقم (2-4) يبين الأمراض الناتجة عن ملوثات الهواء الأولية التي قد تصيب الإنسان .

جدول رقم (4-2) بعض الأمراض الناتجة عن ملوثات الهواء الأولية التي قد تصيب الإنسان

الرقم	نوع الملوث	التأثير
1	الجسيمات	مرض التحجر الرئوي ويعرف أيضاً بمرض الغبار الحجري ، مرض الغبار ، مرض الالتهاب الأسبستوزي .
2	غاز أول أكسيد الكربون	نقص في قدرة الهيموجلوبين على نقل الأكسجين إلى أجزاء الجسم ، حيث يتحد غاز أول أكسيد الكربون مع الهيموجلوبين مكوناً كروبكسيد الهيموجلوبين الذي لا يستطيع حمل الأكسجين مما ينتج عنه آثاراً جانبية متعددة في الجسم تشمل الضعف العام وارتخاء العضلات وسرعة التنفس وغيرها كما ويتحد غاز أول وثاني أكسيد الكربون مع الحديد اللازم لبعض الأنزيمات التنفسية مما يؤدي إلى إحباط عملها أو تقليل فعاليتها .
3	غاز ثاني أكسيد الكبريت	يسبب تهيج للبطانة المخاطية في الجهاز التنفسي مما يؤدي إلى سعال شديد وضيق في التنفس ، كما يعطل غاز ثاني أكسيد الكبريت عمل الأهداب الدقيقة المبطنة لمجرى الجهاز التنفسي ويسبب التهاباً بالقصبات والشعيبات الهوائية .
4	غاز أول أكسيد النيتروجين	يتحد مع الهيموجلوبين مكوناً الميثاجلوبين مما يسبب نقص وصول الأكسجين إلى أنسجة الجسم ، وعند التركيز العالي لهذا الغاز فإنه يسبب شللاً مميتاً ، كما أن التعرض لتركيزات منخفضة من هذا الغاز يسبب ما يعرف بظاهرة الطفل المزرق بسبب تكون الميثاجلوبين .
5	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	يسبب تهيج في البطانة المخاطية ، للجهاز التنفسي بسبب رائحته المخرشة والمسببة لحساسية معينة وعند التركيز العالي يسبب مرض التربل .

الرقم	نوع الملوث	التأثير
6	غاز الأوزون	يسبب الأوزون تهيج في البطانة المخاطية ، وعند التركيز العالي فإنه يسبب اختناقاً رئوياً والتهاباً في الشعيبات الهوائية ومرض التربل ومرض انتفاخ الرئة .
7	الزئبق	يهاجم الزئبق أنسجة الجهاز العصبي المركزي ويسبب آثاراً نفسية وعصبية ، كذلك يسبب تلوث الهواء ببخار وجسيمات الزئبق اضطرابات في الجهاز التنفسي والتهابات متنوعة وتشنج العضلات.
8	الرصاص	يسبب تلف لجهاز البصر المركزي وخصوصاً الدماغ وقد يصيب الإنسان بالتخلف العقلي .
9	النيكل	يسبب التقيؤ والصداع وسرعة التنفس كتأثير مباشر كما ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات ومركبات النيكل حروق بالجلد ، وقد يسبب أيضاً كل من سرطان الرئة وسرطان الجيوب الأنفية .
10	الزرنيخ	يسبب تلوث الهواء بالزرنيخ كل من سرطان الجلد وسرطان الكبد وسرطان الرئة كما قد يؤدي تلوث الهواء بالزرنيخ إلى تشويهات خلقية .
11	الكادميوم	يسبب تلوث الهواء بالكادميوم مرض ويلسون كما يؤدي إلى تلف الرئة والكلية .
12	البريليوم	يسبب تقرح الجلد وتهيج بطانة الجهاز التنفسي كما يسبب أيضاً مرض الالتهاب البريليولي كما قد ينتج عنه سرطان نخاع العظم .

رابعاً : أضرار التلوث بمادة أل د.د.ت :

إن الاستخدام العشوائي للمبيدات التي صنعها الإنسان لمقاومة الآفات والأعشاب الزراعية ، أصبحت تشكل خطراً على حياة الإنسان نفسه ، حيث إنها تسربت إلى الغذاء والماء والهواء والتربة، وأشهر هذه المبيدات على الإطلاق هو أل د.د.ت وهو مبيد حشري بدأ الإنسان باستغلاله في عام 1940م وهو أكثر أنواع المبيدات استخداماً على الإطلاق ، وتكمن خطورته في كونه يتسرب إلى جسم الإنسان عن طريق الطعام، ويتركز في الطبقات الدهنية، كما أنه يتحلل ويبقى في التربة مدة طويلةرشيد الحمد – محمدصباريني 1986.

وفي دراسة (كفاية ناصر ، 1994) أظهرت نتائج الدراسة أن هذه المادة تتركز في حليب وبلازما الدم للنساء الأردنيات ، فقد قامت الباحثة بتحصيل عينات من الحليب ، وبلازما الدم من نساء أردنيات تم اختيارهن من خمس مناطق جغرافية ، هي عمان ، والأغوار الشمالية ، الأغوار الوسطى ، الزرقاء ، إربد ، حيث إن مجموع سكان المناطق المدروسة يتجاوز 85% من سكان الأردن ، وقد تم فحص 411 عينة حليب ، 299 عينة بلازما دم بقصد البحث عن متبقيات المبيدات العضوية الحشرية المكلورة التالية : مشتقات (د.د.ت) و(د.د.ي) و(د.د.د) وكذلك المبيدات الحشرية من نوع (السيكلودابين) و(مناظرات هيكساكلور وسيكلوهكسان) و(الهيكسا كلوروبنزين)

وأظهرت نتائج التحليل بأن حليب الأمهات الأردنيات ملوث بجميع المبيدات الحشرية المدروسة ، وكان الملوث السائد في الحليب هو (د.د.ي) حيث كانت نسبة تواجده في العينات 80.3% بينما نسبة تواجد (د.د.ت) 53.5% ونسبة (د.د.د) 23.8% و(هيكساكلوروبنزين) 22.4% إضافة إلى الملوثات الأخرى .

كما أظهرت نتائج متبقيات المبيدات الحشرية الكربونية المكلورة في عينات البلازما بأن المبيدات التالية قد تم اكتشافها في البلازما وهذه المتبقيات هي (الدرين) ، (هيبتاكلورابيوكسيد) ، (د.د.ت) ، (د.د.ي)، مشابهات (د.د.ت) ، ويرجع السبب في ذلك إلى استخدام المبيدات من النساء أنفسهن إضافة إلى ما تقوم به سيارات أمانة العاصمة

التي تقوم برش المبيدات في الهواء بهدف القضـــاء على الحشـــرات الضـــارة ، والطيارة وغالباً ما تكون المادة المستخدمة في ذلك هي (د.د.ت) .

2-6 معايير تلوث الهواء :

لا يوجد حتى الآن برنـامج محدد على مســـتوى الوطن العربي للحد من الملوثات الهوائية المنبعثة من المصـانع ، أو السيارات ومراقبتها ، وقياسها باستثناء الشروط البيئية الواجب توفرها **في** بعض المصانع ليتم على ضوئها الترخيص .

كما لا يتوفر مواصـفات أو معايير بيئية لملوثات الهواء ، وقد أدى هذا الوضع إلى عدم اكتراث المصـانع ، وأصـحاب السيارات بمكافحة انبعاثاتها الغازية الضارة ، أو الحد منهـا ، كمـا أن نقص الـدراســـات والأبحـاث في هذا المجال أدى إلى عدم اهتمام الجهات المعنيـة بـالشـــروع في ســـن القوانين والتعليمات التي تحد من التلوث الهوائي في بعض المناطق المعرضة له .

كمـا لا توجد ولا تتوفر أيـة معـايير أو مواصـــفات قياســـية ، وحدود عتبية لملوثات الهواء ، وبالتالي تستعين الجهات المعنية بشئون البيئة في غالبية الدول العربية بالمعايير العالمية المتوفرة سواء في كندا ، أو الولايات المتحدة الأمريكية ، أو معايير ومواصـــفات منظمة الصـــحة العالمية كما بينها الجدول رقم (5-2) .

جدول رقم (2-5) معايير ومواصفات هواء المدن

الرقم	الملوث	كندا	الولايات المتحدة	منظمة الصحة العالمية
1	ثاني أكسيد الكربون سنوياً 24 ساعة ساعة واحدة	2.3 جزء بالمائة مليون 11 جزء بالمائة مليون 34 جزء بالمائة مليون	0.3جزء بالمائة مليون 13.9 جزء بالمائة مليون 49.7 جزء بالمائة مليون	2.3-1.5 جزء بالمائة مليون 4.7 جزء بالمائة مليون 13.4 جزء بالمائة مليون
2	أول أكسيد الكربون 8 ساعات ساعة واحدة	13 جزء بالمليون 31 جزء بالمليون	9 جزء بالمليون 35 جزء بالمليون	9 جزء بالمليون 25 جزء بالمليون
3	ثاني أكسيد النيتروجين سنوياً 24 ساعة ساعة واحدة	5.3 جزء بالمائة مليون 11 جزء بالمائة مليون 21 جزء بالمائة مليون	5.3 جزء بالمائة مليون 7.9 جزء بالمائة مليون 21 جزء بالمائة مليون	--- --- ---
4	الجسيمات العالقة سنوياً 24 ساعة	70 ميكروغرام/م^3 120 ميكروغرام/م^3	75 ميكروغرام/م^3 260 ميكروغرام/م^3	90-60 ميكروغرام/م^3 120 ميكروغرام/م^3

المصدر : وزارة الشئون البلدية والقروية والبيئة الاردن –عمان 1991

الشكل رقم 2-1 توضح انبعاث الغازات من السيارات:

الشكل رقم 2-2 توضح الضباب الدخانى الذى يسبب تلوث الهواء

2-7 الدراسات السابقة :

هنالك بعض الدراسات السابقة لعدد من الباحثين الذين قاموا بقياس بعض الغازات والملوثات في ولاية الخرطوم الناتجة عن انبعاثات من عوادم السيارات , وكانت كالاتي :

1- ست نور حسين محمد حسين 1981 :

قامت هذه الباحثة بقياس نسبة غاز اول اكسيد الكربون في الهواء لمعرفة اثر الازدحام المروري في منطقة وسط الخرطوم حسب المواقع الاتية:

- الموقع (1) - شا رع القصر قرب كلية الصيدلة جامعة الخرطوم .
- االموقع (2) - شارع القصر قرب مكتبة وزارة الصحة الاتحادية.
- الموقع (3) – شارع الجمهورية قرب مباني رئاسة سودانير.
- الموقع (4) - شارع القيادة عند النهاية الشرقية قرب مستشفي الخرطوم التعليمي.

