دراسة التلوث الهوائي الناشئ من حركة المرور بمدن حاضرة الدمام

محمود فتحي محمد الشرقاوي

قسم صحة البيئة ، كلية العلوم الطبية التطبيقية ، جامعة الملك فيصل
الدمام ، المملكة العربية السعودية

الملخص :

تعتبر مشكلة تلوث الهواء من أخطر المشكلات التي يواجهها الإنسان في العصر الحاضر، وخاصة في المدن والمناطق الصناعية والعواصم المزدحمة بسبب زيادة عدد وسائل النقل وانتشارها. وتعتبر المملكة العربية السعودية واحدة من الدول النامية التي تتميز بالتطور السريع في الأنشطة التجارية والصناعية ونتيجة لذلك ، فإن حركة المرور بالمملكة تضخمت بشكل كبير أدي إلي زيادة كميات الملوثات المنبعثة منها إلي الجو. وقد استهدف هذا البحث قياس مستويات تلوث الهواء الناشئة من حركة المرور في مدن حاضرة الدمام الثلاثة وهي الدمام والخبر والظهران. وفي كل مدينة من هذه المدن الثلاثة تم اختيار موقعين بالطريقة العشوائية الإحصائية ، أحدهما يمثل شارع مزدحم المرور والآخر يمثل منطقة سكنية خالية من الحركة المرورية. وفي كل موقع تم قياس تركيزات ستة ملوثات هوائية خلال أوقات مختلفة من اليوم وخلال أيام العمل وأيام الأجازات وخلال فصلي الشتاء والصيف. وقد وجد أن متوسطات تركيزات الملوثات الهوائية في الشوارع المزدحمة بالمرور أعلي بكثير من المناطق السكنية وبخاصة في الفترة الصباحية. كما لوحظ أن تركيزات الملوثات في أيام العمل أعلى بكثير منها في يوم الجمعة، وأن تركيزات الفترة المسائية يوم الجمعة أعلي بكثير من الفترة الصباحية لنفس اليوم وذلك بسبب زيادة الحركة المرورية خلال الفترة المسائية. وقد وجد أيضا أن تركيزات الملوثات في فصل الصيف أعلي منها في فصل الشتاء بسبب زيادة الحركة المرورية خلال الصيف وتأثر ملوثات الهواء بسرعة الرياح ونزول المطر وما تسببه من تشتت وتنظيف للملوثات في الجو خلال فصل الشتاء. وبمقارنة مستويات تلوث الهواء بمدن حاضرة الدمام بالمعايير القياسية لجودة الهواء المعتمدة محليا وعالميا وجد أن تركيزات أربعة ملوثات من الستة المختارة قد تجاوزت هذه المعايير. وتؤكد كل هذه

الشواهد علي مساهمة حركة المرور وكثافته في زيادة مشكلة تلوث الهواء في أي مدينة حضرية وما يتطلبه من ضرورة تكاتف كل الجهود للتغلب علي هذه المشكلة.

١ . المقدمة :

تعتبر مشكلة تلوث الهواء من أخطر المشكلات التي يواجهها الإنسان في العصر الحاضر، وخاصة في المدن والمناطق الصناعية والعواصم المزدحمة. وقد تفاقمت هذه المشكلة بسبب انتشار الثورة الصناعية والزيادة الرهيبة في عدد السكان وازدياد عدد وسائل المواصلات وتطورها.[١- ٢] وقديما، كانت مشكلة تلوث الهواء تتعلق أساسا باستخدام الفحم كوقود وما ينتج عنه من ملوثات مثل الأكاسيد الكبريتية، أما الآن فقد أصبحت السيارات المتحركة وما يصدر عنها من ملوثات هي أخطر مصادر التلوث وبخاصة في المدن الكبيرة المزدحمة. وتزداد المشكلة نتيجة زيادة دخل الأفراد والتوسع العمراني في المدن والمراكز التجارية والحكومية والصناعية وغيرها، حيث يؤدي ذلك كله إلي زيادة عدد السيارات.[٣- ٤]

وفي السنوات الأخيرة، وصل عدد السيارات في العالم إلي ما يزيد عن ٨٠٠ مليون سيارة تجوب الطرق وتنفث عوادمها إلي البيئة المجاورة والمحيطة. لذا فمن المتوقع أن تتأثر جودة الهواء وصحة الناس وكل عناصر البيئة تأثرا سلبيا بهذه الملوثات. وتنبعث الملوثات المتعلقة بحركة المرور إما نتيجة عمليات الإحتراق التي تتم داخل الموتورات أو بسبب احتكاك إطارات السيارات مع الأسفلت والتي ينتج عنها الأتربة المترسبة في الشوارع [٥].

وهناك العديد من ملوثات الهواء التي تستحوذ علي الإهتمام الشديد من كافة الأفراد والهيئات العاملة في هذا المجال نظرا لخطورتها وآثارها السلبية علي الإنسان والبيئة المحيطة به ومن أهمها الأتربة والملوثات الغازية مثل غاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغيرها. وتنبعث بعض هذه الملوثات مباشرة كملوثات أولية إلى الهواء نتيجة حركة السيارات والبعض الآخر

يتكون في الجو كملوث ثانوي نتيجة تفاعلات كيميائية بين الملوثات الأولية التي تنبعث من حركة السيارات [٦]. وحسب تقديرات الأمم المتحدة، فإن أكثر من ٦٠٠ مليون شخص في العالم معرضين لمستويات خطيرة من ملوثات الهواء المنبعثة من السيارات [٧]. وفي الآونة الأخير، أصبحت مشكلة تلوث الهواء مسئولة عن انتشار كثير من الأمراض في كثير مدن العال، وبخاصة مرض سرطان الرئة حتى لو كانت نسب الملوثات قليلة في الهواء [٨- ١٠].

وبالمقارنة بالأبحاث والدراسات الواسعة التي تمت وتتم في الدول المتقدمة لتقييم مستويات تلوث الهواء، وبخاصة المنبعثة من حركة المرور، فإن مثل هذه الدراسات في الدول النامية ضئيلة جدا. وعلي الرغم من وجود معايير لجودة الهواء في العديد من هذه الدول النامية وتحسن تقنيات وطرق التحكم في الملوثات فيها، إلا أن مستويات الملوثات في كثير منها عالية جدا نتيجة الزيادة الكبير في الصناعات وعدد السيارات وذلك حسب نتائج بعض الدراسات التي أجريت في العديد من الدول النامية [١١- ١٥].

وتعتبر المملكة العربية السعودية واحدة من الدول النامية التي تتميز بالتطور السريع في الأنشطة التجارية والصناعية. وقد ازداد عدد السيارات في المملكة من ١٠٠ ألف سيارة في عام ١٩٧٩ إلي ما يقرب من ٧ مليون سيارة خلال هذه الأيام. ونتيجة لذلك ، فإن حركة المرور بالمملكة تضخمت بشكل كبير أدت إلي وجود اختناقات مرورية في كثير من بلدانها. [١٦- ١٧]. وتعتبر الدمام أهم مدن المنطقة الشرقية بالمملكة، لأنها تمثل المركز الإداري لها ولوجود الميناء الرئيسي بالمنطقة بها، بالإضافة إلي هجرة العديد من السكان إليها للدراسة أو للحصول علي وظائف أو لإنهاء الخدمات وذلك نتيجة لوجود عدد كبير من المصانع والجامعات والمراكز الحكومية بالمدينة، وقد أدي كل ذلك إلي ازدحام المدينة بالسيارات وتزايد حركة المرور والإختناقات المرورية بشوارع المدينة، وبخاصة الرئيسية منها [١٨- ١٩].

ونظرا لقلة الدراسات والأبحاث التي تهتم برصد مشكلة التلوث الهوائي الناشئ عن حركة المرور بمدينة الدمام، فإن هذا البحث يهدف إلي قياس مستويات تلوث الهواء الناشئة من حركة المرور في مدن حاضرة الدمام الثلاثة وهي: الدمام والخبر والظهران.

٢. الطرق العملية المستخدمة في البحث

٢- ١ اختيار مواقع الدراسة

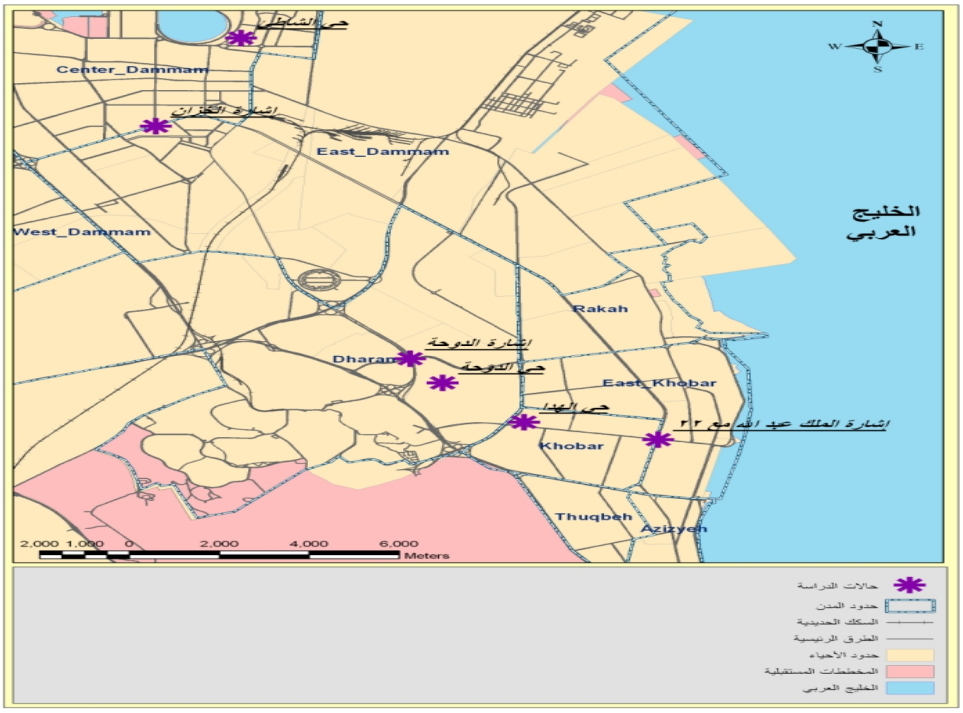
تم وضع معايير يتم علي أساسها الانتقاء العشوائي الإحصائي لشارع يمثل منطقة تجارية وتكون حركة المرور به مزدحمة جدا وآخر يمثل منطقة سكنية وتكون به حركة المرور ضئيلة جدا وذلك في كل مدينة من المدن الثلاثة لحاضرة الدمام. وتشمل معايير هذا الانتقاء ثلاثة بنود وهي: متوسط عدد السيارات التي تمر في الشارع خلال ساعة في الفترات الثلاثة اليومية (الصباحية والمسائية والليلية)، وعدد مرات وقت الذروة في الحركة المرورية بالشارع وحجم النشاط التجاري بالشارع (عدد المحلات والعدد التقريبي للمترددين يوميا). ويمثل الجدول رقم (١) ملخصا لهذه المعايير

وبتطبيق هذه المعايير علي جميع الشوارع الرئيسية والتجارية والمناطق السكنية بكل مدينة، تم تحديد المواقع الستة الموضحة في جدول (٢) والشكل رقم (١) لتكون أماكن للدراسة حيث يتم فيها تقييم ملوثات الهواء ودراسة جميع العوامل المؤثرة عليها.

جدول (١)

معايير انتقاء المواقع المختارة للدراسة

المعيار	التقدير النوعي للحركة المرورية		
	خفيفة	متوسطة	كثيفة
عدد السيارات في الساعة	١٠٠ – ٥٠٠	> ٥٠٠ - ٢٠٠٠	> ٢٠٠٠
عدد مرات الذروة في اليوم	لا توجد	مرة واحدة	أكثر من مرة
حجم النشاط التجاري خلال اليوم	لا يوجد	خفيف	كثيف



شكل (١) : مواقع الشوارع المختارة للدراسة بمدن حاضرة الدمام

جدول (٢)

الشوارع الممثلة للمناطق التجارية والسكنية والمختارة للدراسة بمدن حاضرة الدمام

المدينة	المنطقة التجارية	المنطقة السكنية
الدمام	تقاطع شارع الملك فهد مع شارع الخزان	حي الشاطئ
الخبر	تقاطع شارع الملك عبد الله مع شارع الأمير حمود	حي الهدا
الظهران	إشارة الدوحة	حي الدوحة

٢- ٢ اختيار أوقات جمع العينات

نظرا لتفاوت الحركة المرورية في معظم الشوارع نتيجة لتفاوت حجم النشاط البشري خلال فترات اليوم المختلفة فقد تم تحديد ثلاث فترات يومية في أيام العمل (من السبت إلى الأربعاء) يتم خلالها جمع عينات من المواقع المختارة في المدن الثلاثة، وهذه الفترات هي:

١. **الفترة الصباحية**: من الساعة السابعة إلي التاسعة صباحا، ويمثل هذا الوقت فترة الذروة الصباحية حيث ينتقل الناس إلي أماكن عملهم ووظائفهم الحياتية بالإضافة إلي انتقال الطلاب إلي أماكنهم التعليمية.
٢. **الفترة المسائية**: من الساعة الثامنة إلي العاشرة مساءً، ويمثل هذا الوقت عادة فترة خروج الناس لشراء حوائجهم وعودة معظم الناس من أعمالهم وبخاصة الذين يعملون فترتين يوميا.
٣. **الفترة الليلية**: من الساعة الواحدة إلي الثالثة صباحا، ويمثل هذا الوقت فترة السكون والراحة لمعظم الناس والتي يجب أن تقل خلالها حركة المرور بشكل شبه تام ضمانا لعدم تأثر راحة الناس ونومهم خلال هذا الوقت.

وبالإضافة إلي هذه الفترات، تم تجميع نفس عينات الهواء من نفس المواقع خلال يوم الجمعة والذي يمثل أجازة رسمية في جميع الهيئات التعليمية والمصالح الحكومية، كما تم أخذ بعض العينات مساء يوم الجمعة في الشوارع التجارية فقط توقعا لزيادة التركيز بسبب إقبال عدد كبير من الناس علي التسوق أو الخروج للتنزه خلال هذه الفترة من يوم الجمعة.

ونظرا لأن تركيزات معظم الملوثات الهوائية تتأثر بالعوامل الجوية المختلفة مثل اتجاه الرياح وسرعتها وحرارة الجو ودرجة الرطوبة والمطر وغيرها، فقد روعي جمع عينات الهواء خلال فصلي الشتاء والصيف من نفس المواقع وخلال نفس الفترات.

