Assessment of Ground Level Ozone Concentrations in AL-Quads Power plant (2,3) Northeast of Baghdad

تقيم تراكيز الاوزون الارضي نتيجه لانبعاث ملوثات الهواء داخل محطة كهرباء القدس(3,2) شمال شرق بغداد

رائدة حميد عباس[1] د.عدنان حسن عفج[2] د.ميثم عبدالله سلطان [3]
وزارة العلوم والتكنولوجيا-دائرة البيئة والمياه-بغداد-العراق raidazwainy@yahoo.com

الخلاصة

الاوزون الارضي هو احدى الملوثات الثانوية في الهواء المحيط، والتي لاتنبعث بشكل مباشر وانما تتكون عندما تتفاعل الملوثات الاولية مع بعضها البعض.

يهدف البحث الى تقييم تراكيز الاوزون الارضي داخل مجمع محطة كهرباء القدس (التي تعتبر مصدر للتلوث النقطي) ومقارنة نتائج تراكيزها مع المحددات العالمية ومحددات منظمة الصحة العالمية وتحديد مدى تاثيرها المضر على العاملين في المحطة.

تم اختيار مواقع قياس مختلفة داخل المجمع ، والمتضمن محطتان هما القدس الثانية، القدس الثالثة. وتم الأخذ بنظر الاعتبار قياس بعض المتغيرات الجوية المهمة والمؤثرة في توزيع تراكيز الاوزون الارضي مثل درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، سرعة واتجاه الرياح.وكانت القياسات بشكل دوري لحساب معدل تراكيز الاوزون الارضي خلال فترة البحث على مواقع الوحدات التوليدية للطاقة الكهربائية داخل المجمع . وقد بينت نتائج البحث ان اعلى التراكيز المقاسة في القدس الثانية كانت بالقرب من الوحدة التاسعة (78.75 ppb) وهي اعلى من الحدود (75ppb) المسموح بها عالميا . اما في القدس الثالثة فكانت اعلى التراكيز المقاسة (67. 5 ppb) وهي اقل من الحدود المسموح بها بالقرب من موقع الوحدة الحادية عشر .

من خلال نتائج البحث تم ملاحظة ان معدل تراكيز الاوزون الارضي المقاسة داخل المجمع قد ظهرت تجاوز عن الحدود المسموح بها في موقع القدس الثانية،اما في موقع القدس الثالثة فلا يوجد تجاوز عن الحدود المسموح بها للتراكيز المقاسة خلال فترة البحث . وهذا يعطي مؤشرا الى تاثير زيادة تراكيز (NOx, VOC) المنبعثة من تلك المواقع مع ارتفاع درجات الحرارة التي تؤدي الى زيادة تراكيز الاوزون الارضي.

الكلمات الدالة : الاوزون الارضي، تلوث الهواء، ملوثات الهواء الثانوية .

Abstract

Ground ozone is one of the secondary pollutants present in the surrounding air. This pollutant is formed by complex reactions between different types of other pollutants and dose not emerge by it 's own . The research aims to evaluate the levels of Ground ozone concentrations inside Al-Quads electric power plant which is considered a pollution point source and compare those concentrations with the international allowable limits which is set by the World Health Organization (WHO),the research also aims to determinant it's effects on the workers health in the power plant.

Different locations were selected inside the complex which includes two measuring stations AL-Quads 2 and AL-Quads 3. Weather conditions were recorded especially those parameters that have considerable effects in ground ozone formation and distribution such as temperature, relative humidity, wind speed and direction. The periodically measurements to calculate the rate of ground ozone concentrations inside the complex for all the generation units location during the research period. The results showed the highest concentrations were recorded at AL-Quads 2 (78.75 ppb) which is near the unit 9 locations ,this value exceeds the international allowable limits (75 ppb). But other readings were below the allowable maximum limits (67.5 ppb) at AL-Quads 3 near unit 11 .