جدول رقم (6-2) دراسات الباحثة ست نور حسين محمد حسين

البعد من منتصف الطريق / الموقع	منتصف الطريق			علي بعد 1 متر			علي بعد 5 متر	علي بعد 10 متر
	0.5	1	1.5	0.5	1	1.5	1	1
الموقع (1)	18	19.6	17.6	12.7	12.6	12.8	0	9.3
الموقع (2)	0	0	0	7.5	5.5	7.5	4.5	0
الموقع (3)	0	0	0	0	15	0	17	14
الموقع (4)	0	0	0	0	10.5	0	6.8	9.5

2- ربيعة سيد احمد محمد علي 1998 :

نجد ان هذه الباحثة قد قامت بقياس نسب غازات اول اوكسيد الكربون وثاني اكسيد النتروجين وكبريتيد الهيدروجين وذلك لتقييم التلوث الناتج من المصانع وعوادم السيارات الموجودة في منطقة حلة كوكو ببحري وقد كانت القياسات في شوارع حلة كوكو الرئيسية الثلاثة .

جدول رقم (7-2) قياسات الباحثة ربيعة سيد احمد محمد علي

رقم الشارع	شارع (1)				شارع (2)				شارع (3)			
الزمن / العنصر	8 ص	10 ص	12 ظ	2 م	8 ص	10 ص	12 ظ	2 م	8 ص	10 ص	12 ظ	2 م
اول اكسيد الكربون	10	3.3	0	0	2.5	3.5	1.5	0	14.5	0	0	0
كبريتيد الهيدروجين	0	0	0	0	3	0.8	0	0	0	0	0	0
ثاني اكسيد النتروجين	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3- سوسن حسن احمد كرسني (يناير 2000) :

قامت بقياس نسب بعض الغازات في الهواء لمعرفة تاثير الغازات الناتجة من المصانع وعوادم السيارات الموجودة في منطقة بحري المتاخمة لمنطقة كوبر علي جودة الهواء بمنطقة كوبر وقد قامت بالقياس في ستة مواقع :

- الموقع (1) قرب مصنع الشفاء للادوية .
- الموقع (2) قرب سجن كوبر .
- الموقع (3) قرب مدرسة طيب سيد منطقة الواحة .
- الموقع (4) قرب مركز صحي كوبر .
- الموقع (5) قرب شارع الحاج يوسف الرئيسي .
- الموقع (6) قرب سينما كوبر

- **جدول رقم (8-2) قياسات الباحثة سوسن حسن احمد كرسني**

الموقع	1	2	3	4	5	6
الزمن / العنصر	7:30 صباحا	8:30 صباحا	10 صباحا	7 صباحا	7:45 صباحا	2:30 مساء
ثاني اكسيد الكربون	0.01	.05	.01	.01	.05	.01
كبريتيد الهيروجين	0	0	0	0	0	0
ثاني اكسيد الكبريت	0	0	0	0	0	0

4- احلام محمد فضل المولي (يونيو 2002) :

قامت بقياس نسب بعض الغازات في الهواء لمعرفة اثر انبعاثات السيارات علي رجال شرطة المرور العاملين بولاية الخرطوم وقد قامت بالقياس في خمسة عشر موقع :

- الموقع (1) تقاطع شارع الانقاذ مع شارع الطيار الكدرو .
- الموقع (2) تقاطع شارع الزعيم الازهري مع شارع الطيار الكدرو.
- الموقع (3) تقاطع شارع الصناعات (عمر المختار) مع شارع كسلا.
- الموقع (4) تقاطع شارع البلدية بحري مع شارع الطيار الكدرو.
- الموقع (5) تقاطع شارع السيد علي مع شارع كلية الزراعة جامعة الخرطوم .
- الموقع (6) تقاطع شارع القيادة مع شارع الجمهورية .
- الموقع (7) تقاطع شارع القصر مع شارع البلدية الخرطوم .
- الموقع (8) تقاطع شارع الغابة مع شارع النيل الخرطو.
- الموقع (9) تقاطع شارع الجامعة مع شارع المك نمر.
- الموقع (10) تقاطع شارع الحرية عند السوق الشعبي الخرطوم .
- الموقع (11) شارع الوادي ام درمان عند كلية التربية جامعة الخرطوم .
- الموقع (12) تقاطع شارع الشنقيطي مع شارع السوق .
- الموقع (13) تقاطع شارع الاربعين مع شارع السوق الشعبي ام درمان .
- الموقع (14) تقاطع ود البشير .
- الموقع (15) كبري ام درمان القديم عند مباني السلاح الطبي .

جدول رقم (9-2) قياسات الباحثة احلام محمد فضل المولي

الموقع / العنصر	رقم موقع القياس														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
اول اكسيد الكربون	5	8	4	8	10	6	9	7	11	10	7	3	9	8	9
ثاني اكسيد الكبريت	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ثاني اكسيد النتروجين	.5	1.5	1.5	1.8	1	2	2.5	2	1.5	1.5	1.7	2.1	2.5	2.7	1.7
المواد العالقة	1.67	7.5	8.34	1.67	1.67	10	8.34	5.83	46.16	48.25	5.83	8.34	14.34	12.6	13

5- التومة قريب محمد علي 2008:

قامت بقياس نسب بعض الغازات في الهواء لمعرفة التلوث الناتج من انبعاث الغازات الناتجة من عوادم السيارات الموجودة في منطقة موقف استاد الخرطوم وقد كانت القياسات علي قسمين؛الجزء الشمالي من الموقف , والجزء الجنوبي منه .

جدول رقم (10-2) قياسات الباحثة التومة قريب محمد علي

الموقع	الجزء الشمالي			الجزء الجنوبي		
الزمن / العنصر	10- 11 صباحا	1- 2 ظهرا	3-4 عصرا	10- 11 صباحا	1- 2 ظهرا	3-4 عصرا
اول اكسيد الكربون	10	10	12	7	7	12
ثاني اكسيد الكبريت	.3	.8	1	.2	1	1.5
ثاني اكسيد النتروجين	.5	1	1.5	.5	.5	1
المواد العالقة	.33	.32	2.9	.27	.12	.13

6- سليمة يحي الحسين محمد (فبراير 2008):

قامت بقياس نسب بعض الغازات في الهواء لمعرفة اثر سلبيات التخطيط علي البيئة الحضارية في ولاية الخرطوم عموما مع التركيز علي محلية ام درمان وذلك في اربعة مواقع :

- الموقع (1) صينية الازهري .
- الموقع (2) تقاطع شارع العرضة مع شارع البوستة.
- الموقع (3) صينية العرضة.
- الموقع (4) تقاطع شارع كبري ام درمان مع شارع الموردة .

- **جدول رقم (11-2) قياسات الباحثة سليمة يحي الحسين محمد**

الموقع	1	2	3	4
الزمن / العنصر	8 صباحا	10:10 صباحا	2:49 مساءا	4:03 مساءا
اول اكسيد الكربون	4	16	7	10
ثاني اكسيد الكبريت	.4	.6	1	.4
المواد العالقة (جم/م^3)	4.72	3.61	8.05	7.11

الباب الثالث

منهجية البحث

الباب الثالث
منهجية البحث

أجري هذا البحث في شهر سبتمبر 2014م على تقاطعات ثلاثة شوارع هي:

- شارع أفريقيا.
- شارع بشير النفيدي (شارع الستين).
- شارع عبيد ختم.

3-1 الأدوات المستخدمة:

1- تم إستخدام جهازان مايكروتكتور (Microtector II) من شركة GFG وهي تقوم بقراءة غازات ثاني أوكسيد الكربون وأول أوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين وغازات النيتروجين .

2- جهاز (Micro IV) من شركةGFG وهو يقوم بقراءة غاز الاوكسجين.

يتكون كل جهاز من شاشة رقمية تظهر عليها القراءات وفتحات يدخل من خلالها الهواء ليمر عبر الحساسات التي تقوم بمعالجة قراءة نسبة الغازات وتظهرها على الشاشة. مرفق نشرة توضح الاجهزة المستخدمة (مكوناتها –طريقة عملها – حساسيتها-الخ)

3-2 طريقة أخذ العينات:

تم أخذ العينات في تقاطعات الشوارع الثلاثة بمعدل أربعة تقاطعات في كل شارع بمجموع كلي 12 تقاطع، كما موضح في الجداول (4-1)، (4-2)، (4-3)، حيث تم إستخدام الأجهزة السابقة بحيث يتم تشغيل الجهاز في المنطقة من التقاطع المراد أخذ القراءة فيها ويتم تعريض الجهاز للهواء حيث يدخل الهواء عبر الفتحات الموجودة في الجهاز ويمر عبر الحساسات حيث تتم معالجة قراءة الغازات وتحديد نسبها ثم تظهر على شاشة الجهاز.