٢- ٣ جمع وتحليل عينات الهواء

تم اختيار الستة ملوثات الهوائية التالية وتم تقييم مستوياتها وتركيزاتها في جميع المواقع المختارة بالمدن الثلاثة خلال عام كامل (سبتمبر ٢٠٠٧ – أغسطس ٢٠٠٨).

٢- ٣- ١ الجسيمات العالقة في الهواء (الأتربة)

الطريقة القياسية لتقييم هذا النوع من الملوثات في الهواء هي الطريقة الوزنية (٢٠). وقد تم تطبيق هذه الطريقة خلال فترة باستخدام جهاز (MUNRO L5-10) من شركة مونرو الإنجليزية المتخصصة في القياسات البيئية حيث يتم سحب الهواء بمعدل ١٠ لتر كل دقيقة وإمراره علي فلاتر من شركة واتمان (Whatmen – Schleicher & Schuell, GF/A, Cat No 1820060) حيث يتم تجمع الأتربة خلال فترة زمنية محددة (قرابة الساعتين لكل عينة) وذلك في كل موقع من المواقع الستة وفي الأوقات المختارة. وفي المعامل العلمية المتخصصة، يتم وزن هذه الفلاتر بموازين حساسة خاصة لهذا الغرض وحساب تركيز التراب بالميكروجرام لكل متر مكعب من الهواء (ميكروجرام/م٣). وفي كل موقع من المواقع الستة المختارة كانت تتم عملية جمع الأتربة ثلاث مرات يوميا بواقع مرة في الأسبوع لكل موقع، وذلك طوال فترة الدراسة فيما عدا أيام الأعياد.

٢- ٣- ٢ الغازات والأبخرة

تم استخدام جهاز قياس مباشر لتقييم خمسة ملوثات غازية للهواء تم اختيارها لمعرفة تركيزاتها في المواقع المختارة. وهذه الملوثات هي غاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز الأوزون والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان. ولتقييم هذه الملوثات جميعا في وقت واحد، تم استخدام جهاز AQM 60 من شركة إيروكوال الإنجليزية (aeroqual) المتخصصة في أجهزة القياس البيئية بالإضافة إلي قياس درجة الحرارة ونسبة الرطوبة الجوية وذلك بالتزامن مع كل قراءة من قراءات الملوثات الخمسة وذلك باستخدام نفس الجهاز. وتزامنا مع

جمع عينات الأتربة، كان يتم تسجيل تركيزات الغازات والأبخرة في كل موقع من المواقع الستة المختارة كل ١٥ دقيقة تقريبا أثناء الفترة الكلية للتشغيل ومدتها ساعتان خلال ثلاث فترات يوميا وبواقع مرة في الأسبوع لكل موقع، وذلك طوال فترة الدراسة فيما عدا أيام الأعياد.

وقد تم عمل التحليل الإحصائي لكل البيانات باستخدام برنامج إكسل (Excel) والبرنامج الإحصائي للعلوم الإجتماعية (SPSS) وذلك لدراسة العلاقات بين تركيزات الملوثات والعوامل الأخرى المؤثرة مثل اختلاف الحركة المرورية أثناء اليوم والأسبوع والعوامل الجوية واختلافات الفصول وغيرها.

٢- ٣- ٣ النتائج والمناقشة

من خلال هذا البحث تم دراسة معظم هذه العوامل التي تؤثر علي مستويات تلوث الهواء الناشئ من حركة المرور بمدن حاضرة الدمام الثلاثة (الدمام والخبر والظهران). وتشمل هذه العوامل دور النشاط والكثافة المرورية في زيادة مستويات التلوث، واختلاف المستويات خلال فترات اليوم المختلفة نتيجة اختلاف حركة المرور بين هذه الفترات، واختلاف مستويات التلوث بين أيام العمل وأيام الأجازات (وبخاصة يوم الجمعة)، والاختلافات الفصلية ومدي تأثر الملوثات بالعوامل الجوية خلال فصلي الشتاء والصيف، بالإضافة إلي التفاعلات الكيميائية التي تحدث بين هذه الملوثات في الجو ومدي تأثيرها علي تركيزاتها.

٢- ٣- ٤ كثافة الحركة المرورية

تمثل الأشكال (٢ - ٧) متوسطات تركيزات الملوثات الستة وهي علي التوالي: الأتربة العالقة في الهواء وغاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز الأوزون والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان وذلك في المواقع الستة المختارة بالمدن الثلاثة لحاضرة الدمام.

ويلاحظ من الأشكال أن تركيزات جميع الملوثات، ماعدا غاز الأوزون، هي الأعلى علي الإطلاق عند الثلاث إشارات مرورية والممثلة بتقاطع شارعي الملك عبد الله والأمير حمود بالخبر وتقاطع شارعي الملك فهد والخزان بالدمام وإشارة الدوحة بالظهران وذلك بالمقارنة بالثلاث أحياء السكنية المختارة في المدن الثلاثة وهي: حي الهدا بالخبر وحي الشاطئ بالدمام وحي الدوحة بالظهران. ويدل ذلك علي مساهمة حركة المرور وكثافته في زيادة مشكلة تلوث الهواء وزيادة تركيزات ملوثات الهواء الجوي بشكل خطير حيث تتميز هذه الإشارات الثلاثة بالحركة المرورية الكثيفة سواء من ناحية عدد السيارات أو نوعياتها أو حالتها وبالتالي يتنوع معها كمية ونوع العادم الذي يخرج من هذه السيارات. ويتأكد هذا الاستنتاج بالمقارنة بين تركيزات الملوثات عند الإشارات الثلاثة حيث كانت أعلي التركيزات لمعظم الملوثات عند تقاطع شارعي الملك عبد الله والأمير حمود بالخبر يليها تقاطع شارعي الملك فهد والخزان بالدمام وأقلها عند إشارة الدوحة بالظهران. ويرجع ذلك إلي سببين، أولهما أن عدد السيارات الذي يمر خلال ساعة علي إشارة الملك عبد الله بالخبر أكبر منه في إشارة الخزان بالدمام والذي هو بدوره أكبر منه في إشارة الدوحة. والسبب الثاني هو طبيعة المكان الإنشائية عند كل إشارة. فإشارة الملك عبد الله بالخبر محاطة بمباني عالية والشوارع ضيقة إلي حد ما وذلك بالمقارنة بالإشارتين الأخيرتين، وقد أثبتت العديد من الأبحاث السابقة في أماكن عديدة في العالم أن المباني العالية والشوارع الضيقة تساعد علي تراكم الملوثات الناشئة من عوادم السيارات في الهواء المحيط بها وتقلل من عملية انتشارها في الجو مما يؤدي إلي زيادة تركيزاتها.[٢١]

وعلي هذا فإن التركيزات المتوقعة لملوثات الهواء في الأماكن المشابهة لهذه المواقع في مدن حاضرة الدمام ستكون أيضا عالية. ومن المعروف أن هذه المدن الثلاثة تتميز بالحركة المرورية العالية في معظم شوارعها وذلك نتيجة وجود العديد من الأنشطة الصناعية والمتمثلة في وجود المدن الصناعية وشركة أرامكو ومنطقة الخضرية للورش

الصناعية وغيرها، والأنشطة التجارية والمتمثلة في وجود العديد من المراكز التجارية الضخمة، والأنشطة التعليمية والمتمثلة في وجود أكثر من جامعة والعديد من المدارس.

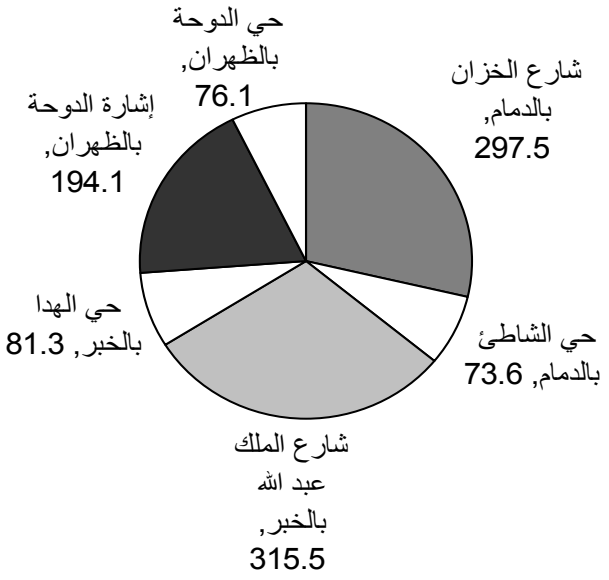
أما بالنسبة لغاز الأوزون، فإن تركيزات جميع المواقع الستة في المدن الثلاثة قريبة جدا من بعضها وذلك لسبب سوف تتم مناقشته لاحقا.

ولمعرفة ومقارنة التشتت لتركيزات الملوثات الستة في المواقع المختلفة فقد تم حساب الانحراف المعياري لجميع متوسطات الملوثات الستة، ونظرا لعدم كفاية الانحراف المعياري وحده لتحديد معدلات وقيم التغير الإحصائية وذلك بسبب اختلاف المتوسطات، لذا فقد تم احتساب معامل التباين لأغراض المقارنة كما هو مبين في الجدول رقم (٣). ويلاحظ أن تشتت معامل التباين لقيم جميع الملوثات، ماعدا غاز الأوزون، عند الشوارع الممثلة للمناطق التجارية أعلي بكثير من تلك الممثلة للأحياء السكنية. وهذا يفسر تأثير الاختلاف الكبير في عدد السيارات عند التقاطعات خلال أوقات الذروة اليومية، وبخاصة الصباحية والمسائية، وما يترتب عليه من اختلاف في قيم تركيزات الملوثات.

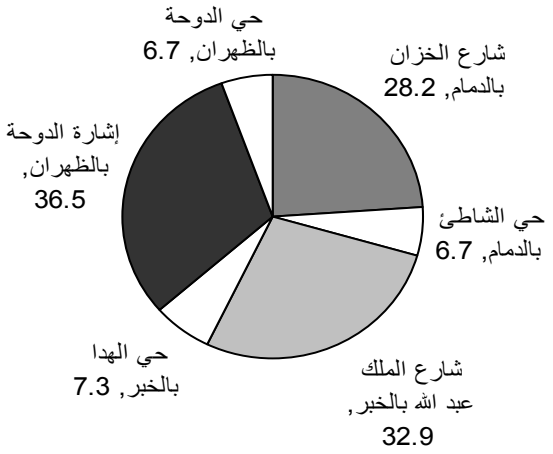
جدول (٣)

قيم معامل التشتت (التباين) للملوثات الستة عند المواقع المختارة للبحث

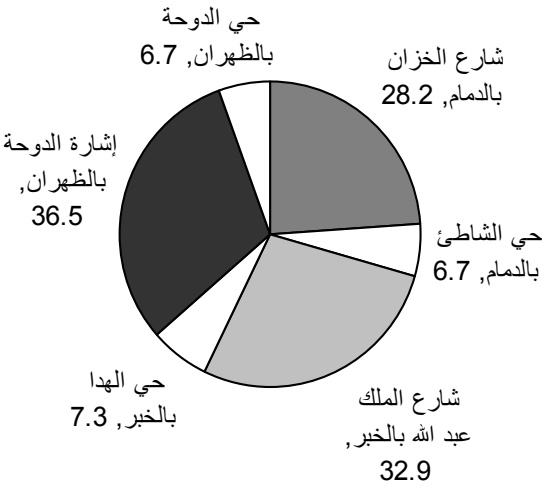
الملوث	الشوارع الممثلة للمناطق التجارية			الشوارع الممثلة للمناطق السكنية		
	الدمام	الخبر	الظهران	الدمام	الخبر	الظهران
الأتربة	٣٥,٣٩	٢٩,١٢	٢٥,٤٥	١٢,٦٣	١٠,٤٥	٤,٧٣
غاز أول أكسيد الكربون	٢٥,٥٣	٣٤,٠٤	٣٠,٥٩	٢٥,٣٧	١٧,٨	١١,٩٤
غاز ثاني أكسيد الكبريت	٨٠	٢٥,٥٣	٣٩,٢٤	٣٣,٣٣	٣٦,٣٦	٢٢,٢٢
غاز ثاني أكسيد النيتروجين	٢٣,٨	١٥,٧٨	١٨,٧٥	١١,٧٦	١١,٧٦	٦,٦٦
غاز الأوزون	١٦,٦٦	٢٥	١٣,٣٣	٣٣,٣٣	١٨,١٨	٢٠
المواد العضوية المتطايرة	٣٨,٤٦	١٠	٢٥	٨,٨٢	١٥,٣٨	٦,٢٥



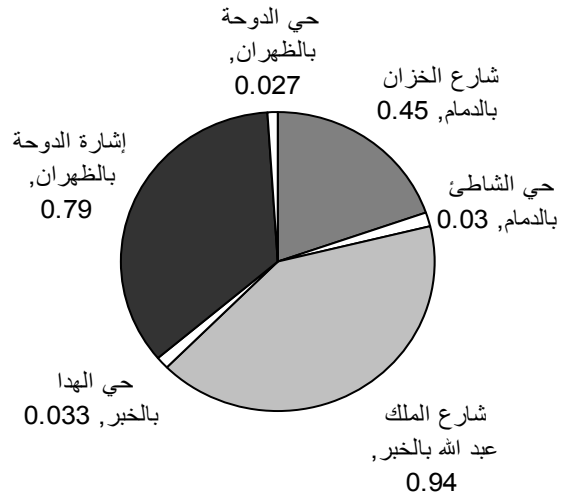
شكل (١) تركيزات الأتربة العالقة في الهواء (ميكروجرام/م ٣)



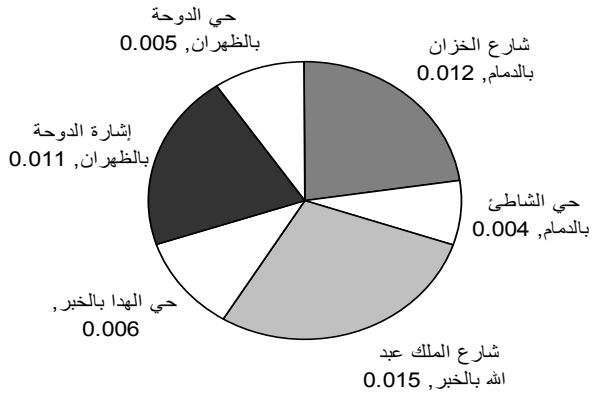
شكل (٢) تركيزات غاز أول أكسيد الكربون (جزء في المليون)