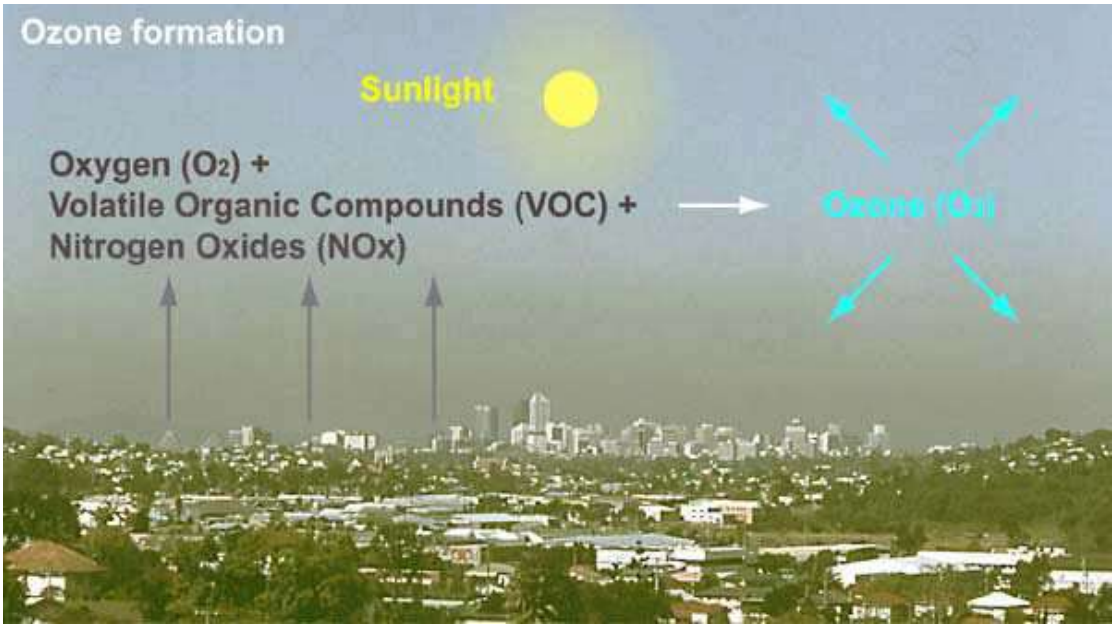
From the research results obtained it was noticed that the rate Ground ozone concentrations measured levies inside the complex exceeded the allowable limits in AL-Quads 2 meanwhile at AL-Quads 3 the readings were below the allowable limits during the research period .This gives an indication that the increase concentrations of (NOx, VOC) emitted from these locations with high temperatures, that lead Ground ozone concentrations increase.

Key words: Ground ozone, air pollution, secondary air pollutants.

المقدمة :

اصل كلمةالاوزون (OZONE) هو يوناني OZEIN وتعني "الاستنشاق" ،اذ يتكون من ثلاث ذرات من الاوكسجين (O_3) .وبما انه يتكون من الاوكسجين الجوي فالاختلاف بينه وبين الاوكسجين الجزيئي هو ان الاول متحد ثلاثيا في حين ان الاوكسجين الجزيئي كماهي حالته الطبيعية التي نستنشقها مكون من ذرتين من الاوكسجين ،وتحدث عملية اختزال الاوكسجين الجزيئي الذي يصل الى طبقات الجو السفلى الى اوزون فوق المناطق المدارية، وذلك بفعل الاشعة فوق البنفسجية عالية الطاقة ذات الموجات 240- 300 نانومتر ، ومن هناك ينتشر الاوزون في طبقة الغلاف الجوي على ارتفاع يتراوح بين 20 و 50 كيلومترا فوق سطح الارض.ولاينبعث الاوزون مباشرة الى الهواء ولكن عند مستويات الارض فانه يتكون من التفاعل الكيمياوي بين اكاسيدالنتروجين (NO_X) والموادالعضوية المتطايرة (VOC) بوجود اشعة الشمس كما هو واضح في الشكل رقم(1) . يمتلك الاوزون نفس التركيب الكيمياوي سواء ظهر بعيدا عن سطح الارض او عند سطح الارض ،حيث يمكن ان يكون مفيدا اوضارا اعتمادا على موقعه في الجو [1] .

الشكل رقم (1) يوضح عملية تكون الاوزون الارضي في الجو [1] .



ويعد الهواء ملوثا عندما يحصل تغيير مكوناته وعناصره في حالتي الزيادة والنقصان في التراكيز عن الحدود المسموح بها نتيجة للنشاطات الطبيعية أو البشرية والتي تسبب الضرر للإنسان والبيئة بحيث تبلغ نسبتها في الوطن العربي 40% [2]. بشكل عام تصنف الملوثات الى ملوثات اولية وملوثات ثانوية .فالأولية هي التي تصدر بشكل مباشر من احدى العمليات مثل غاز اول اوكسيد الكاربون المنبعث من عوادم السيارات او ثنائي اوكسيد الكاربون المنبعث من مداخن المصانع ،اما الثانوية فهي التي لا تنبعث في الهواء بشكل مباشر وانما تتكون في الهواء عندما تنشط الملوثات الاولية او تتفاعل مع بعضها البعض ومن الامثلة المهمة على الملوثات الثانوية اقتراب الاوزون من سطح الارض .لذلك حظيت مشكلة تلوث الهواء بالأوزون الارضي باهتماما كبيرا في العديد من الادبيات المنشورة [3] ، [4] .