وقد تم أخذ القراءات في منطقتين الأولى: جنوب التقاطع، الثانية: شمال التقاطع، وقد كان أخذ القراءات في كل من الفترتين الصباحية والمسائية مع مراعاة في ذلك ساعة الذروة.

3-3-صور للأجهزة المستخدمة

Microtector II

Micro IV

الشكل (3-1) يوضح صور للأجهزة المستخدمة

الباب الرابع

الحسابات وتحليل النتائج

الباب الرابع

الحسابات ومناقشة النتائج

لقد تم دراسة اثر حركة المرور في تلوث الهواء في ولاية الخرطوم في ثلاثة طرق رئيسية (عبيد ختم – بشير نفيدي(الستين) – شارع افريقيا) وقياس الغازات المنبعثة من المركبات في هذه الشوارع وبناء علي ذلك تم اخذ القراءات ومن ثم تم تحليل تلك النتائج باستخدام برامج التحليل الاحصائي

1. اختبار (T) للعينة الواحدة.
2. اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA).
3. اختبار LSD.

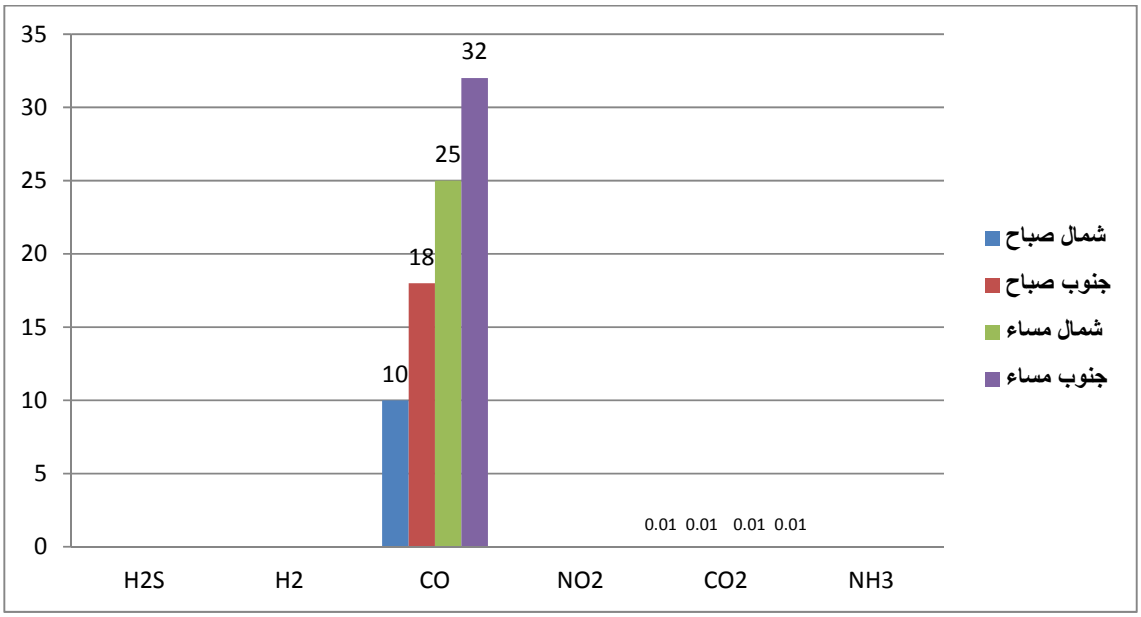
وقد كانت القراءات وتحليل النتائج كما يلئ :

1- شارع افريقيا :

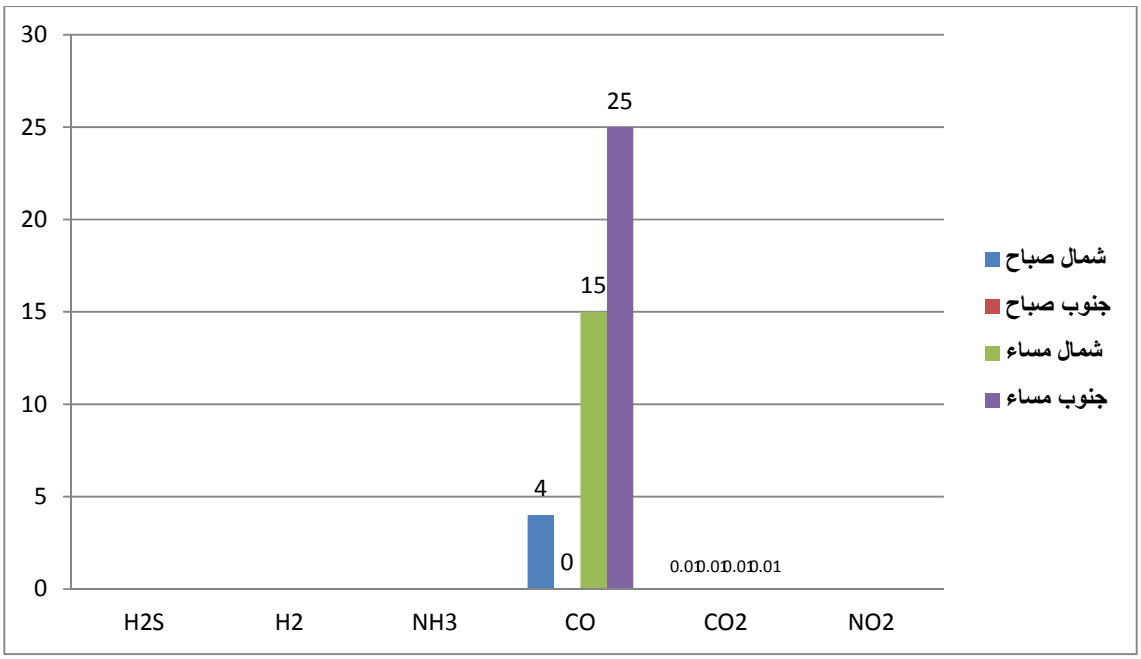
جدول رقم (4-1) يوضح قراءات نسب الغازات في شارع افريقيا

الشارع	التقاطع	الزمن	التكرار	القراءة					
				CO	CO2	NO2	NH3	H2	H2S
شارع أفريقيا	المصرف العربي	صباح	شمال	10	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	18	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	25	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	32	.01	0	0	0	0
	تقاطع شارع المطار	صباح	شمال	4	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	0	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	15	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	25	.01	0	0	0	0
	لفة الجريف	صباح	شمال	11	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	40	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	25	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	17	.01	0	0	0	0
	السوق المركزي	صباح	شمال	11	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	32	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	48	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	35	.01	0	0	0	0

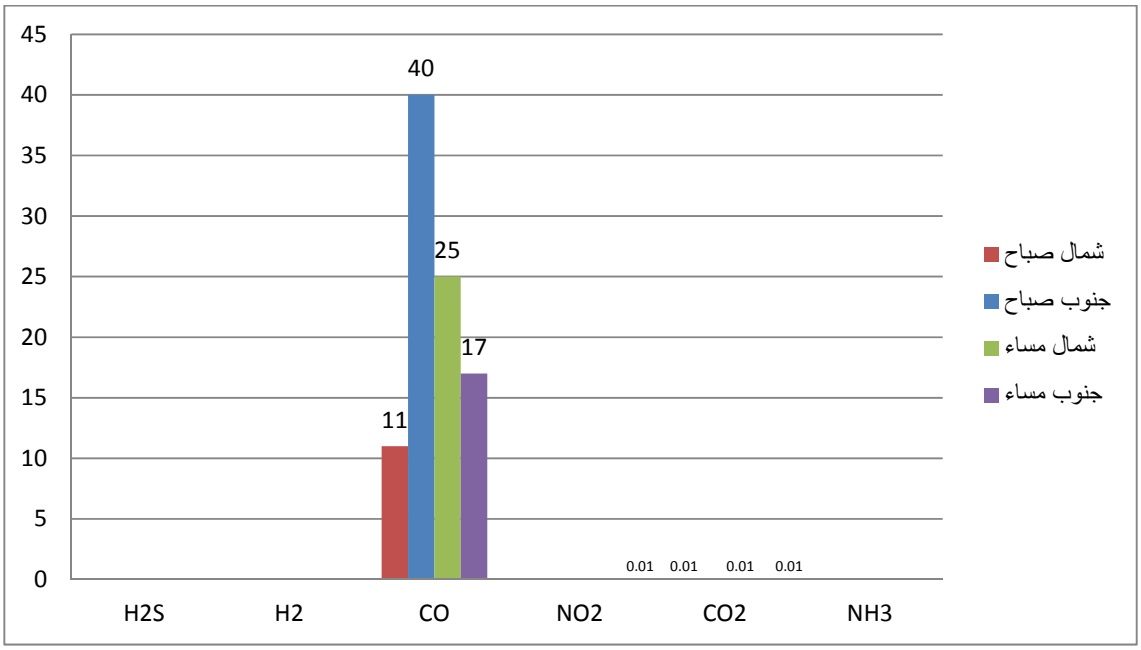
الشكل رقم (4-1) يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع المصرف العربي