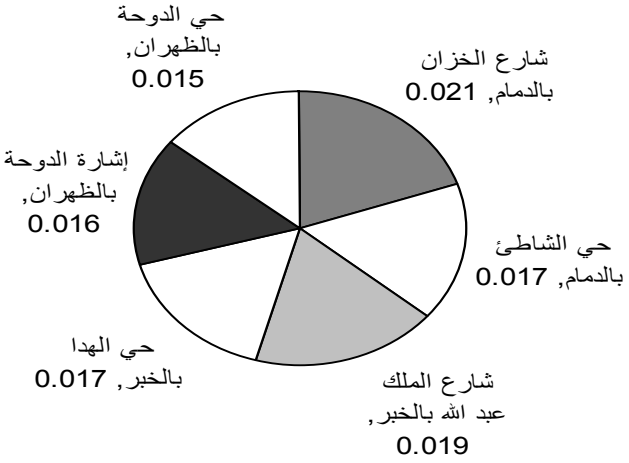
شكل (٣) تركيزات غاز أول أكسيد الكربون (جزء في المليون)



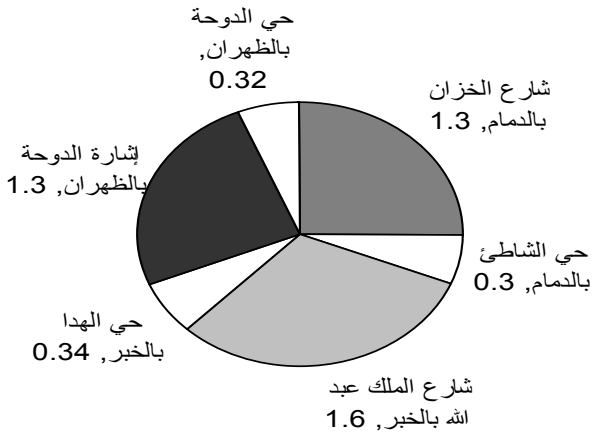
شكل (٤) تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت (جزء في المليون)



شكل (٥) تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين (جزء في المليون)



شكل (٦) تركيزات غاز الأوزون (جزء في المليون)



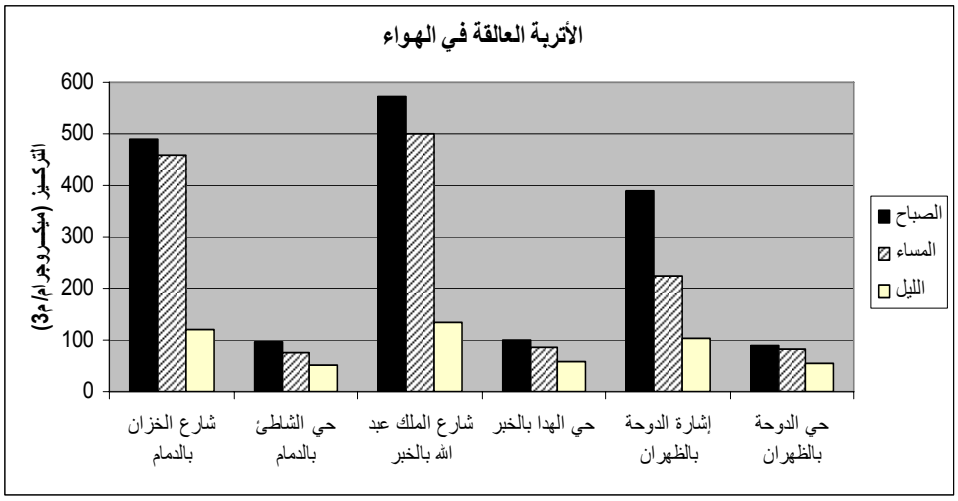
شكل (٧) تركيزات المواد العضوية غير الميثان (جزء في المليون)

٣- ١ اختلاف مستويات التلوث باختلاف فترات اليوم

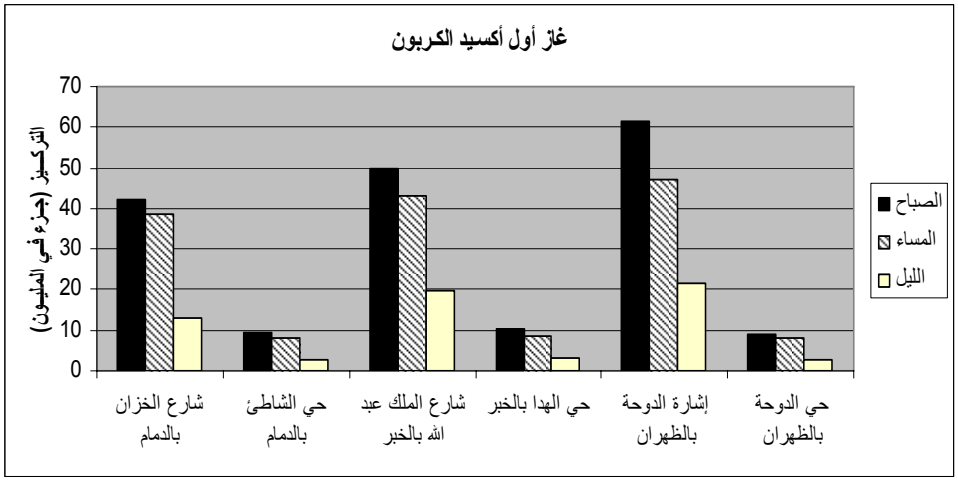
مما لا شك فيه أن حركة المرور في أي مكان في العالم لا تكون ثابتة أو كثيفة طوال فترات اليوم ولكنها تختلف من وقت لآخر حسب طبيعة المكان والنشاط الإنساني فيه، حيث تكون هناك أوقات للذروة تزداد فيها الحركة المرورية بشكل كبير وهناك أوقات أخري تقل فيها هذه الحركة بشكل ملحوظ. ونظرا لطبيعة العمل في المملكة العربية السعودية ومنها مدن حاضرة الدمام، فإن كثيرا من المصالح والأعمال وخصوصا القطاع الخاص منها تعمل فترتين يوميا: الفترة الصباحية والفترة المسائية. وتوضح الأشكال (٨ - ١٣) متوسطات تركيزات الملوثات الستة عند المواقع الستة المختارة خلال هذه الفترات الثلاثة من اليوم.

ويتضح من هذه الأشكال أنه فيما عدا غاز ثاني أكسيد النيتروجين والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان، فإن جميع تركيزات الملوثات الأربعة الأخرى في الفترة الصباحية أعلي منها في الفترة المسائية عند المواقع الستة المختارة بمدن حاضرة الدمام الثلاثة. أما في الفترة الليلية فإن جميع تركيزات الملوثات الستة أقل من باقي فترات اليوم في جميع مواقع القياس. ويدل ذلك دلالة واضحة وقوية علي دور حركة المرور في

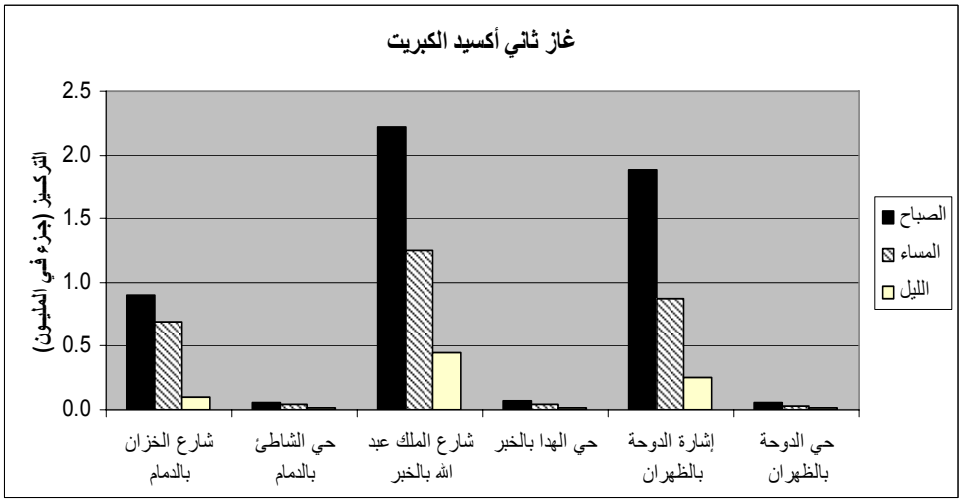
زيادة ملوثات الهواء بمدن حاضرة الدمام. فمن المعروف أن معظم الناس علي اختلاف جنسياتهم ومستوياتهم المعيشية وأعمارهم السنية يخرجون لمصالحهم الحياتية (عمل أو دراسة) خلال الفترة الصباحية، لذا تكون حركة المرور في ذروتها خلال هذه الفترة وبالتالي تزداد مستويات تلوث الهواء خلال هذه الفترة أكثر من باقي فترات اليوم. ومن الطبيعي في الفترة المسائية أن تقل الحركة المرورية لوجود عدد كبير من الناس لا يعمل فترتين يوميا (مثل الطلبة). أما الفترة الليلية والتي تمثل فترة السكون والراحة لمعظم الناس، فإن حركة المرور تقل بشكل شبه تام ويقل تبعا لها تركيز جميع ملوثات الهواء في كل الأماكن وهذا ما أثبتته هذه الدراسة والتي يتأكد معها مرة أخري دور الحركة المرورية في زيادة معدلات تلوث الهواء بمدن حاضرة الدمام.



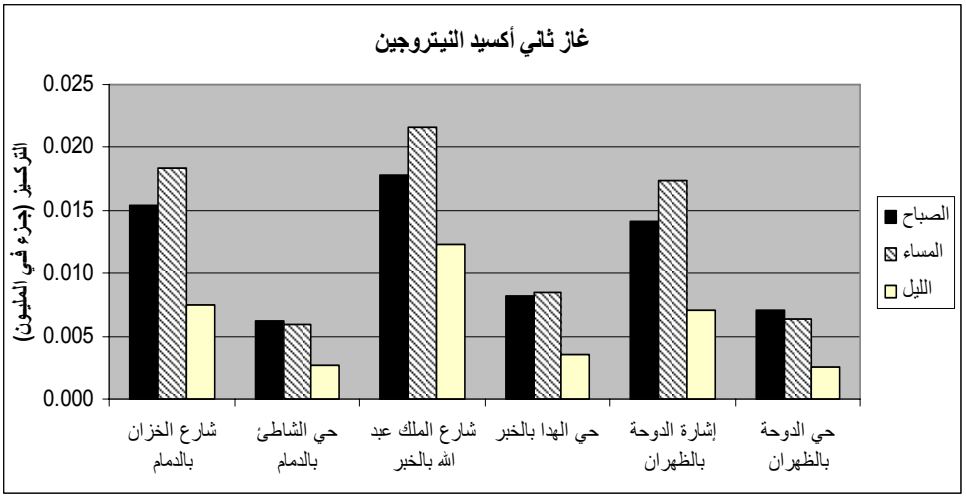
شكل (٨): تركيزات الأتربة العالقة في الهواء خلال فترات اليوم عند المواقع المختارة للبحث



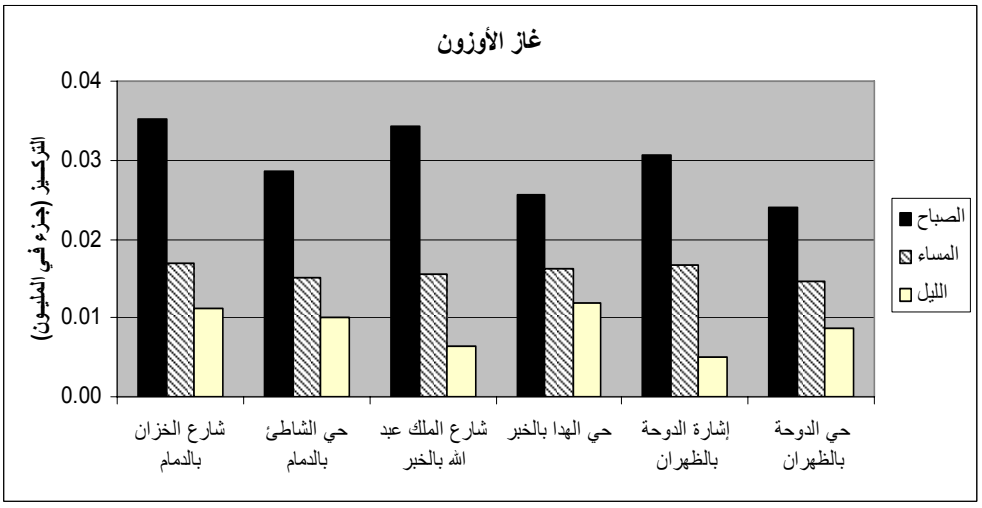
شكل (٩): تركيزات غاز أول أكسيد الكربون خلال فترات اليوم عند المواقع المختارة للبحث



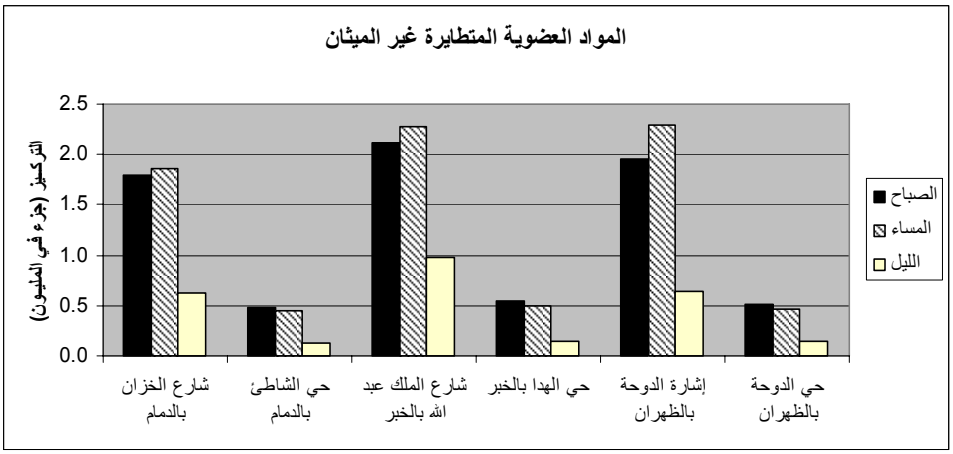
شكل (١٠): تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال فترات اليوم عند المواقع المختارة للبحث



شكل (١١): تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال فترات اليوم عند المواقع المختارة للبحث



شكل (١٢): تركيزات غاز الأوزون خلال فترات اليوم عند المواقع المختارة للبحث



شكل (١٣): تركيزات المواد العضوية المتطايرة خلال فترات اليوم عند المواقع المختارة

٣ – ٢ اختلاف مستوى التلوث بين أيام العمل والعطلة الأسبوعية

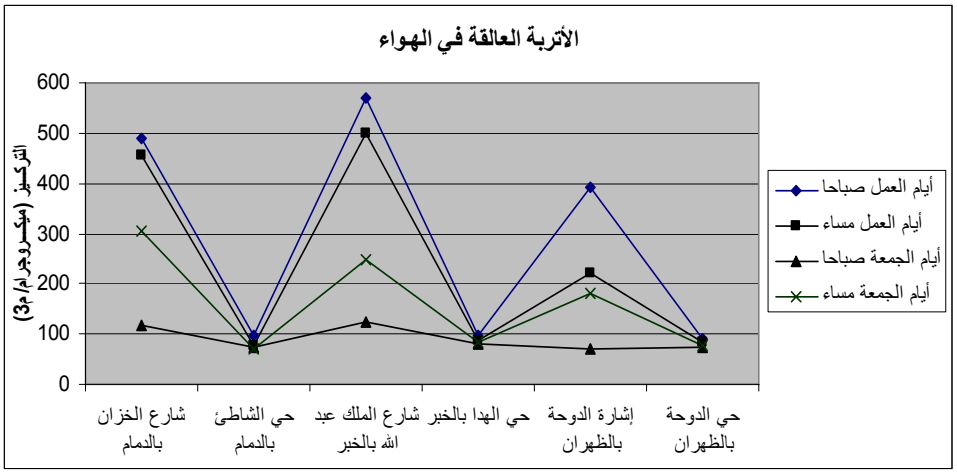
في معظم المدن الحضرية وبخاصة المزدحمة منها تتفاوت حركة المرور بشكل كبير بين أيام العمل ويوم أو أيام العطلة الأسبوعية. وبشكل عام تقل الحركة المرورية بشكل كبير يوم العطلة الأسبوعي وبخاصة خلال الفترة الصباحية. أما في الفترة المسائية فقد يختلف الحال حسب طبيعة المكان والنشاط المحيط بالشوارع والمصاحب لها. فإذا كان النشاط صناعيا أو تعليميا أو سكنيا، فإن حركة المرور في هذه الفترة لن تختلف عن الفترة الصباحية في يوم العطلة. أما إن كان النشاط تجاريا أو ترفيهيا ، فقد يختلف الحال كثيرا وقد تقترب شدة الحركة المرورية في الفترة المسائية من مثيلاتها خلال أيام العمل الأسبوعي. ونظرا لأن مدن حاضرة الدمام الثلاثة تتمتع بوجود العديد من الأنشطة التجارية والترفيهية، فقد تم دراسة الاختلاف في مستويات تلوث الهواء بين أيام العمل (من السبت إلي الأربعاء) وبين يوم الجمعة والذي يمثل يوم العطلة الرسمي في معظم المصالح بالمملكة العربية السعودية. وتمثل الأشكال (١٤ - ١٩) متوسطات التركيزات اليومية لملوثات الهواء الستة عند المواقع الستة المختارة في المدن الثلاثة خلال أيام العمل الأسبوعية ويوم الجمعة وذلك للفترتين الصباحية والمسائية.

ويظهر جليا من النتائج أن تركيزات جميع الملوثات، ماعدا غاز الأوزون ، عند التقاطعات المرورية الثلاثة (الإشارات المرورية السالف ذكرها) في الفترة الصباحية خلال أيام العمل هي الأعلى علي الإطلاق يليها الفترة المسائية خلال أيام العمل ثم الفترة المسائية خلال أيام الجمعة وأقل هذه التركيزات كان في الفترة الصباحية خلال يوم الجمعة. وتتفق هذه النتائج بشكل قطعي مع الاستنتاجات السالف ذكرها ومع طبيعة الحركة المرورية عند هذه التقاطعات. والسبب في زيادة تركيزات الفترة المسائية عن الصباحية خلال أيام الجمعة من كل أسبوع هو زيادة الحركة المرورية خلال هذه الفترة نتيجة توجه الناس إلي الأماكن التجارية والترفيهية التي تميز مدن حاضرة الدمام ويزداد بسببه الزحام وكثرة عدد السيارات عند الإشارات في وقت واحد.

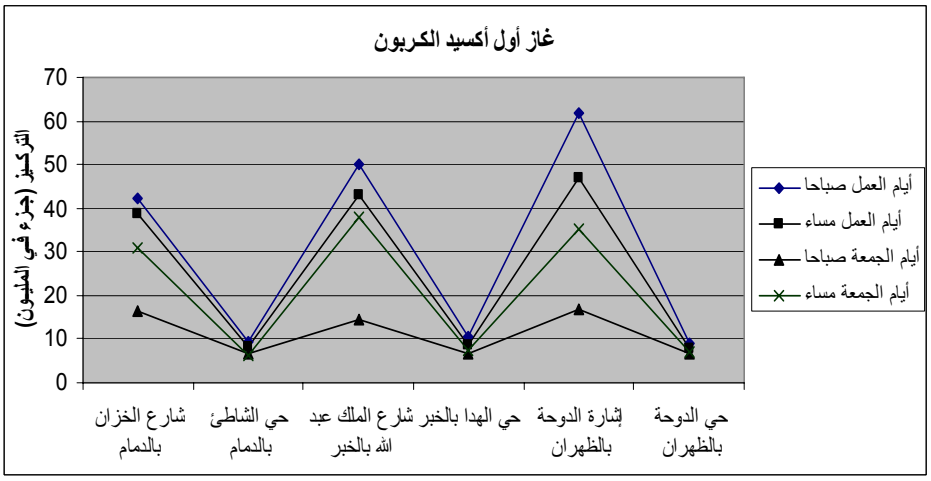
أما عند الأحياء السكنية الثلاثة، فكما هو واضح من الأشكال، أن الفرق صغير جدا بين تركيزات جميع الملوثات، ماعدا الأوزون، في أيام العمل وأيام الجمعة خلال كل الفترات مما يدل علي عدم وجود مصدر أساسي للتلوث في الأحياء السكنية يتغير بتغير الوقت والظروف. وتؤكد هذه النتائج أيضا أن حركة المرور الكثيفة، والتي تخلو منها الأحياء السكنية، هي المصدر الأساسي والأول لمشكلة تلوث الهواء في أي مدينة حضرية.

ولمعرفة العلاقة الإحصائية بين تركيزات الملوثات باختلاف الأوقات لنفس اليوم وأوقات أيام العمل وأيام الأجازات، تم إخضاع قراءات جميع الملوثات في الشوارع الممثلة للمناطق التجارية داخل كل مدينة من مدن حاضرة الدمام الثلاثة خلال الفترات الصباحية والمسائية لأيام عمل وأيام أجازات للإختبار الإحصائي (t- test) باستخدام أقل فرق معنوي عند مستوى ٥٪. ويمثل الجدول (٤) نتائج (t) المحسوبة للملوثات الستة خلال هذه الفترات في مدينة الدمام ممثلا عن المدن الثلاثة (حيث تطابقت الفروق الإحصائية إلي حد كبير في المدن الثلاثة). وبمقارنة قيمة t المحسوبة وقيمة t الحرجة المستخرجة من جداول (t) عند مستوى إحصائي (٠,٠٥) لكل ملوث علي حدي تم استنتاج المشاهدات التالية:

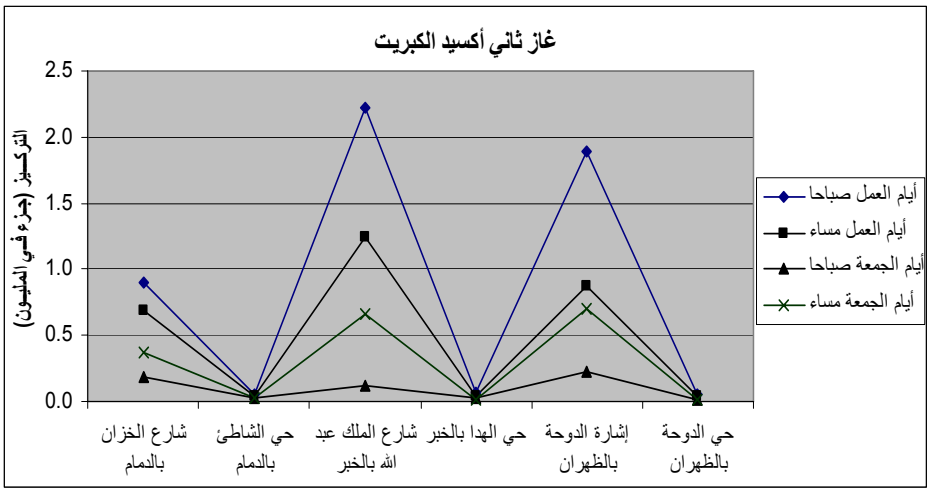
- لا يوجد اختلافا جوهرياً ذا دلالة إحصائية بين قيم جميع الملوثات، ماعدا الأوزون، في صباح أيام العمل وبين نفس القيم في مساء أيام العمل. ويفسر ذلك على أن وقت الذروة والكثافة المرورية يتكرر صباحا ومساء في الشوارع الرئيسية والتجارية بمدن حاضرة الدمام. وهذا بدوره يؤثر علي كمية التلوث الناشئ عن الحركة المرورية.
- يوجد اختلافا جوهرياً ذا دلالة إحصائية قوية بين قيم جميع الملوثات في صباح أو مساء أيام العمل وبين نفس القيم في صباح أيام الجمعة في جميع مدن حاضرة الدمام. ويرجع ذلك لنفس السبب أيضا، حيث أن الاختلاف كبير جدا بين نشاط وكثافة الحركة المرورية بين أيام العمل الأسبوعية وأيام الجمعة من نفس الأسبوع، لذا اختلفت معها تركيزات الملوثات في الجو.
- بمقارنة قيم التلوث بين صباح أو مساء أيام العمل ومساء أيام الجمعة، يلاحظ أنها تتفاوت بشكل واضح فأحيانا يكون الاختلاف ذو دلالة إحصائية وأحيانا أخري لا يوجد أي اختلاف ذو دلالة إحصائية لنفس الملوث وفي نفس المكان. وهذا يفسر الحركة المرورية التي تنشط أحيانا وتهدأ في أحيان أخري خلال مساء أيام الجمعة وذلك حسب طبيعة الأجازات والمناسبات والظروف الجوية في مدن حاضرة الدمام ودرجة إقبال الناس علي الأماكن الترفيهية والتجارية التي تميز هذه المدن. ومن هذه المشاهدات تتأكد جميع الاستنتاجات السابقة الخاصة بالدور الكبير والخطير الذي تؤثر به حركة المرور في زيادة مستويات تلوث الهواء في جو مدن حاضرة الدمام وفي أي مدينة مشابهة.
- أما بالنسبة لغاز الأوزون، فإنه يوجد اختلافا جوهرياً ذا دلالة إحصائية قوية جدا بين معظم تركيزات هذا الملوث في جميع مدن حاضرة الدمام خلال جميع الفترات سواء كانت صباحية أو مسائية وسواء كانت أيام العمل أو أيام الجمعة وذلك بسبب أن غاز الأوزون ليس مصدره الأساسي والمباشر حركة المرور كباقي الملوثات، ولكنه يتكون في الجو نتيجة تفاعل المواد المنبعثة من السيارات وتحت ظروف جوية معينة.



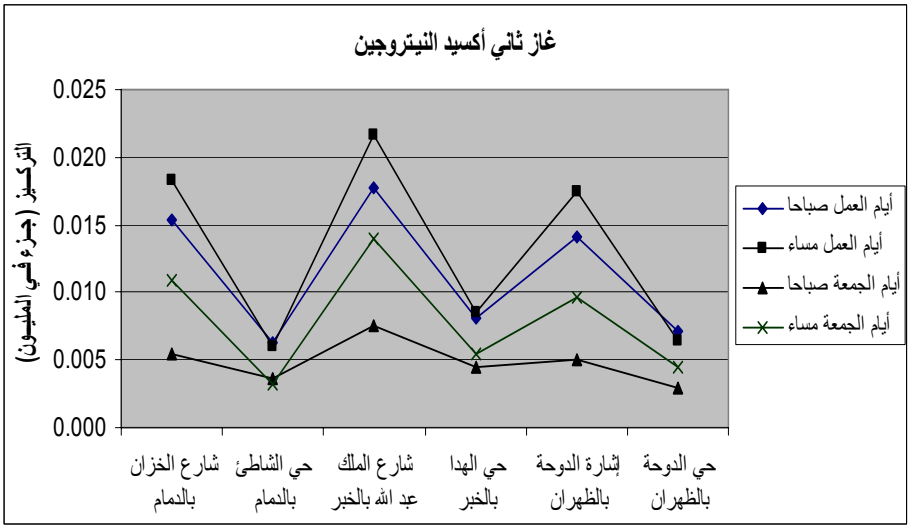
شكل (١٤): تركيزات الأتربة العالقة في الهواء خلال أيام العمل الأسبوعية ويوم الجمعة



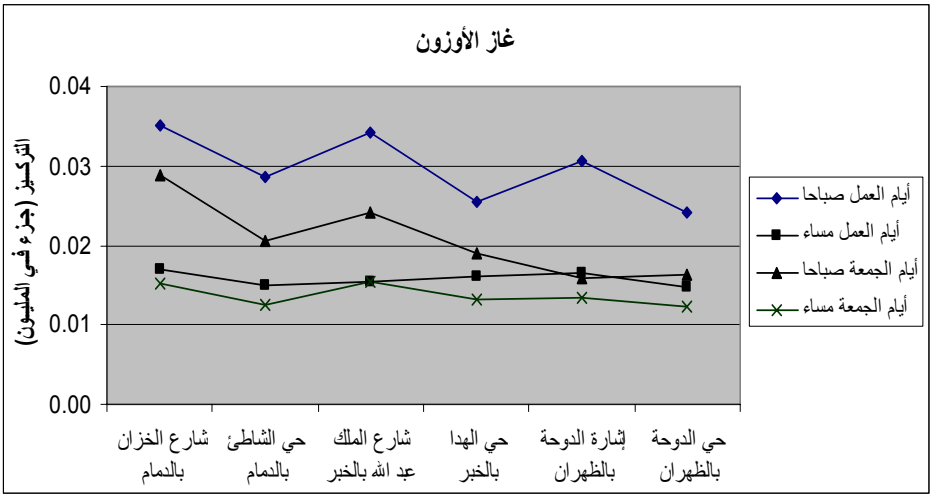
شكل (١٥): تركيزات غاز أول أكسيد الكربون خلال أيام العمل الأسبوعية ويوم الجمعة