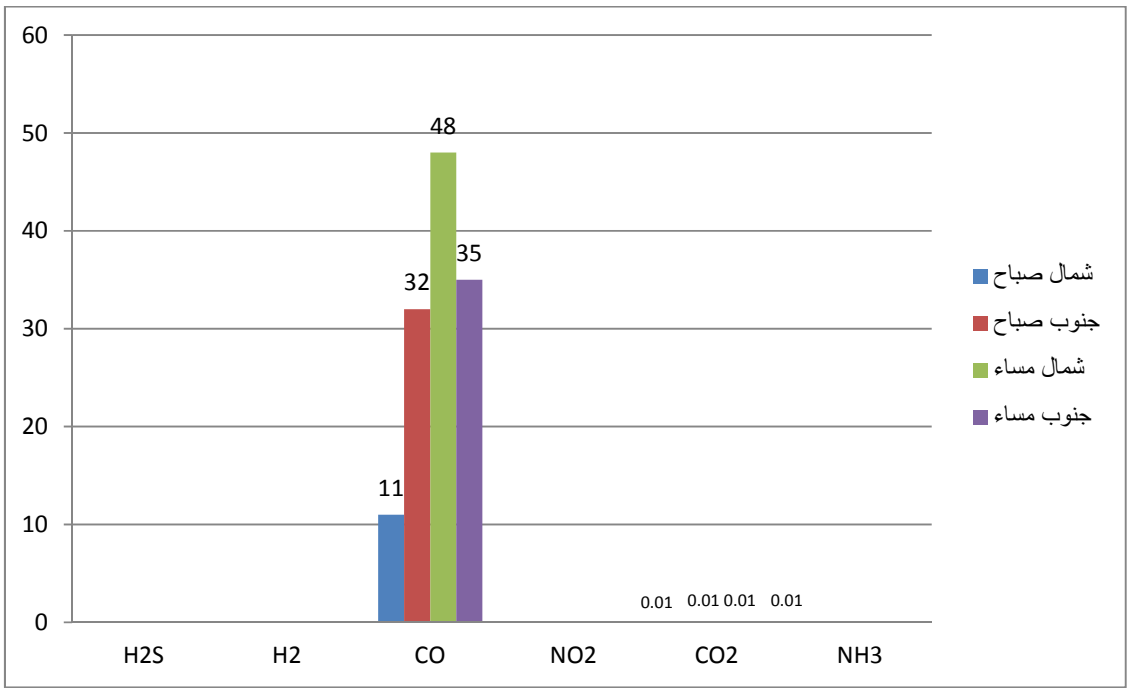
الشكل رقم (4-2) يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع المطار:



الشكل رقم (4-3) يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع لفة الجريف :



الشكل رقم (4-4) يوضح نسبة الغازات بشارع أفريقيا ـ تقاطع المركزي :

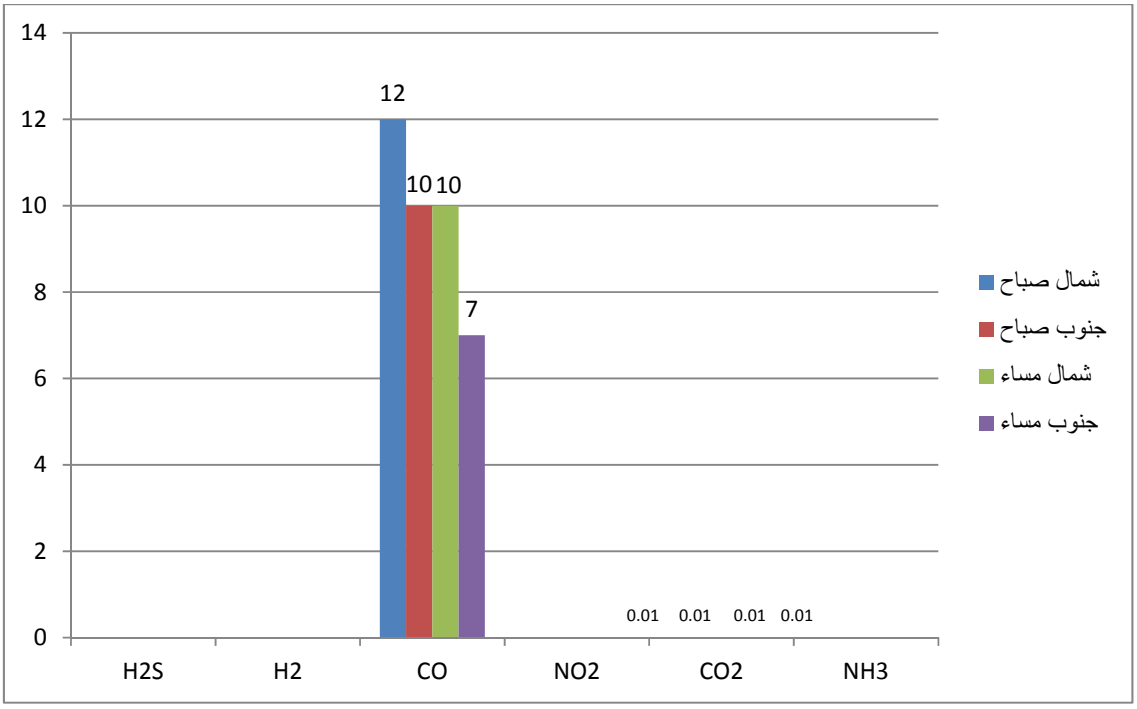


2- شارع بشير النفيدي (الستين) :

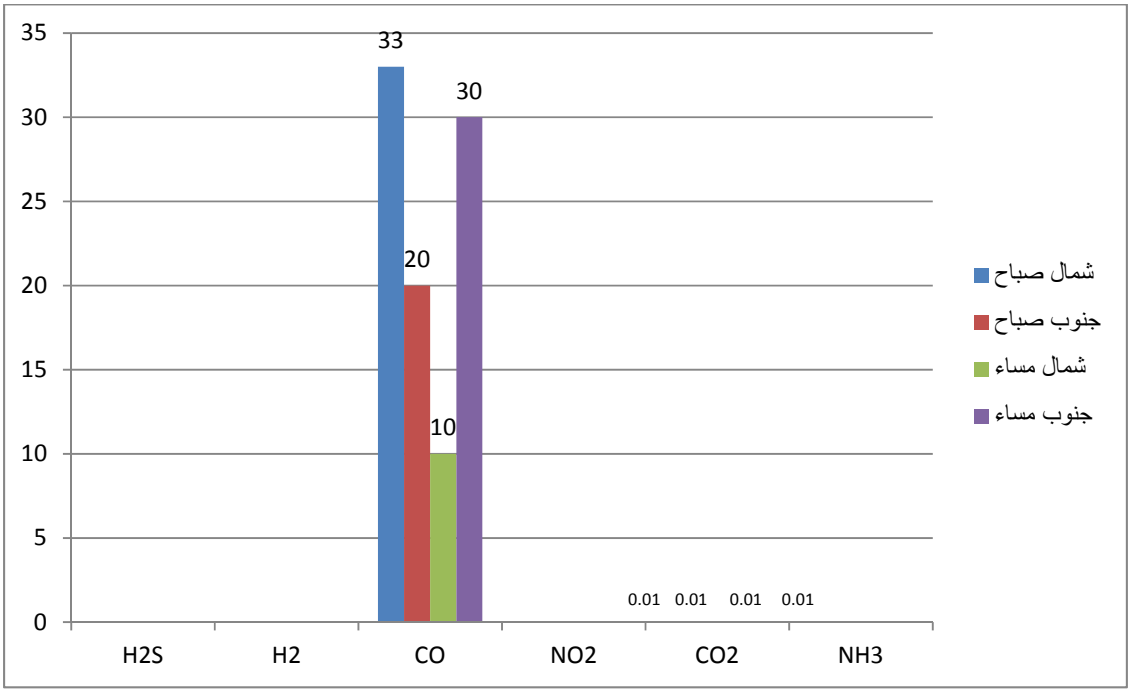
جدول رقم (4-2) يوضح قراءات نسب الغازات في شارع بشير النفيدي (الستين)

الشارع	التقاطع	الزمن	التكرار	القراءة					
				CO	CO2	NO2	NH3	H2	H2S
شارع بشير النفيدي (الستين)	تقاطع كبري المنشيه	صباح	شمال	33	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	20	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	10	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	30	.01	0	0	0	0
	تقاطع المشتل	صباح	شمال	11	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	17	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	8	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	7	.01	0	0	0	0
	تقاطع البلابل	صباح	شمال	6	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	17	.02	0	0	0	0
		مساء	شمال	14	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	9	.01	0	0	0	0
	تقاطع مدني	صباح	شمال	12	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	10	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	10	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	7	.01	0	0	0	0

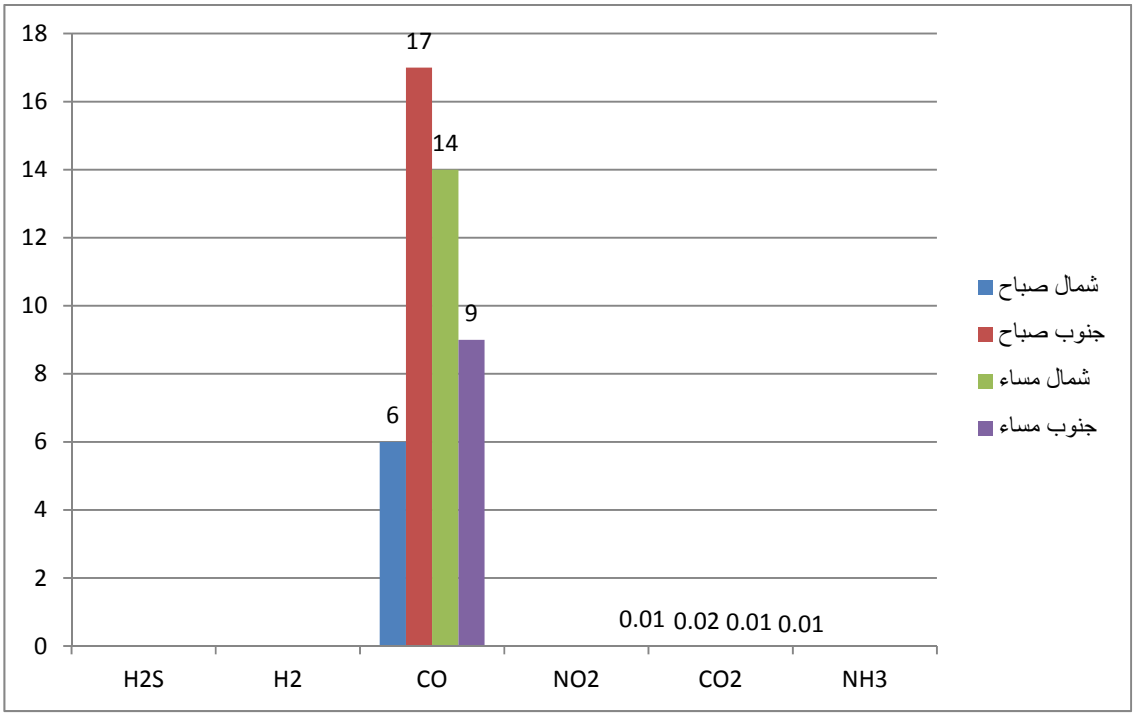
الشكل رقم (4-5) يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع شارع مدني :