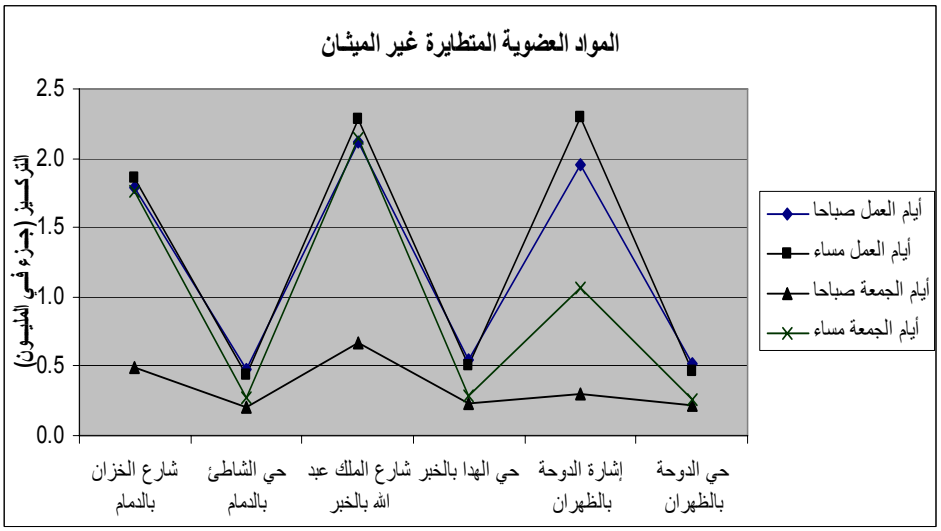
شكل (١٦): تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال أيام العمل الأسبوعية ويوم الجمعة



شكل (١٧): تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال أيام العمل الأسبوعية ويوم الجمعة



شكل (١٨): تركيزات غاز الأوزون خلال أيام العمل الأسبوعية ويوم الجمعة



شكل (١٩): تركيزات المواد العضوية المتطايرة خلال أيام العمل الأسبوعية ويوم الجمعة

جدول (٤)

قيم (t) المحسوبة لتركيزات ملوثات الهواء خلال أوقات مختلفة بمدينة الدمام

الملوث	الوقت	مساء يوم عمل	صباح يوم جمعة	مساء يوم جمعة
الأتربة	صباح يوم عمل	٠,١٢٨١	٢,٥٠٧	١,٧٨١٧
	مساء يوم عمل		٢,٤٩٥٦	١,٧٢٦٩
	صباح يوم جمعة			٢,٥٦٦٧
غاز أول أكسيد الكربون	صباح يوم عمل	٠,٣٩٤٧	٥,١٢٨٣	٢,٣٤٩١
	مساء يوم عمل		٤,٨٠٨٤	٢,٠٤٥٣
	صباح يوم جمعة			٢,٨٨٤٣
غاز ثاني أكسيد الكبريت	صباح يوم عمل	٠,٦١٠٤	٣,٠٠٧	٢,٥٢٢٩
	مساء يوم عمل		٢,٤٩٥١	١,٩٧٠٥
	صباح يوم جمعة			١,٤٠٢٤
غاز ثاني أكسيد النيتروجين	صباح يوم عمل	١,١١٠١	٤,٠٥٩٦	٢,٠٦٢٥
	مساء يوم عمل		٤,٦٧٥٢	٢,٧٢٦٤
	صباح يوم جمعة			٢,٩٣٧٥
غاز الأوزون	صباح يوم عمل	٤,٩٦٤١	٣,١١٥٢	٧,٢٧٠٧
	مساء يوم عمل		١,٦١١٢	٢,٢١٩٧
	صباح يوم جمعة			٤,٦١٦٣
المواد العضوية المتطايرة	صباح يوم عمل	١,٠١٤٠	٤,٠٨٤٠	٠,٧٢١٦
	مساء يوم عمل		٤,٣٣٦١	١,٠٦٨٧
	صباح يوم جمعة			٢,٣٩٤١

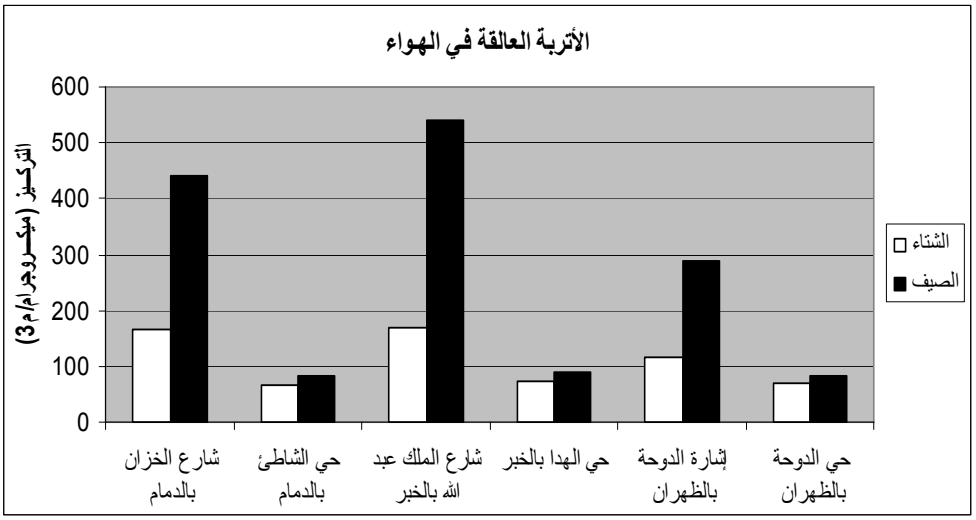
٣ – ٣ اختلاف مستوى التلوث بين فصلي الشتاء والصيف

تتأثر ملوثات الهواء بشكل كبير ومباشر بالعوامل الجوية المختلفة مثل اتجاه وسرعة الرياح ودرجة الحرارة ونسبة الرطوبة وكمية المطر وغيرها. وهذه العوامل تتفاوت بشكل كبير بين فصلي الصيف والشتاء وبالتالي فمن المتوقع أن تتفاوت معها تركيزات تلوث الهواء. ومن خلال هذه الدراسة تم قياس مستويات ملوثات الهواء الستة خلال أشهر الشتاء وأشهر الصيف في جميع المواقع الستة المختارة بمدن حاضرة الدمام الثلاثة كما هو مبين في الأشكال (٢٠- ٢٥).

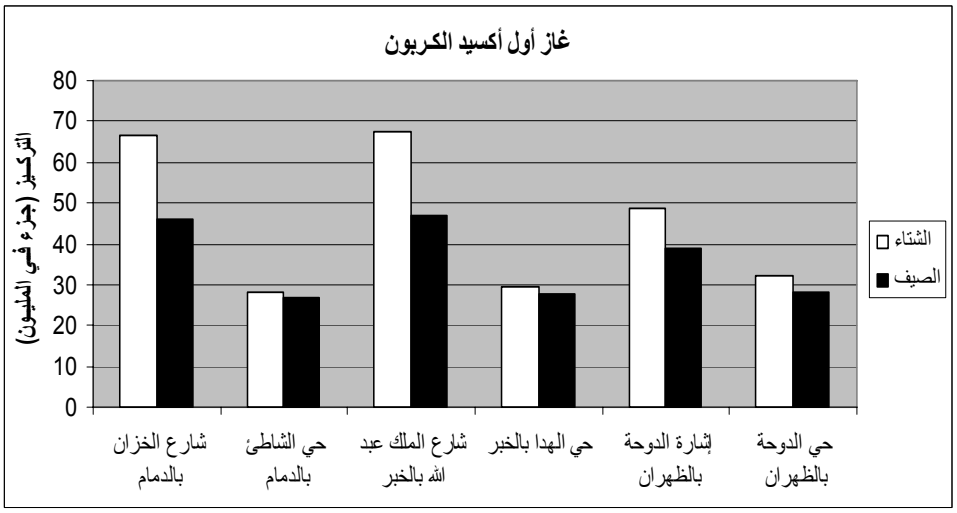
ويلاحظ أن تركيزات جميع الملوثات، ماعدا غاز أول أكسيد الكربون، في فصل الصيف أعلي منها في فصل الشتاء عند جميع مواقع الدراسة وذلك علي الرغم من أن تشغيل السيارات في الجو البارد يحتاج مزيد من الوقود وبالتالي المزيد من العادم. ويرجع ذلك لتأثر هذه الملوثات بسرعة الرياح خلال فصل الشتاء وما تسببه من تشتت للملوثات في الجو وبالتالي يقل تركيزها عند منبع صدورها عكس الحال في الصيف، بالإضافة إلي نزول المطر والذي يؤدي إلي تنظيف الجو من الملوثات وإذابة بعض الملوثات الغازية في ماء المطر مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين.

وبالنسبة لغاز أول أكسيد الكربون، فإن السيارات تعتبر هي مصدره الأول والرئيسي في الجو حيث ينتج من عمليات الاحتراق الغير كامل داخل محركات السيارات (٢٢). وعلي الرغم من تأثر الغاز بنفس العوامل الجوية خلال فصل الشتاء كباقي الملوثات، إلا أن شدة وزيادة انبعاثه من السيارات الباردة، وبخاصة القديمة منها التي تحتاج لوقت أطول في التشغيل، يؤدي إلي زيادة تركيزه في الجو خلال فصل الشتاء أكثر من الصيف والذي تحتاج فيه موتورات السيارات لوقت أقل في التشغيل. ومن المعروف أن الجو البارد لا يساعد علي عملية التبخر السريع لوقود الجازولين داخل الموتور والذي بدوره يتسبب في عملية الاحتراق الغير كامل نتيجة عدم اكتمال النسبة المثلي للوقود إلي الهواء والمطلوبة للتشغيل المثالي للسيارة دون خروج عوادم غير مرغوب

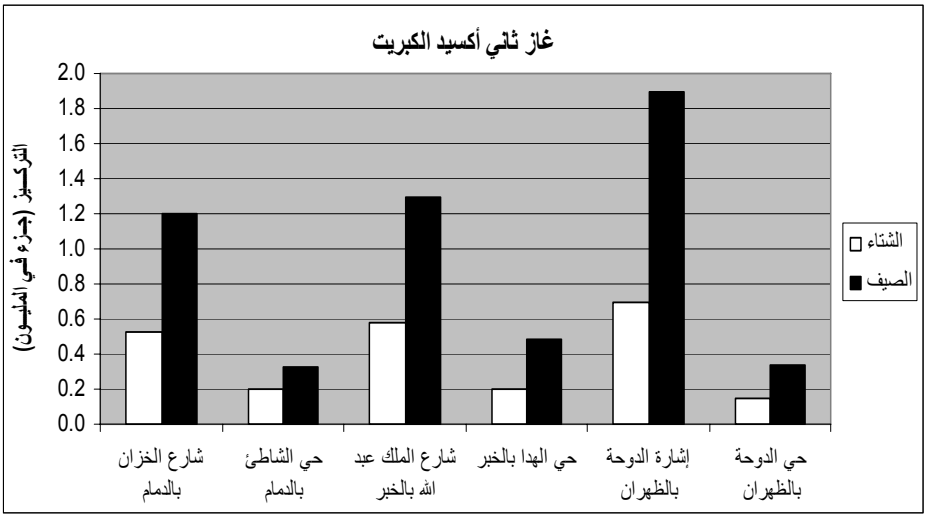
فيها. وهذه النسبة هي١ وقود: ١٤,٧ هواء (٢٣) ونتيجة لهذه الحالة يكون غاز أول أكسيد الكربون هو أكثر العوادم التي تنتجها السيارات.



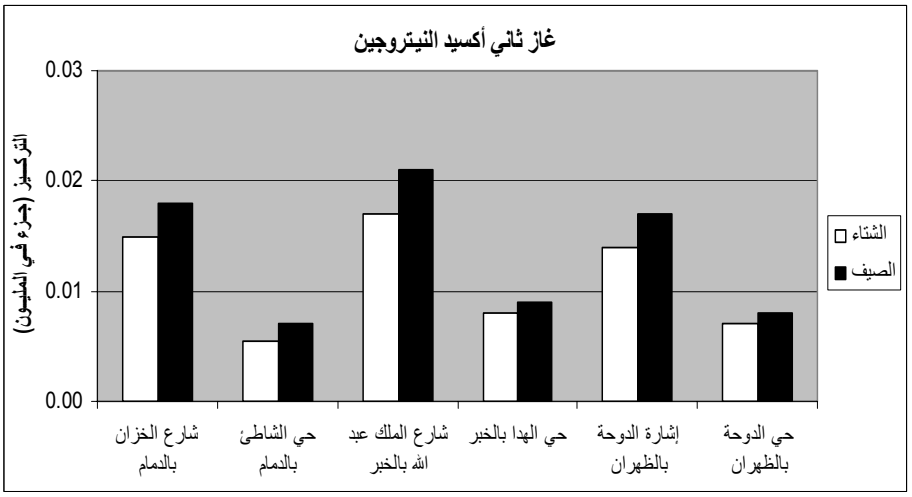
شكل (٢٠): تركيزات الأتربة العالقة في الهواء خلال فصلي الشتاء والصيف



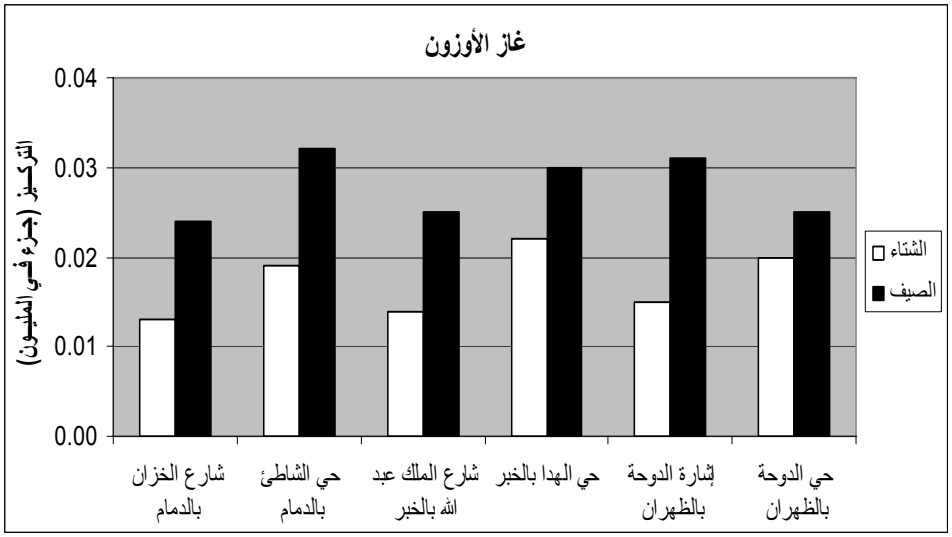
شكل (٢١): تركيزات غاز أول أكسيد الكربون خلال فصلي الشتاء والصيف



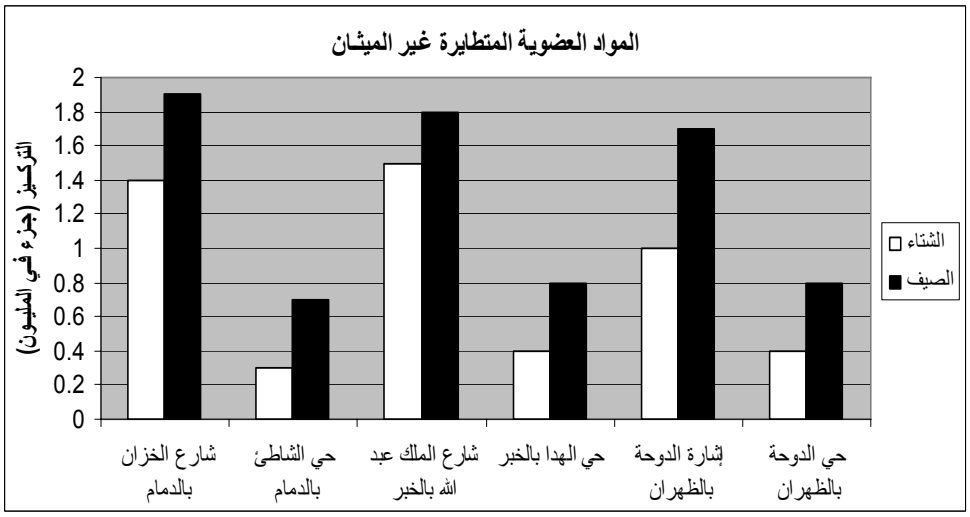
شكل (٢٢): تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال فصلي الشتاء والصيف



شكل (٢٣): تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال فصلي الشتاء والصيف



شكل (٢٤): تركيزات غاز الأوزون خلال فصلي الشتاء والصيف

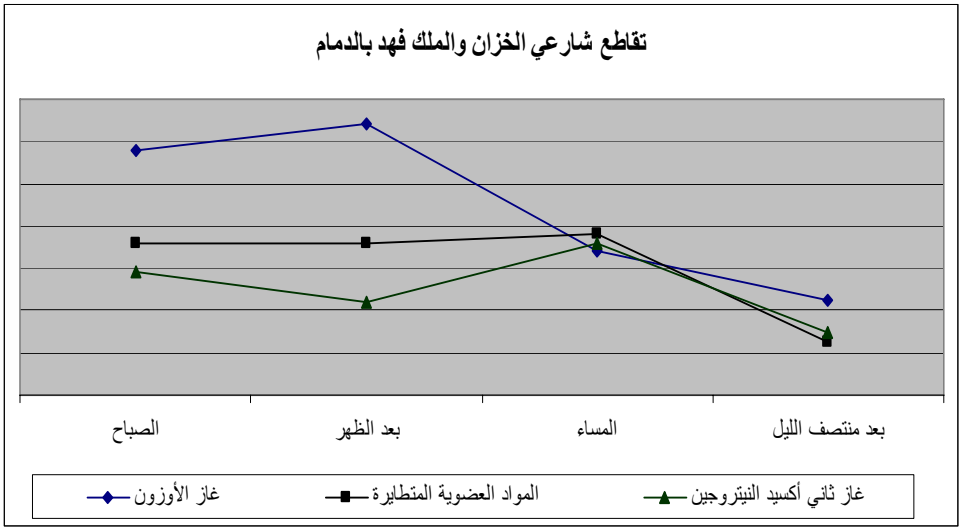


شكل (٢٥): تركيزات المواد العضوية المتطايرة خلال فصلي الشتاء والصيف

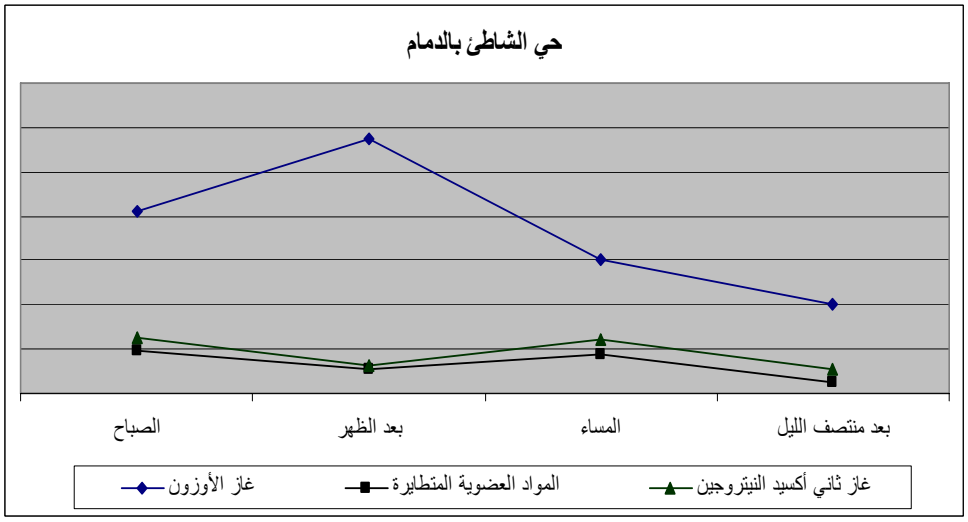
٣ – ٤ تأثر مستويات التلوث بالتفاعلات الكيميائية في الجو

نظرا لأهمية التفاعلات الضوكيميائية وما ينتج عنها من ملوثات ضارة غير الأوزون (مثل نترات البيروكسي أسيتيل) وتوفر عناصره الأربعة في معظم المدن الحضرية في العالم ومنها مدن حاضرة الدمام، فقد تمت دراسته خلال هذا البحث، حيث تمثل الأشكال (٢٦- ٣١) علاقة تركيزات غاز الأوزون بتركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان في كل موقع من المواقع الستة المختارة بمدن حاضرة الدمام الثلاثة وذلك خلال أربع فترات من اليوم وهي الفترة الصباحية (من السابعة إلي التاسعة صباحا) وفترة الظهيرة (من الواحدة إلي الثالثة ظهرا) وفترة المساء (من الثامنة إلي العاشرة مساء) والفترة الليلية (من الواحدة إلي الثالثة بعد منتصف الليل).

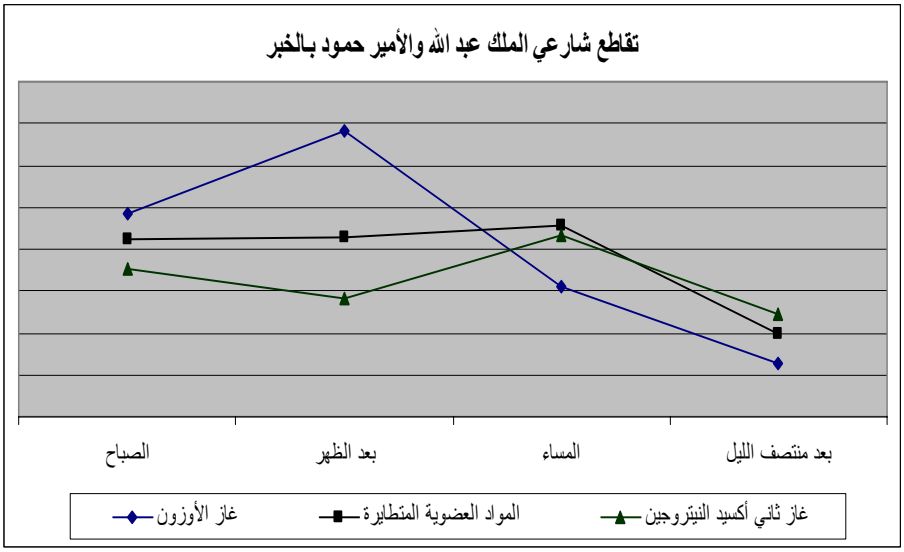
ويظهر واضحا في كل المواقع أن تركيز الأوزون يزداد تدريجيا منذ الصباح حتى يصل إلي ذروته وقت الظهيرة ثم يقل تدريجيا حتى يصل إلي أقل قيمة له خلال الفترة الليلية. وعلي العكس تقل تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان تدريجيا إلي وقت الظهيرة ثم تزداد تدريجيا حتى تصل إلي نفس أو قريبا من قيمة تركيزاتها في الفترة الصباحية ثم تقل تدريجيا حتى تصل إلي أقل قيمة لها خلال الفترة الليلية. ويفسر ذلك نتيجة استهلاك نسبة من هذين الملوثين في التفاعلات الضوكيميائية والتي يتكون الأوزون علي أثرها وهو ما يتفق تماما مع الحقائق والأبحاث العلمية السابقة [٢]. والسبب في قلة جميع الملوثات الثلاثة في الفترة الليلية هو ضعف انبعاث الملوثات نتيجة ضعف حركة المرور وغياب أشعة الشمس.



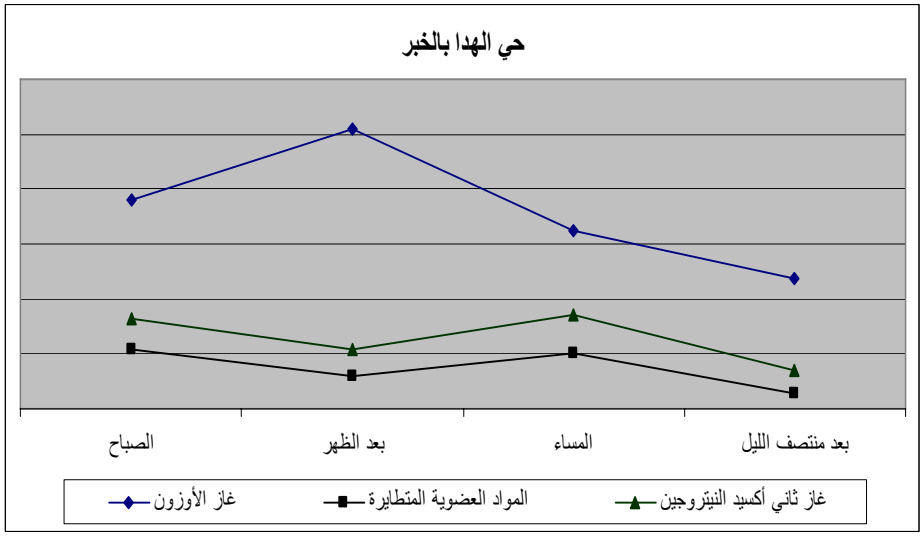
شكل (٢٦): المواد المسببة للتفاعلات الضوكيميائية عند إشارة مرور المختارة بالدمام



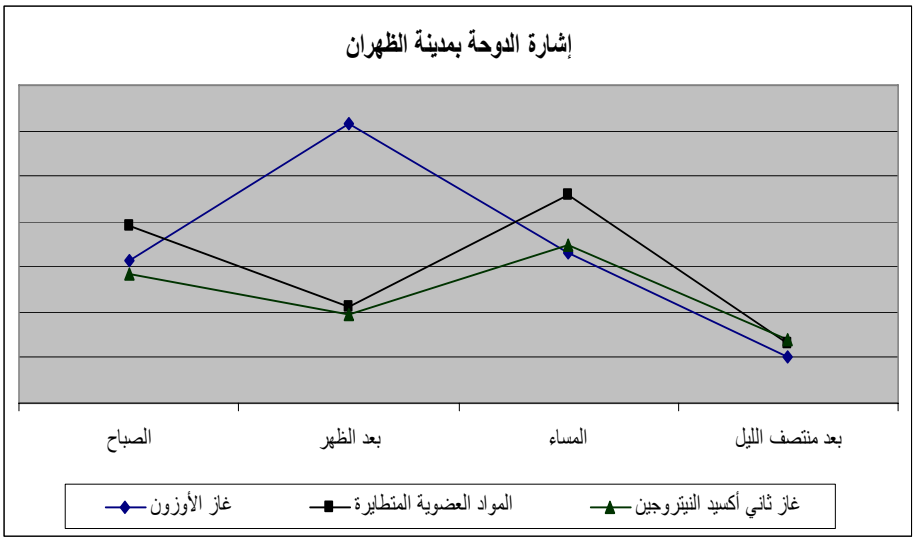
شكل (٢٧): المواد المسببة للتفاعلات الضوكيميائية عند المنطقة السكنية المختارة بالدمام



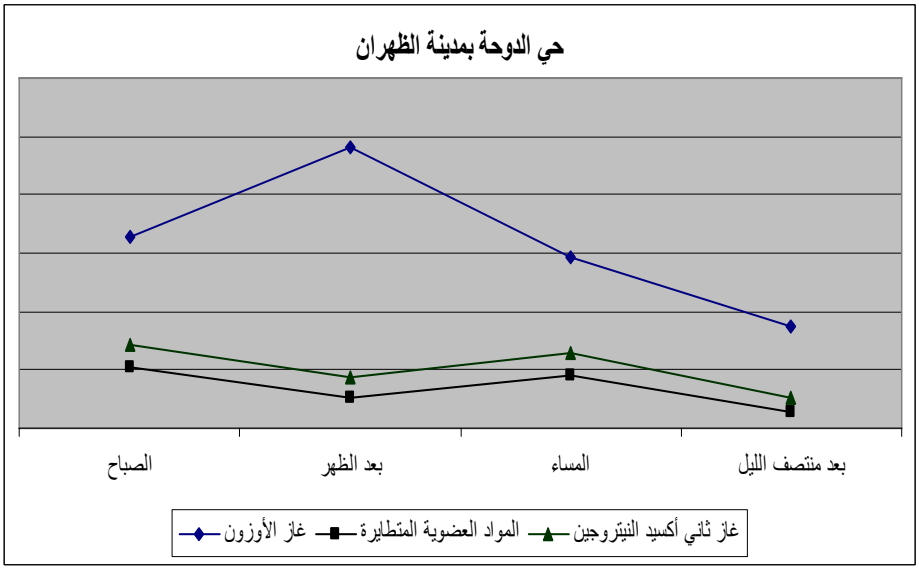
شكل (٢٨): المواد المسببة للتفاعلات الضوكيميائية عند إشارة مرور المختارة بالخبر



شكل (٢٩): المواد المسببة للتفاعلات الضوكيميائية عند المنطقة السكنية المختارة بالخبر



شكل (٣٠): المواد المسببة للتفاعلات الضوكيميائية عند إشارة مرور المختارة بالظهران



شكل (٣١): المواد المسببة للتفاعلات الضوكيميائية عند المنطقة السكنية المختارة بالظهران

٣- ٦ مدى مطابقة مستويات التلوث بمدن حاضرة الدمام للمعايير القياسية لجودة الهواء

٣- ٦- ١ الأتربة العالقة في الهواء

يوضح الشكل رقم (٣٢) المتوسطات العامة لتركيزات الأتربة العالقة في الهواء خلال أيام العمل وأيام الجمعة عند المواقع الستة المختارة للدراسة مقارنة بالحد الإرشادي والمعيار القياسي المقرر في قانون البيئة السعودي وهو ١٥٠ ميكروجرام لكل متر مكعب من الهواء (ميكروجرام/م^{٣}) وذلك كحد أقصى خلال فترة ٢٤ ساعة [٢٤]. ويلاحظ أن التركيزات عند جميع الأحياء السكنية الثلاثة أقل من الحد المعياري سواء خلال أيام العمل أو أيام الجمعة. أما عند التقاطعات المرورية الثلاثة، فقد زادت جميع متوسطات التركيزات خلال أيام العمل عن الحد المعياري، وخلال أيام الجمعة زادت المتوسطات عن الحد المعياري عند تقاطع الخبر (شارعي الملك عبد الله والأمير حمود) وتقاطع الدمام (شارعي الملك فهد والخزان) وكانت أقل من الحد المعياري عند إشارة الدوحة بمدينة الظهران.