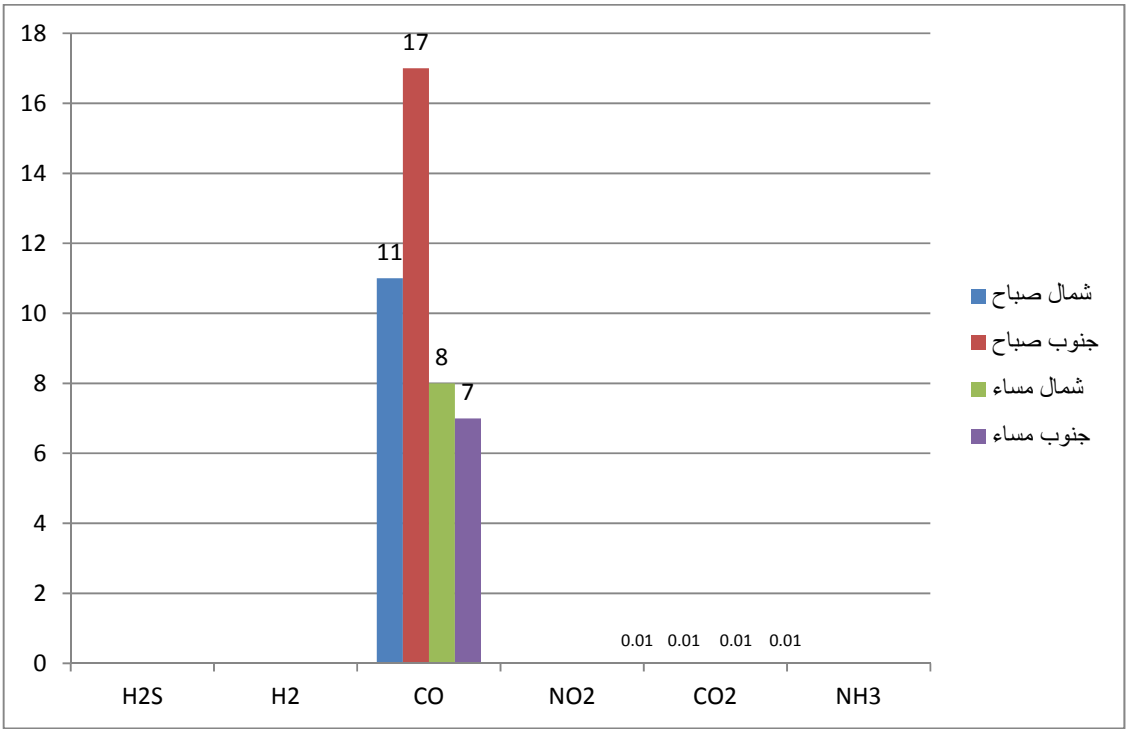
الشكل رقم (4-6) يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع كبري المنشية:



الشكل رقم (4-7) يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع البلابل:



الشكل رقم (4-8) يوضح نسبة الغازات بشارع الستين ـ تقاطع المشتل:

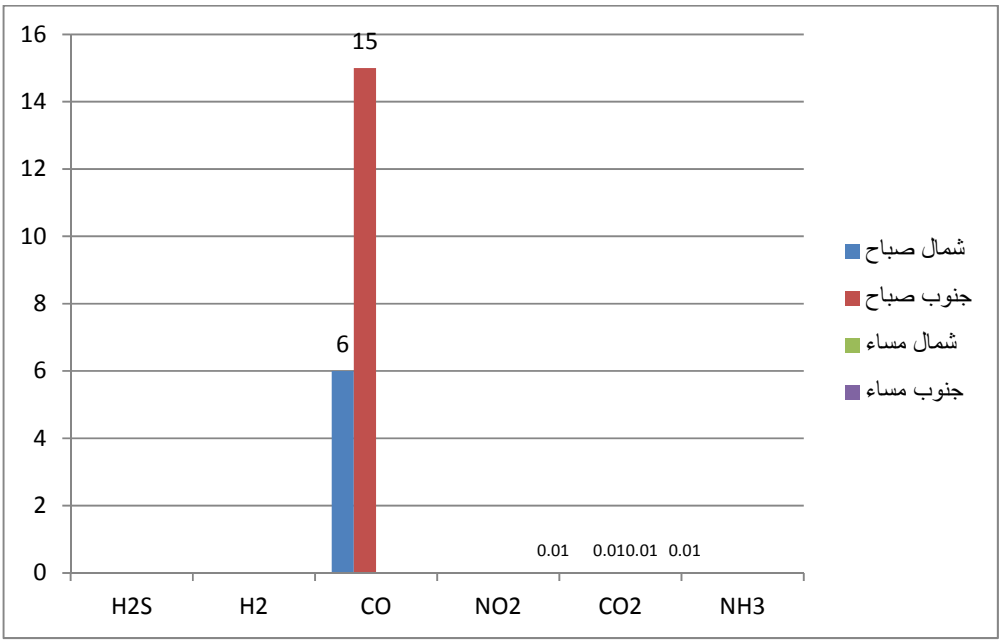


3- شارع عبيد ختم :

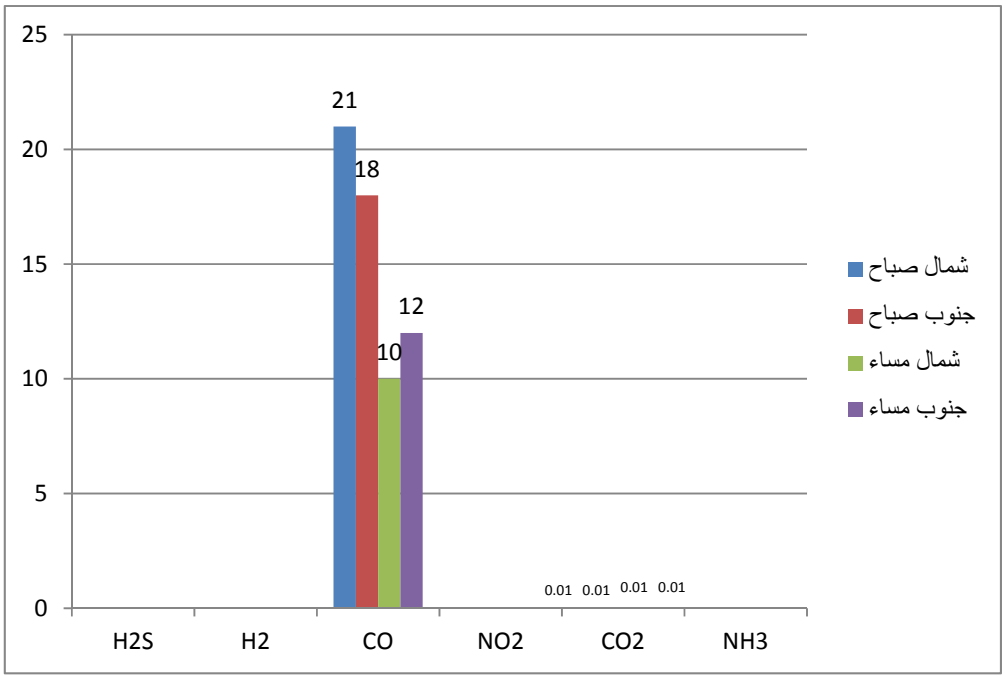
جدول رقم (4-3) يوضح قراءات نسب الغازات في شارع عبيد ختم

الشارع	التقاطع	الزمن	التكرار	القراءة					
				CO	CO2	NO2	NH3	H2	H2S
شارع عبيد ختم	تقاطع اوماك	صباح	شمال	6	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	15	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	0	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	0	.01	0	0	0	0
	تقاطع المشتل	صباح	شمال	21	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	18	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	10	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	12	.01	0	0	0	0
	تقاطع الشرقي	صباح	شمال	21	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	34	.02	0	0	0	0
		مساء	شمال	7	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	8	.01	0	0	0	0
	تقاطع البلابل	صباح	شمال	15	.01	0	0	0	0
		صباح	جنوب	11	.01	0	0	0	0
		مساء	شمال	21	.01	0	0	0	0
		مساء	جنوب	18	.01	0	0	0	0

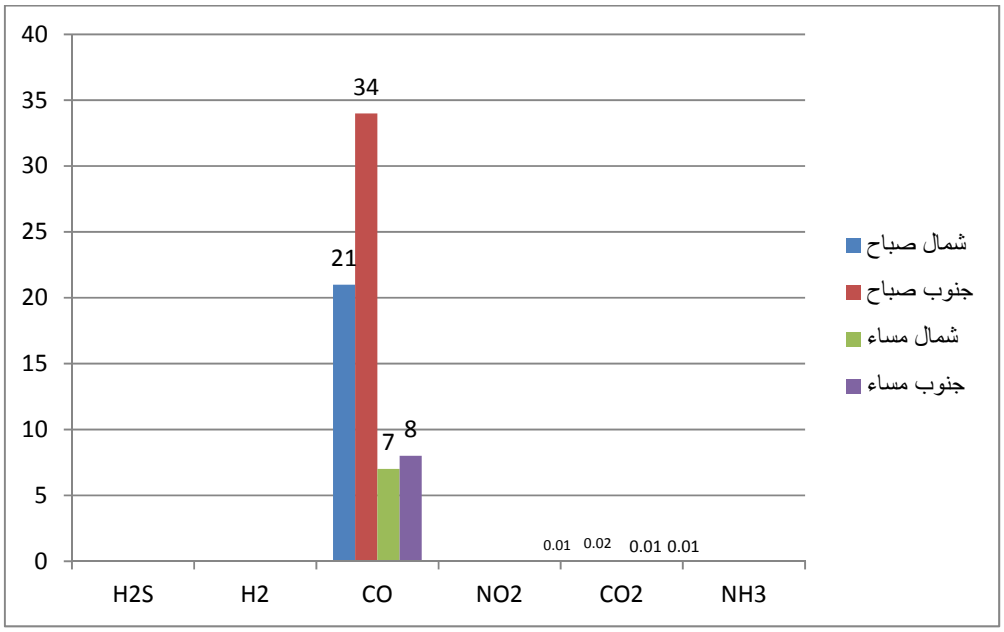
الشكل رقم (4-9) يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع أوماك :



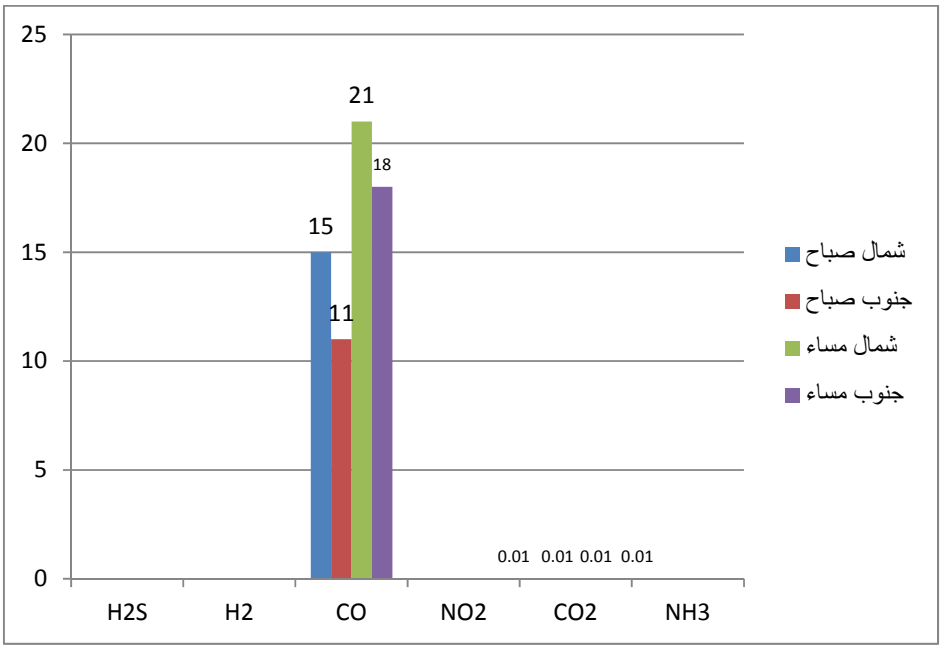
الشكل رقم (4-10) يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع المشتل :



الشكل رقم (4-11) يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع الشرقي :



الشكل رقم (4-12) يوضح نسبة الغازات بشارع عبيد ختم ـ تقاطع البلابل



معيار تلوث الهواء:

جدول رقم (4-4) يوضح قراءات نسب الغازات المسموح بها

الغاز GAS	القياس Standard		متوسط خلال الفترة الزمنية Average Period
	جزء من المليون	جرام لكل متر مكعب	
ثاني اوكسيد الكبريت SO_2	0.169	441	ساعة واحدة
	0.83	217	24 ساعة
	0.076	65	سنة واحدة
كبريتيد الهيدروجين H_2S	0.140	200	ساعة واحدة
	0.030	40	24 ساعة
اول اوكسيد الكربون CO	35	40000	ساعة واحدة
	9	10000	8 ساعات

المصدر: المجلس الاعلى للبيئة – ولاية الخرطوم

تحليل النتائج وإجراءات الدراسة:

المقدمة:

أجريت هذه الدراسة في منطقة الخرطوم شرق ــ محلية الخرطوم، وقد قام الباحث باختيار ثلاثة شــوارع لمعرفة تأثير انبعاثات الســيارات على تلوث البيئة، وقد تمثلت هذه الشوارع في؛ شارع أفريقيا، شارع بشير النفيدي (الستين)، شارع عبيد ختم.

فرضيات الدراسة

- معرفة مدى التلوث البيئي علي عينة الدراسة.

مجتمع وعينة الدراسة:

قام الباحث بعمل دراســـة في ولاية الخرطوم لمعرفة التلوث البيئي الناتج عن إنبعاثات السيارات، وتم اختيار محلية الخرطوم لتكون منطقة الدراسة، وقام بتحديد ثلاثة شوارع هي: شارع أفريقيا، شارع بشير النفيدي (الستين)، شارع عبيد ختم.

الاختبارات المستخدمة في الدراسة:

4. اختبار (T) للعينة الواحدة.
5. اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA).
6. اختبار LSD.

تحليل قراءات الشوارع الثلاث لغاز أول أكسيد الكربون:

أولاً: الخصائص الوصفية:

في الجزء التالي يقوم الباحث بالتعرف على خصــائص عينة الدراســة عن طريق عرض المعلمات الإحصــائية لها مثل المتوســط والانحراف المعياري وأعلى قراءة وأدنى قراءة.

الخصائص الوصفية لكامل العينة:

جدول (4-5): المعلمات الإحصائية لقراءة نسب أول أكسيد الكربون لعينة الدراسة

Statistics

		CO
N	Valid	48
	Missing	0
Mean		16.38
Std. Error of Mean		1.56
Std. Deviation		10.79
Minimum		0
Maximum		48

من الجدول (4-5) أعلاه، بتحليل المعطيات نجد أن مدى القراءات كان واسعاً حيث تراوح ما بين الصفر و(48)، وكان المتوسط (16.38) في حين بلغ الانحراف المعياري 10.79. وبالنظر إلى قيمة الخطأ المعياري (Std. Error of Mean) نجد أنه بلغ 1.56، وهي قيمة أقل من (+2) مما يشير إلى عدم اختلاف متوسط العينة عن توزيعها.

الخصائص الوصفية حسب الشوارع الثلاث:

جدول (4-6): المعلمات الإحصائية لقراءة نسب أول أكسيد الكربون حسب الشوارع الثلاث

OLAP Cubes

	الشارع			
	شارع أفريقيا	شارع بشير النفيدي (الستين)	شارع عبيد ختم	Total
	CO	CO	CO	CO
N	16	16	16	48
Mean	21.75	13.81	13.56	16.38
Std. Error of Mean	3.34	1.99	2.19	1.56
Std. Deviation	13.36	7.98	8.75	10.79
Minimum	0	6	0	0
Maximum	48	33	34	48

من جدول (4-6) نجد أن شارع أفريقيا هو الوحيد الذي سجل قراءة أعلى من (35)، في حين كانت أعلى قراءة لشارع بشير النفيدي (33)، وشارع عبيد ختم (34).

تراوحت متوسطات القراءات للشوارع المختلفة من 13.56 إلى 21.75، في حين تراوحت الانحرافات المعيارية ما بين 7.98 لشارع بشير النفيدي إلى 13.36 لشارع أفريقيا.

مما سبق نجد أن شارع أفريقيا به انبعاث للغازات أكثر من بقية الشوارع، في حين نجد أن متوسط الانبعاث لشارع عبيد ختم يقارب متوسط انبعاث الغازات لشارع بشير النفيدي (الستين).

ثانياً: اختبار (T) للعينة الواحدة:

في الفقرات التالية يقوم الباحث بإخضاع بيانات العينة إلى اختبار (T) للعينة الواحدة، وتتلخص فكرة الاختبار في معرفة ما إذا كان هناك اختلاف بين متوسط العينة والمتوسط المعياري ــ وهو في هذه الحالة (35) ــ لتحديد ما إذا كان يمكن اعتبار وجود تلوث بالشارع المعين.

جدول (7−4): نتيجة اختبار (T) للعينة الواحدة طرف واحد (35>)

Test Value = 35						
%95 Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	df	t	الشارع
Upper	Lower					
-15.490	-21.760	-18.630	0.000	47	-11.955	**كامل العينة**
-6.130	-20.370	-13.250	0.001	15	-3.966	**شارع أفريقيا**
-16.940	-25.440	-21.190	0.000	15	-10.625	**شارع بشير النفيدي**
-16.780	-26.100	-21.440	0.000	15	-9.802	**شارع عبيد ختم**

من الجدول (7−4) نجد أن القيم الاحتمالية (Sig.) لكامل العينة والشوارع الثلاثة كانت كلها أصغر من مستوى المعنوية المعياري (α=0.05)،

كما نجد أن فترة الثقة لا تحتوي على الصفر، وهذا يشير إلى وجود اختلاف ذو دلالة إحصائية بين متوسط العينة والمتوسط المعياري للعينة (35).

بناءا على ما سبق، وبما أن متوسطات العينة الكاملة والشوارع الثلاث أقل من مستوى المتوسط المعياري (35)، عليه فيمكن القول بأنه لا يوجد تلوث في الشوارع الثلاثة ككل

اختبار الفروق الإحصائية للقراءات حسب الشوارع المختلفة:

يقوم الباحث في الفقرات التالية باختبار الفروق بين القراءات حسب الشوارع المختلفة لمعرفة مدى الدلالة الإحصائية لهذه الفروق وذلك باستخدام اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه(ANOVA). إذا كانت القيمة الاحتمالية (.Sig) أكبر من مستوى المعنوية (α=0.05)، يكون أحد المجموعات على الأقل مختلفاً.