٣- ٦- ٢

٣- ٦- ٣ غاز أول أكسيد الكربون

حسب قانون البيئة السعودي، يوجد حدان إرشاديين (معيارين) لغاز أول أكسيد الكربون: الأول وهو ٣٥ جزء في المليون كحد أقصي خلال تعرض ساعة واحدة، والثاني وهو ٩ جزء في المليون كحد أقصي للتعرض خلال ٨ ساعات. وبمقارنة المتوسطات العامة لتركيزات الغاز خلال أيام العمل وأيام الجمعة عند المواقع الستة المختارة بهذين الحدين كما هو مبين في الشكل رقم (٣٣)، يلاحظ أن التركيزات عند الأحياء السكنية الثلاثة أقل من كلا الحدين المعيارين سواء خلال أيام العمل أو أيام الجمعة. أما جميع متوسطات التركيزات عند التقاطعات المرورية الثلاثة، فقد زادت عن الحد المعياري لمدة الثماني ساعات وقلت عن حد الساعة الواحدة فيما عدا متوسطات التركيزات عند تقاطع الخبر وإشارة الدوحة خلال أيام العمل فقد تجاوزت كلا الحدين.

٣- ٦- ٤ غاز ثاني أكسيد الكبريت

الحد الإرشادي لهذا الغاز في قانون البيئة السعودي هو ٠,١٤ جزء في المليون كحد أقصي خلال ٢٤ ساعة. ومن الشكل رقم (٣٤)، يتضح أيضا أن متوسطات التركيزات عند جميع الأحياء السكنية الثلاثة أقل من هذا الحد المعياري سواء خلال أيام العمل أو أيام الجمعة، وأن جميع متوسطات التركيزات عند التقاطعات المرورية الثلاثة خلال أيام العمل وأيام الجمعة قد زادت عن هذا الحد المعياري.

٣- ٦- ٥ غاز ثاني أكسيد النيتروجين

لا يوجد في قانون البيئة السعودي سوي حدا إرشاديا واحدا لهذا الغاز وهو ٠,٣٥ جزء في المليون. ونظرا لعدم كفاية هذا الحد لمقارنة نتائج البحث به بسبب طول فترات القياس عن ساعة ، فقد تم مقارنة النتائج بالحد المقرر للغاز خلال ٢٤ ساعة في قانون البيئة المصري (٢٥) (كبلد عربي حضري مشابه للمملكة) وهو ٠,٠٨ جزء في المليون كما هو موضح في الشكل رقم (٣٥). ويلاحظ أن جميع متوسطات التركيزات عند جميع المواقع الستة المختارة خلال أيام العمل وأيام الجمعة كانت أقل بكثير من هذا الحد وبالتالي فهي بعيدة تماما عن الحد المعياري خلال التعرض لمدة ساعة في القانون السعودي.

٣- ٦- ٦ غاز الأوزون

لا يوجد في قانون البيئة السعودي أي حدود معيارية لغاز الأوزون، وقد تم مقارنة نتائج البحث بالحدود المعيارية المقررة في قوانين المنظمات والهيئات العالمية التي تهتم بشئون الصحة والبيئة، مثل منظمة الصحة العالمية ووكالة حماية البيئة الأمريكية [٢٦] وهي ٠,١٢ جزء في المليون كحد أقصي خلال ساعة و ٠,٠٦ جزء في المليون خلال ٨ ساعات. ويتضح من الشكل رقم (٣٦) والذي يوضح المقارنة بين هذين الحدين وبين نتائج البحث، أن جميع متوسطات التركيزات عند المواقع الستة كانت أقل بكثير من هذين الحدين.

٣- ٦- ٧ المواد العضوية المتطايرة غير الميثان

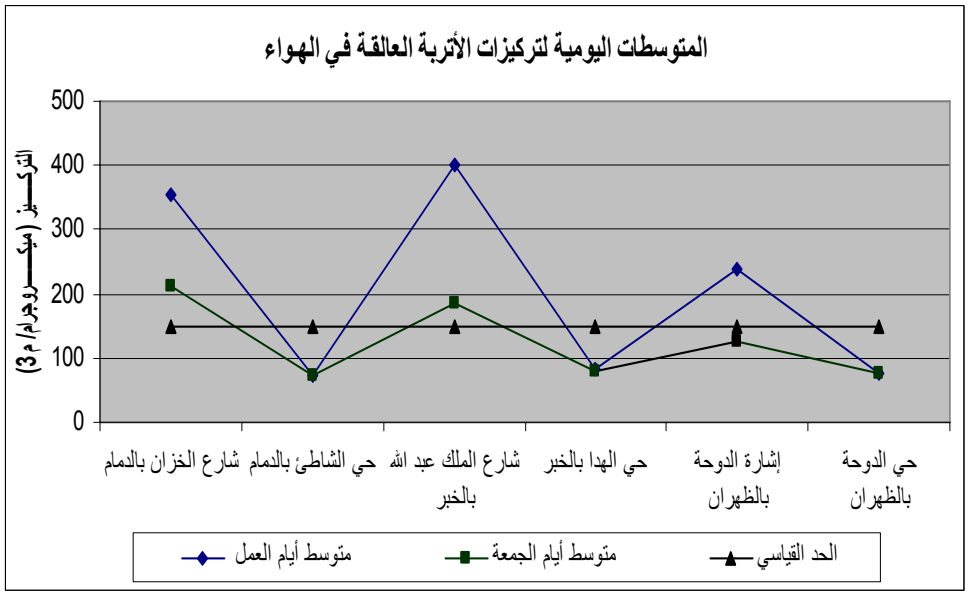
الحد المعياري لهذا النوع من الملوثات في قانون البيئة السعودي هو ٠,٢٤ جزء في المليون كحد أقصي خلال فترة تعرض ٣ ساعات. ومن الشكل رقم (٣٧) يظهر أن متوسطات التركيزات عند جميع الأحياء السكنية الثلاثة كانت متطابقة مع هذا الحد المعياري خلال أيام الجمعة فقط، أما خلال أيام العمل فقد تجاوزت التركيزات هذا الحد بقليل. وبالنسبة لمتوسطات التركيزات عند التقاطعات المرورية الثلاثة، فقد زادت جميعها عن هذا الحد بكثير سواء أيام العمل أو أيام الجمعة.

٣- ٧ مشاكل تلوث الهواء الناشئ من حركة المرور في بعض دول العالم

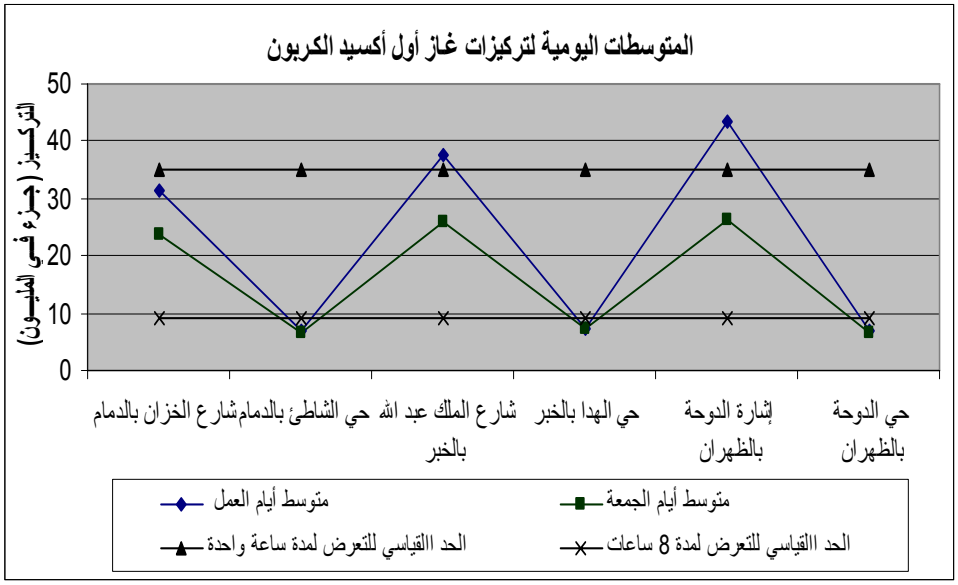
أجريت العديد من الدراسات المشابهة لهذه الدراسة في دول عديدة في العالم سواء المتقدمة منها أو النامية، وقد لوحظ أن مستوى الملوثات الناشئة عن حركة المرور تزيد أو تقل عن الحدود المقررة حسب طبيعة المكان واهتمام الدولة بتطبيق معايير جودة الهواء النقي وتنمية وعي الناس بخطورة التلوث الهوائي ودور الحركة المرورية فيه. ففي أمريكا، قال باحثون أمريكيون، إن التلوث الناجم عن عوادم السيارات، وبخاصة الأتربة العالقة في الهواء، قد يوقف نمو الرئتين في الأطفال الذين يعيشون قرب طرق مزدحمة مما يجعلهم أكثر عرضة للإصابة بمشكلات في الجهاز التنفسي والقلب. ووجدوا أن الأطفال الذين يعيشون في نطاق ٥٠٠ متر من طريق سريع من سن العاشرة أصبحت وظائف الرئتين لديهم أقل حين يصلون سن ١٨ عاما مقارنة مع أقرانهم الصغار الذين تعرضوا لتلوث مروري أقل. [٢٧]

وفي آسيا، وتحديدا في بعض المدن الكبيرة المزدحمة جدا بالسكان مثل بومباي ودلهي وبانكوك وشنغهاي، تزيد مستويات ملوثات الهواء علي ثلاث أو أربع أضعاف المعدلات المقررة لمواصفات جودة الهواء. وقد لوحظ زيادة نسب المركبات العضوية في الهواء في العديد من الدول الأسيوية، مثل الهند، وأثبتت الدراسات أن منشأها كان من إنبعاثات السيارات كما أكدت هذه الدراسات أن في مدينة بومباي الهنديّة يستنشق

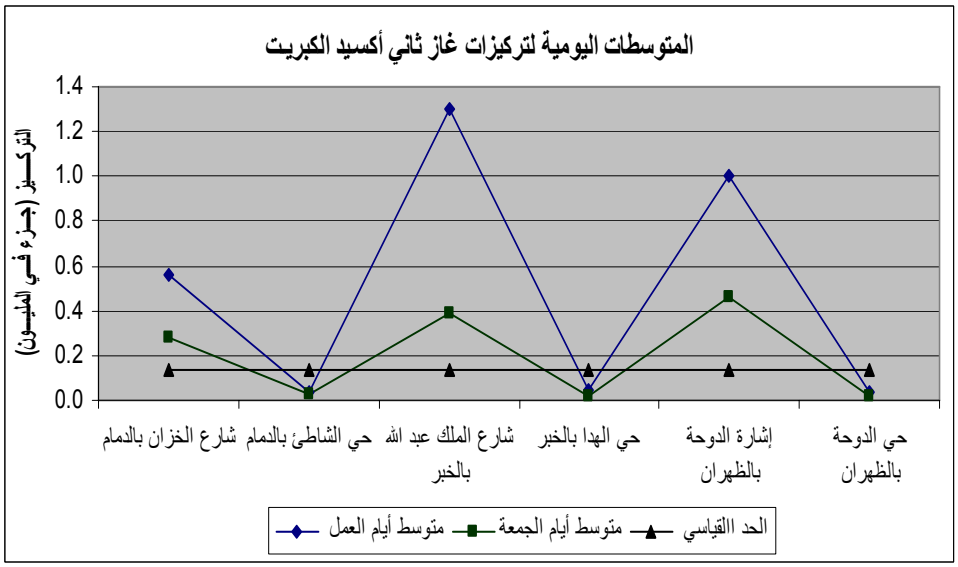
كل فرد من الملوثات الموجودة في الهواء، وبخاصة تلك المنبعثة من عوادم السيارات، ما يعادل عشرة سيجارات في اليوم الواحد. [٢٨- ٢٩] وأظهرت الدراسات أجرتها إدارة حماية البيئة في دولة الكويت حجم وأثار التلوث في هذه الدولة الصغيرة التي لا يتجاوز عدد سكانها المليونين نسمة فما ينفث في هذه الدولة يبلغ ٨٤٠٠ طن سنوياً. [٣٠] وفي مصر، بلغت نسبة تركيزات بعض الملوثات المنبعثة من النشاط المروري مثل غاز أول أكسيد الكربون ومادة الرصاص في الهواء في بعض المناطق ثلاثة أمثال المعدلات التي تسمح بها منظمة الصحة العالمية، مما سيكون له بالطبع تأثير خطير على صحة المواطنين وعلى التنمية على المدى الطويل [٣١]