جدول (8-4): نتيجة اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA)

ANOVA

CO

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	693.875	2	346.938	3.265	.047
Within Groups	4781.375	45	106.253		
Total	5475.250	47			

من الجدول (**8-4**) أعلاه، فقد كانت القيمة الاحتمالية (.Sig) أقل من مستوى المعنوية المعياري (α=0.05)، وهذا يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات.

لمعرفة أين يوجد الاختلاف قام الباحث باستخدام اختبار (LSD)، تتلخص فكرة الاختبار في مقارنة كل مجموعتين سويا، إذا احتوت فترة الثقة على الصفر لا يكون هناك فروق ذو دلالة، أما إذا لم تحتوي على الصفر فيكون هناك فرق ذو دلالة بين المجموعتين، كما أن وجود النجمة على متوسط الاختلاف (Mean Difference) يشير إلى وجود الفروق.

جدول (4-9): نتيجة اختبار LSD بين قراءات الشوارع المختلفة

Multiple Comparisons

Dependent Variable: CO

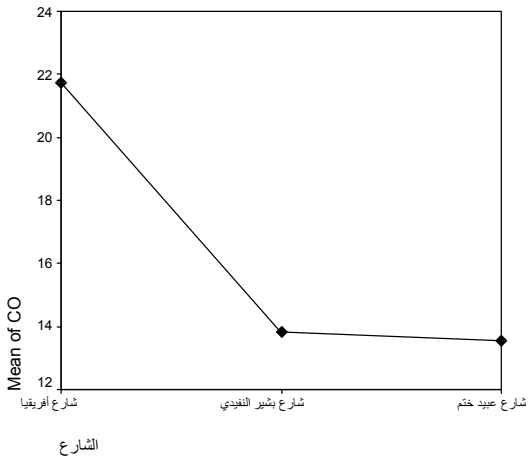
LSD

(I) الشارع	(J) الشارع	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
شارع أفريقيا	شارع بشير النفيدي	7.94*	3.64	.035	.60	15.28
	شارع عبيد ختم	8.19*	3.64	.030	.85	15.53
شارع بشير النفيدي	شارع أفريقيا	-7.94*	3.64	.035	-15.28	-.60
	شارع عبيد ختم	.25	3.64	.946	-7.09	7.59
شارع عبيد ختم	شارع أفريقيا	-8.19*	3.64	.030	-15.53	-.85
	شارع بشير النفيدي	-.25	3.64	.946	-7.59	7.09

*. The mean difference is significant at the .05 level.

من الجدول (4-9) نجد أن اختبار LSD أظهر وجود فروق ذات دلالة في القراءات بين كلاً من مجموعتي شارع أفريقيا وشارع بشير النفيدي، وشارع أفريقيا وشارع عبيد ختم، في حين لم توجد أي فروق ذات دلالة بالنسبة لشارعي بشير النفيدي وعبيد ختم. الشكل أدناه يوضح العلاقة بين متوسطات هذه المجموعات.

رسم توضيحي (4-1): الاختلافات بين متوسطات قراءات الشوارع المختلفة



عليه وبناء على ما سبق، نصل إلى أنه لا يوجد فروق ذات دلالة بين متوسطات العينة في شارعي عبيد ختم والنفيدي (الستين)، في حين يوجد فروق ذات دلالة بين شارع أفريقيا من جهة وشارعي عبيد ختم والنفيدي من جهة أخرى.

اختبار الفروق الإحصائية للقراءات حسب التقاطعات داخل الشوارع:

أولا: شارع أفريقيا:

جدول (10-4): نتيجة اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA) لتقاطعات شارع أفريقيا

ANOVA

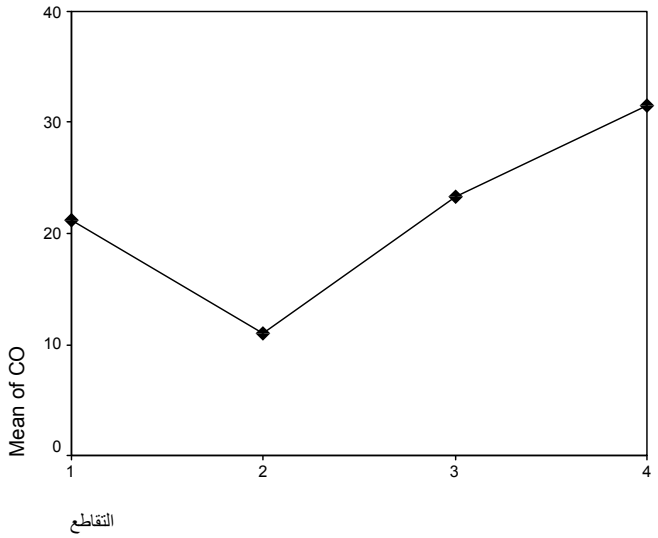
CO

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	852.500	3	284.167	1.867	.189
Within Groups	1826.500	12	152.208		
Total	2679.000	15			

من الجدول (**10-4**) أعلاه، فقد كانت القيمة الاحتمالية (Sig.) أكبر من مستوى المعنوية المعياري (α=0.05)، وهذا يعني عدم وجود اختلاف ذو دلالة إحصـــائية بين المجموعات.

الرسم أدناه يوضح الاختلافات بين متوسطات قراءات التقاطعات المختلفة

رسم توضيحي (2-4): الاختلافات بين متوسطات قراءات تقاطعات شارع إفريقيا



ثانياً: شارع بشير النفيدي (الستين):

جدول (4-11): نتيجة اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA) لتقاطعات شارع بشير النفيدي

ANOVA

CO

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	481.188	3	160.396	4.067	.033
Within Groups	473.250	12	39.438		
Total	954.438	15			

من الجدول (4-11) أعلاه، فقد كانت القيمة الاحتمالية (Sig.) أصغر من مستوى المعنوية المعياري (α=0.05)، وهذا يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات.

باستخدام اختبار (LSD) لمعرفة مصدر الاختلاف، كانت النتيجة كما هو موضح بالجدول أدناه.

جدول (4-12) نتيجة اختبار LSD بين قراءات تقاطعات شارع بشير النفيدي

Multiple Comparisons

Dependent Variable: CO

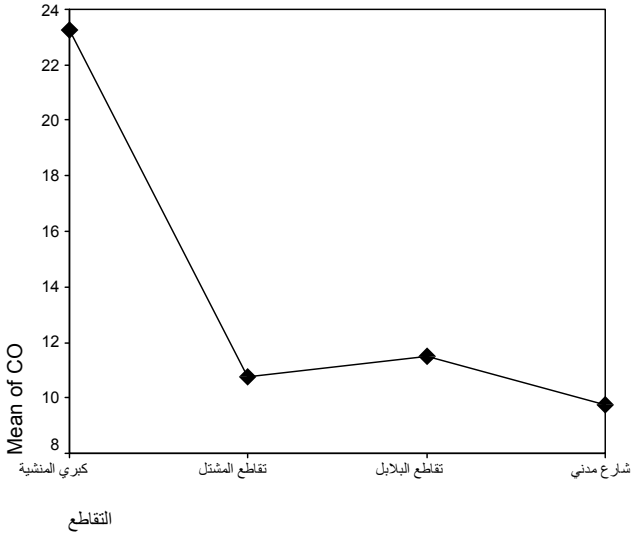
LSD

(I) التقاطع	(J) التقاطع	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
كبري المنشية	تقاطع المشتل	12.50*	4.44	.016	2.82	22.18
	تقاطع البلابل	11.75*	4.44	.021	2.07	21.43
	شارع مدني	13.50*	4.44	.010	3.82	23.18
تقاطع المشتل	كبري المنشية	-12.50*	4.44	.016	-22.18	-2.82
	تقاطع البلابل	-.75	4.44	.869	-10.43	8.93
	شارع مدني	1.00	4.44	.826	-8.68	10.68
تقاطع البلابل	كبري المنشية	-11.75*	4.44	.021	-21.43	-2.07
	تقاطع المشتل	.75	4.44	.869	-8.93	10.43
	شارع مدني	1.75	4.44	.700	-7.93	11.43
شارع مدني	كبري المنشية	-13.50*	4.44	.010	-23.18	-3.82
	تقاطع المشتل	-1.00	4.44	.826	-10.68	8.68
	تقاطع البلابل	-1.75	4.44	.700	-11.43	7.93

*. The mean difference is significant at the .05 level.

من الجدول (**12-4**) نجد أن هناك فروق ذات دلالة بين كلاً من تقاطعي كبري المنشية والبلابل، وبين تقاطعي كبري المنشية وشارع مدني، في حين لم يكن هناك فروق ذات دلالة بين تقاطعي البلابل والمشتل، ولا البلابل وشارع مدني. الرسم أدناه يوضح الاختلافات بين متوسطات قراءات التقاطعات المختلفة

رسم توضيحي (3-4): الاختلافات بين متوسطات قراءات تقاطعات شارع بشير النفيدي



ثالثاً: شارع عبيد ختم:

جدول (13-4) : نتيجة اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA) لتقاطعات شارع عبيد ختم

ANOVA

CO

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	378.688	3	126.229	1.969	.172
Within Groups	769.250	12	64.104		
Total	1147.938	15			

من الجدول (**13-4**) أعلاه، فقد كانت القيمة الاحتمالية (.Sig) أكبر من مستوى المعنوية المعياري (α=0.05)، وهذا يعني عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات.

جدول (14-4) : نتيجة اختبار LSD بين قراءات تقاطعات شارع عبيد ختم

Multiple Comparisons

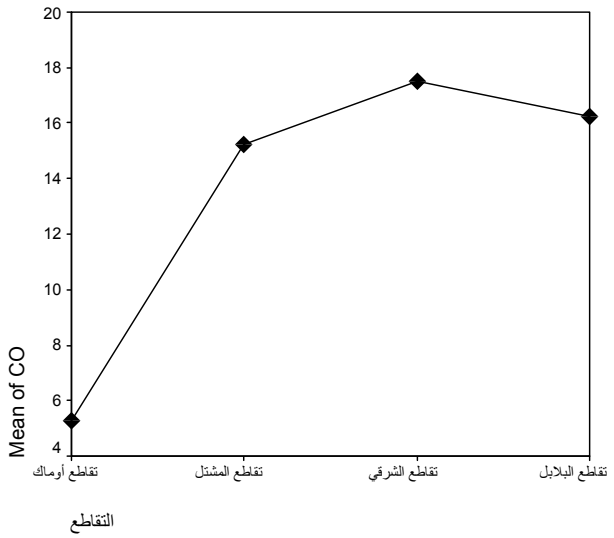
Dependent Variable: CO

LSD

(I) التقاطع	(J) التقاطع	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
تقاطع أوماك	تقاطع المشتل	-10.00	5.66	.103	-22.34	2.34
	تقاطع الشرقي	-12.25	5.66	.051	-24.59	8.53E-02
	تقاطع البلابل	-11.00	5.66	.076	-23.34	1.34
تقاطع المشتل	تقاطع أوماك	10.00	5.66	.103	-2.34	22.34
	تقاطع الشرقي	-2.25	5.66	.698	-14.59	10.09
	تقاطع البلابل	-1.00	5.66	.863	-13.34	11.34
تقاطع الشرقي	تقاطع أوماك	12.25	5.66	.051	-8.53E-02	24.59
	تقاطع المشتل	2.25	5.66	.698	-10.09	14.59
	تقاطع البلابل	1.25	5.66	.829	-11.09	13.59
تقاطع البلابل	تقاطع أوماك	11.00	5.66	.076	-1.34	23.34
	تقاطع المشتل	1.00	5.66	.863	-11.34	13.34
	تقاطع الشرقي	-1.25	5.66	.829	-13.59	11.09

من الجدول (14-4) نجد أنه لا يوجد اختلاف بين المجموعات، الرســـم أدناه يوضح ذلك.

رسم توضيحي 1: الاختلافات بين متوسطات قراءات تقاطعات شارع عبيد ختم



مقارنة مع الدراسات السابقة:

جدول (15-4) : المتوسطات والانحرافات المعيارية للدراسات السابقة

الدراسة	العام	المتوسط	الانحراف المعياري
دراسة ست نور حسين	1981	5.235	6.895
دراسة ربيعة سيد أحمد	1998	2.942	4.652
دراسة سوسن حسن كرسني	2000	9.667	2.251
أحلام محمد فضل المولى	2002	7.600	2.293
الدراسة الحالية	2015	16.375	10.793

بالمقارنة مع دراسة ست النور حسين (1981م)، فقد كان المتوسط (5.235)، بالنسبة لدراسة ربيعة سيد أحمد (1998م) بلغ المتوسط (2.942). أما في دراسة سوسن حسن كرسني (2000م) فقد بلغ متوسط القراءات بالنسبة للعينة (9.667). في دراسة أحلام محمد فضل المولى (2002م)، كان متوسط القراءات (7.6). فيما كان المتوسط للدراسة الحالية (16.375).

يلاحظ من تواريخ الدراسات أن نسبة القراءات تزيد وتنخفض من عام إلى آخر، ولكنها كان عالية في الدراسة الحالية (2014م).

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

1.5 الخلاصة:

من خلال الدراسة التي اجريت على تقاطعات الشوارع الثلاثة وجد الاتي:

1- بناءا على التحليل الاحصائي الذي تم، وبما أن متوسطات العينة الكاملة والشوارع الثلاث أقل من مستوى المتوسط المعياري (35)، عليه فيمكن القول بأنه لا يوجد تلوث في الشوارع الثلاثة ككل

2- نسبة غاز اول اكسيد الكربون (CO) في كل التقاطعات لا تزيد علي34 PPM وهو اقل من الحد المسموح به وهو 35PPMماعدا تقاطع المركزي في شارع افريقيا فقد وجدت النسبة 48ppm وهو اعلي من الحد المسموح به.

3- لا توجد انبعاثات لغازات النتروجين وكبريتيد الهيدروجين في الشوارع الثلاثة

4- تركيز الاكسجين في الهواء (20.9%) وهو التركيز الطبيعي

5- انبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون (CO_2) يساوي (0.02ppm) وهو اقل من الانبعاث المسموح به (0.134ppm).

6- لا توجد محطات قياس لمعرفة نسب الغازات في الهواءّ.

2.5 التوصيات:

أ-توصيات نابعة من الدراسة:

1- تقليل الازدحام المروري في تقاطع السوق المركزي بشارع افريقيا

2- عمل محطات قياس لمعرفة نسب الغازات المنبعثة من السيارات في الهواء على امتداد الطرق.

ب-توصيات مستقبلية:

1- تحسين حركة سير المركبات بتطبيق ادارة انظمة المرور من اجل تحسين البيئة المرورية وتخفيض حدة الازدحام وتقليل زمن واماكن التوقف وتحديث شبكات الطرق.

2-القيام بأبحاث متقدمة في مجال الاثار البيئية لحركة المرور في ولاية الخرطوم من الجهات ذات الصلة (المجلس الأعلى للبيئية – وزارة الصحة – وزارة البنية التحتية والمواصلات).

3-تشجيع استخدام السيارات التي تعمل باستخدام الغاز الطبيعي.

4-ضبط وتحديد اماكن الوقوف علي جانبي الطريق بشكل واضح وبعيدا عن التقاطعات حتي لا نعمل علي اعاقة حركة السير.

5-تشجيع استخدام النقل العام من باصات وسكك الحديد والنقل النهري.

6-اعفاء اصحاب سيارات الاجرة القديمة من بعض الرسوم والجمارك عند شراء سيارات اجرة جديدة تشجيعا لهم علي استخدام سيارات متطورة تعمل بكفاءة عالية تقلل من انبعاث الغازات.

7-تطوير معايير وتشريعات تساند التوجهات الرامية الي الحد من انبعاث الغازات الضارة مع العمل علي انفاذها من خلال وجود إطار قانوني من شانه ان يفعل تنفيذ مثل هذه التوجيهات.

3.5 المراجع:

1- أحمد عبد الجواد، تلوث الهواء، الطبعة الأولى، الدار العربية للنشر والتوزيع ، 1991 .

2- حسن الأخرس ، أثر تلوث الهواء بالغازات الناتجة عن مصفاة البترول الأردنية ومحطة الحسن الحرارية على صحة السكان وبعض ممتلكاتهم في بلدة الهاشمية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية ، عمان ، الأردن ، 1995 .

3- رشيد الحمد ، محمد صباريني ، البيئة ومشكلاتها ، الطبعة الثالثة ، مكتبة الفلاح ، الكويت ، 1986 .

4- سفيان التل ، حالة البيئة في الأردن ، وزارة الشئون البلدية والقروية والبيئة ، عمان ، 1989 .

5- سليمان العقيلي ، بشير جرار ، تلوث الهواء ، مكتب التربية العربي لدول الخليج ، الرياض ، 1990 .

6- طارق محمود ، علم وتكنولوجيا البيئة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، العراق ، 1988 .

7- عبد الرحمن حميدة ، التلوث ، أبعاده وأخطاره ، مجلة كلية العلوم الاجتماعية ، مجلد (35) .

8- عدنان البياتي ، تلوث الهواء في الوطن العربي بين ضرورات التنمية وسلامة البيئة ، مجلة شئون عربية ، العدد 79 ، 1994.

9- عزت أبو حمرة ، تلوث الهواء الناتج عن عوادم السيارات ، وزارة الشئون البلدية والقروية والبيئة ، عمان ، 1992 .

10- علي حسن موسى ، التلوث الجوي ، الطبعة الأولى ، دار الفكر ، دمشق ، 1990 .

11- علياء حاتوغ – بوران ، محمد أبو دية ، علم البيئة ، الطبعة الأولى ، دار الشروق ، عمان ، 1994 .

12- كفاية ناصر ، متبقيات المبيدات الكربونية المكلورة في حليب وبلازما النساء الأردنيات ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية ، عمان ، الأردن ، 1994 .

13- كوركيس عبد ال آدم، التلوث البيئي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة، العراق، 1988.

14- محمد السيد أرناؤوط، الإنسان وتلوث البيئة، الطبعة الأولى، الدار المصرية اللبنانية، القاهرة ، 1993.

15- محمد العودات ، التلوث وحماية البيئة ، الطبعة الأولى ، الأهالي للنشر والتوزيع ، دمشق ، 1988 .
16- محمد الدمنهوري ، تقييم الآثار البيئية الناجمة عن التلوث الجوي بغبار الأسمنت في مدينة الفحيص في مجالات صحة الإنسان وراحته وبعض ممتلكاته وأوراق بعض الأشجار المثمرة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية ، عمان ، الأردن، 1989 .
17- مصطفى كمال طلبة ، إنقاذ كوكبنا ، التحديات والآمال ، حالة البيئة في العالم ، 1972-1992 ، الطبعة الأولى ، مركز دراسات الوحدة العربية ، برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، بيروت ، 1992 .
18- نعيم بارود ، تقييم الآثار البيئية للمشاريع الصناعية في مدينة عمان الكبرى ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة الخرطوم ، الخرطوم ، السودان ، 1996 .
19- وزارة الشئون البلدية والقروية والبيئة ، دائرة البيئة والإنماء الدولي لصون الطبيعة والموارد الطبيعية الاستراتيجية الوطنية لحماية البيئة في الأردن ، عمان ، 1991 .