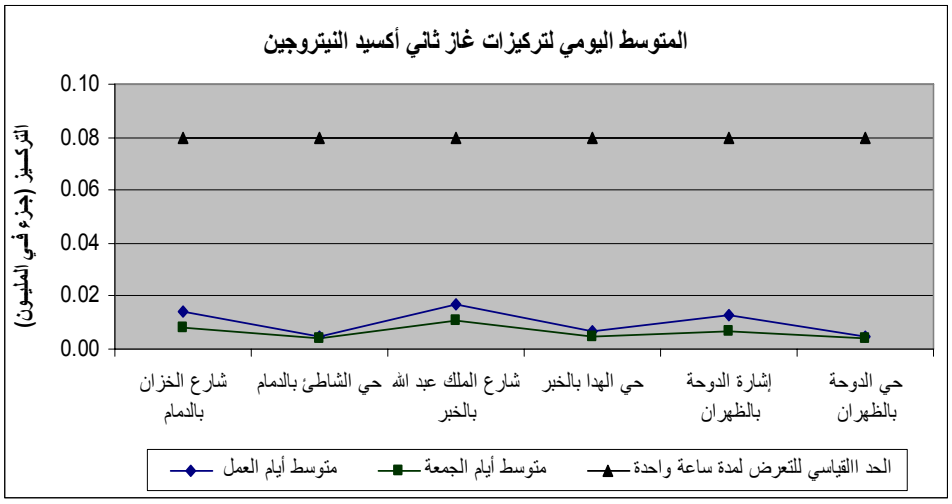
شكل (٣٢): مقارنة تركيزات الأتربة العالقة في الهواء بالمعيار القياسي لجودة الهواء



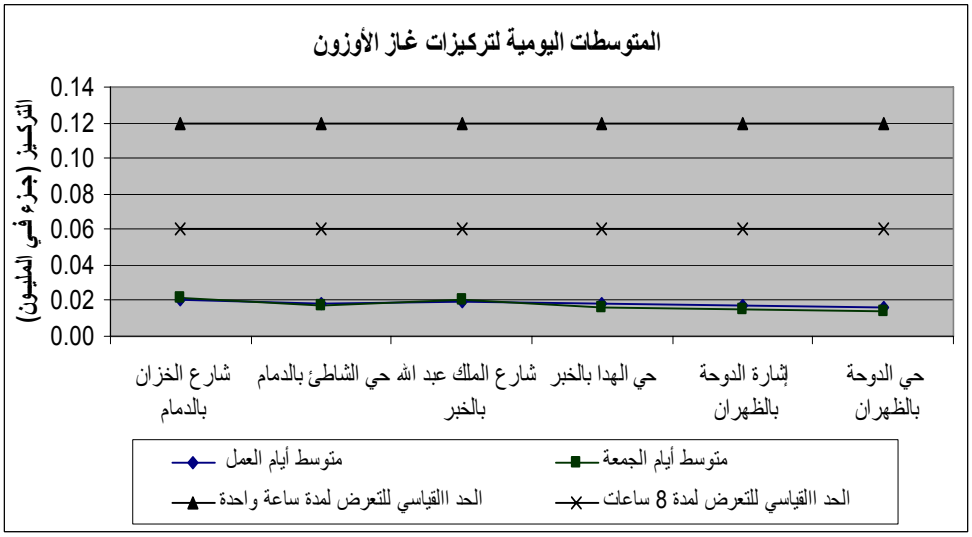
شكل (٣٣): مقارنة تركيزات غاز أول أكسيد الكربون بالمعيار القياسي لجودة الهواء



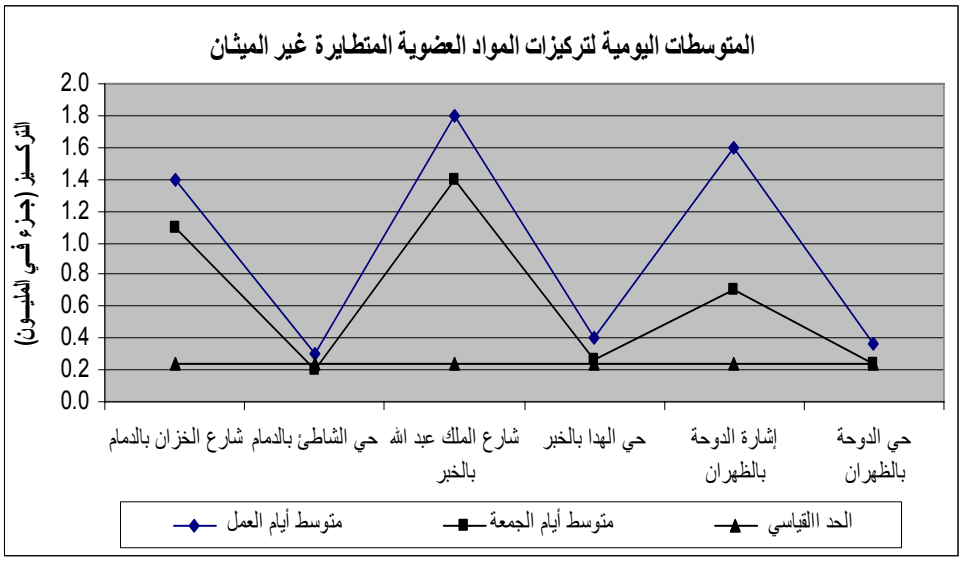
شكل (٣٤): مقارنة تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت بالمعيار القياسي لجودة الهواء



شكل (٣٥): مقارنة تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين بالمعيار القياسي لجودة الهواء



شكل (٣٦): مقارنة تركيزات غاز الأوزون بالمعيار القياسي لجودة الهواء



شكل (٣٧): مقارنة تركيزات المواد العضوية المتطايرة بالمعيار القياسي لجودة الهواء

٤ . الإستنتاجات والتوصيات

ماعدا غاز الأوزون، تركيزات جميع ملوثات الهواء التي تم قياسها خلال هذه الدراسة كانت هي الأعلى علي الإطلاق عند الشوارع ذات الكثافة المرورية العالية والممثلة للمناطق التجارية مقارنة بالشوارع ذات الكثافة المرورية الخفيفة والممثلة للمناطق السكنية. وقد سجلت أعلى التركيزات خلال الفترة الصباحية يليها الفترة المسائية بينما كانت أقل التركيزات خلال الفترة الليلية من اليوم، كما أن تركيزات الملوثات خلال أيام العمل (السبت – الخميس) كانت أعلى بكثير من مثيلاتها خلال أيام الجمعة. ويدل ذلك دلالة واضحة وقوية علي دور حركة المرور في زيادة ملوثات الهواء في مدن حاضرة الدمام الثلاثة. أما بالنسبة لغاز الأوزون فقد كانت تركيزاته في مدن حاضرة الدمام الثلاثة تزداد تدريجيا منذ الصباح حتى تصل إلي ذروتها وقت الظهيرة بعكس تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان وذلك نتيجة استهلاك نسبة من هذين الملوثين في التفاعلات الضوكيميائية والتي

يتكون غاز الأوزون علي أثرها وهو ما يتفق تماما مع الحقائق والأبحاث العلمية السابقة. وبمقارنة تركيزات بالمعايير المحلية والعالمية المقررة لجودة الهواء ، لوحظ أن تركيزات أربعة ملوثات من الستة المرصودة عند الشوارع ذات الكثافة المرورية العالية، قد زادت متوسطات تركيزاتها عن هذه الحدود والمعايير وهي: الأتربة العالقة في الهواء وغاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان.

ولذا يوصي بإتباع الوسائل والتقنيات التي من شأنها تقليل تركيزات ملوثات الهواء الناشئة عن حركة المرور بمدن حاضرة الدمام بالعديد من الوسائل ومنها التنسيق بين الجهات الحكومية المختلفة وبين اللجنة العامة للسلامة على الطريق فيما يخص الأمور الأساسية المتعلقة بملوثات عوادم السيارات مثل تطبيق وتنفيذ القانون على السيارات المخالفة لنسب عوادم السيارات، ومنها تطوير تقنية السيارات باستخدام بدائل أقل تلوثاً من البنزين المستعمل في السيارات مثل الغاز الطبيعي ، ومنها أيضا ترتيب حملة توعية مكثفة على جميع المستويات لتبيان مخاطر التلوث البيئي الناتج عن عوادم السيارات ودور السلوكيات الخاطئة في استخدام السيارات. ومن هذه التوصيات أيضا التخطيط الجيد للطرق والمدن لمنع الإزدحام المروري قرب التجمعات السكنية أو المدارس أو المستشفيات وزيادة عدد الأشجار والحدائق العامة التي تساعد في عملية اصطياد عوادم السيارات وملوثات الهواء بشكل عام وتخفيف تركيزاتها في الجو.

المراجع :

١. د. صالح وهيبي (٢٠٠١). " الإنسان والبيئة والتلوث البيئي" مكتبة الأسد – دمشق.

2. Godish T (2004). Air Quality, 4th Edition, Lewis Publishers, USA.
3. Issever H, Disci R, Hapcioglu B, Vatansever S, Karan M, Akkaya V, Erk O. (2005). The Effect of Air Pollution and Meteorological Parameters in Istanbul on Hospital Admissions for Acute Coronary Syndrome. Indoor Built Environ 14(2):157–164.
4. Kassomenos P, Karakitsios S, Papaloukas C (2006). Estimation of daily traffic emissions in a South-European urban agglomeration during a workday. Evaluation of several “what if” scenarios. Science of the Total Environment 370: 480–490.
5. Vardoulakis S, Fisher EAB, Pericleous K, Gonzalez NF (2003). Modeling air quality in street canyons: a review. Atmos Environ 37: 155– 82.
6. Klimont Z, Cofala J, Scho¨pp W, Amann M, Streets DG, Ichikawa Y, et al (2001). Projections of SO2, NOx , NH3 and VOC emissions in East Asia up to 2030. Water Air Soil Pollut 130:193–198.
7. Han X, Naeher LP (2006). A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. Environment International 32: 106 – 120.
8. Penard-Morand C, Schillinger C, Armengaud A, Debotte G, Chretien E, Pellier S, Annesi-Maesano I, France I (2006). Assessment of schoolchildren’s exposure to traffic-related air pollution in the French Six Cities Study using a dispersion model. Atmos Environ 40: 2274–2287.
9. Riga-Karandinos A-N, Saitanis C (2005). Comparative assessment of ambient air quality in two typical Mediterranean coastal cities in Greece. Chemosphere 59: 1125–1136.
10. Cohen A (2000). Outdoor air pollution and lung cancer. Environ Health Perspect 108: 743-50.
11. Afroz R, Hassan MN, Ibrahim NA (2003). Review of air pollution and health impacts in Malaysia. Environ Res 92: 71– 7.
12. Ho KF, Lee SC, Guo H, Tsai WY (2004). Seasonal and diurnal variations of volatile organic compounds (VOCs) in the atmosphere of Hong Kong. Sci Total Environ 322: 155– 66.
13. Jonsson P, Bennet C, Eliasson I, Lindgren ES (2004). Suspended particulate matter and its relations to the urban climate in Dar es Salaam, Tanzania. Atmos Environ 38: 4175– 81.
14. Hyder AA, Ghaffar AA, Sugerman DE, Masood TI, Ali L (2006). Health and road transport in Pakistan. Public Health 120: 132–141.

15. Guo YL, Lin YC, Sung FC, Huang SL, Ko YC, Lai JS, et al (1999). Climate, traffic-related air pollutants, and asthma prevalence in middle-school children in Taiwan. Environ Health Perspect 107: 1001–6.
16. http://www.infoprod.co.il/country/saudia1c.htm.
17. http://www.alwatan.com.sa/daily/2004-04-03/socity/socity09.htm.
رئيس قسم الإعلام بأمانة محافظة جدة أحمد بن محمد الغامدي
18. http://www.iraqcenter.net/vb/archive/index.php/t-17436.html
د. جعفر محمد العيد - ١٨ / ١٢ / ٢٠٠٥م – بعض احتياجات الإنسان
في المنطقة الشرقي (مستشفى الملك فيصل التخصصي بالرياض)
19. http://www.alriyadh.com/2005/12/29/article118918.html
النمو في المنطقة الشرقية المستقبل وعين على الإحصائيات
20. US EPA (1999). Integrated Sampling of Suspended Particulate Matter (Spm) in Ambient Air. EPA/625/R-96/010a.
21. Xi X, Huang Z, Wang J (2005). Impact of Building Configuration on Air Quality in Street Canyon. Atmos Environ 39: 4519–4530.
22. World Health Organization, WHO (1999). Carbon monoxide. Environmental Health Criteria, vol. 213. Geneva: WHO.
23. Nevers N (2000). Air Pollution Control Engineering, second ed. Tsinghua University Press & McGraw-Hill Publishers, Beijing.
24. Kingdom of Saudi Arabia, Royal Commission For Jubail And Yanbu, Royal Commission Environmental Regulations (2004), volume 1.
25. Sivertsen B (1999). Environmental Information and Monitoring Programme EEAA - Danida - COWI – NILU, EIMP/ /Monthly report (http://www.eeaa.gov.eg/Eimp/airreports/annual2005.pdf).
26. WHO (2001). Guidelines for air quality. Geneva' WHO.
27. Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 287(9): 1132-41.
28. Ruchirawat M, Settachan D, Navasumrit P, Tuntawiroon J, Autrup H (2007). Assessment of potential cancer risk in children exposed to urban air pollution in Bangkok, Thailand. Toxicology Letters 168: 200–209.
29. Gokhale S, Khare M (2005). A hybrid model for predicting carbon monoxide from vehicular exhausts in urban environments. Atmos Environ 39: 4025–4040.
30. http://www.alshirazi.com/compilations/tos/beeah/fehres.htm
31. http://news.bbc.co.uk/hi/arabic/news/newsid_673000/673035.stm

Study of Air Pollution Emitted from Traffic Activity in Dammam Cities

Mahmoud Fathy El-Sharkawy

Environmental Health Department
College of Applied Medical Sciences
King Faisal University in Dammam, Saudi Arabia

Abstract :

Nowadays, air pollution is considered one of the most important environmental problems in the world, particularly in the industrial and heavily populated countries. Kingdom of Saudi Arabia is characterized by the rapid development in the industrial and commercial activities and hence, traffic activity is expected to be the most source of air pollution in the kingdom. This study is aimed to assess traffic air pollution levels in the three urban Dammam Cities (Dammam, Khobar and Dahran). In each city, two locations were statistically randomly selected, one represents a heavy traffic street and the other represents a residential area with no traffic activity. In each location, levels of six air pollutants were assessed at different day times, during weekdays and weekends and during summer and winter seasons. It is found that levels of all air pollutants in the heavy traffic streets are much higher than those in the residential areas. It is noticed also that levels of these pollutants during the weekday are much higher than those in the weekends (Fridays) in which, pollutant levels in the morning period are much lower than the evening period. In the summer months, levels of air pollutants are higher than levels of the same pollutants in the winter months. Four of the six pollutants have levels higher than the local and international air quality standards. All of these observations confirm that the traffic activity is the main responsible for air pollution problem in urban Dammam Cities and at any urban city in the world.