ان المصدر الاساسي لانبعاث NO_X, SO_X هو من مصادر حرق الوقود الاحفوري ،والتي تساعد بوجود اشعة الشمس في تكوين غاز الاوزون الارضي. وهو غاز له رائحة نفاذة، حيث ان التعرض لمثل هذا الغاز لمدة (15) دقيقة يسبب احتقانا في العين والانف والحنجرة ،ويكون مصحوبا بصداع شديد، اذ تشير مصادر تلوث الهواء الى المواقع والانشطة والعوامل الجوية المختلفة المسئولة عن تسرب المواد الملوثة الى الغلاف الجوي[1-4] .

تراكيز الاوزون الارضي O_3 متغيره بمدى واسع من منطقة الى اخرى ومع اوقات السنة ، وكذلك مع اوقات النهار والليل حيث ان درجة حرارة سطح الارض تؤثر على حركة الهواء صعودا وهبوطا وبالتالي على حركة الملوثات الجويه بين التشتيت والترسيب ، فيتبع صعود الملوثات عملية التسخين المستمرة للطبقة السفلية من الغلاف الغازي الموجود على سطح الارض اثناء ساعات النهار والتي تبلغ ذروتها خلال شهور الصيف ونتيجة لذلك يحدث انتشار للملوثات مع حركة الهواء، اما هبوط تلك الملوثات وعدم انتقالها مع الهواء فينشا من عملية التبريد المستمرة اثناء ساعات الليل والتي تزيد خلال فصل الشتاء مما يؤدي الى عملية ترسيب لهذه الملوثات [5].

ان التراكيز العالية للأوزون الارضي والاكاسيد الكيميوضوئية الاخرى تظهر فوق معظم المدن الكبرى والمناطق الصناعية ،أذ تؤدي اشعة الشمس والمناخ الحار كما هو الحال في العراق الى تكوين لأوزون الارضي في منتصف النهار خلال فصل الصيف وبتراكيز ضارة في الهواء .أذ يصبح لون الهواء بنيا وله رائحة كريهة ونتيجة لذلك يعرف الاوزون الارضي بملوث

فترة الصيف، وفي مدينة بغداد يميل الاوزون ليكون بتراكيز عالية وكما اشار اليه الباحثون ياسمين وجماعتها بدراستهم للحاله خلال فصلي الربيع والخريف لان هذه الفترة تمثل افضل فترة لتكوين الاوزون ،أذ بينت ان اعلى قيمه لتراكيز الاوزون ظهرت خلال فصل الخريف في منطقة الزعفرانية (101جزء بالبليون) كمعدل ،وفي منطقة الدورة (87 جزءا بالبليون) كمعدل [6] . ولكن حتى في الارياف يمكن ان تكون تراكيز الاوزون عالية وذلك بسبب انتقال الاوزون من المدن الى الارياف بواسطة الرياح ولمسافات بعيدة جدا تصل الى مئات الاميال من المصدر [5] .

ولحماية صحة الانسان وضعت منظمة الصحة العالمية حدودا ارشادية لملوثات الهواء الرئيسية لا يجب تعديها ، أذ تجري مراجعات دورية لهذه الحدود الارشادية كلما توفرت معلومات ادق عن الاثار الصحية للملوثات المختلفة (WHO) مثلا لا يجب التعرض للأوزون لاكثر من (120 مايكروجرام \ متر مكعب) لمدة 8 ساعات وهو يساوي تقريبا (61 ppb)[3]. اذ ان الدراسات الاميركية توصلت الى ادلة قوية بان التعرض قصير المدى للاوزون يزيد من حدة امراض الرئة ، مسببا الامراض الشديدة ثم الوفاة ويتأثر به خصوصا كبار السن والاطفال. الاوزون الارضي يسبب تهيج العيون والجهاز التنفسي العلوي الحنجرة والقصبات الهوائية والرئة ، اذ يسبب انتفاخ الخلايا الدقيقة للرئتين مما يؤدي الى التراكم الغير الطبيعي للسوائل في انسجة الرئة . بالاضافة الى ذلك فقد اثبت في عام 1989في الولايات المتحدة الامريكية ان الاوزون في المستوى الارضي يمكن ان يسبب انخفاض لمقاومة الفطريات والبكتريا والفايروسات والحشرات [7] .

لتحديد معيار قياسي للاوزون ، يؤخذ خلال ثلاث سنوات متتالية معدل اعلى ارتفاع لاربعة ايام ولثمانية ساعات كحد اقصى لقياس تراكيز الاوزون، ليعطي معدل توزيع الاوزون في كل منطقة قياس لا يتجاوز 0.075 ppm [8] .

يهدف البحث الى تحديد وتقييم تراكيز الاوزون الارضي الناتجة كملوث ثانوي داخل مجمع محطة كهرباء القدس شمال شرق بغداد ومقارنة نتائج تراكيزها مع المحددات العالمية ومحددات منظمة الصحة العالمية وتحديد مدى تاثيرها على العاملين في المجمع .

المواد وطرائق العمل :

وصف منطقة الدراسة :

يقع مجمع محطة كهرباء القدس في الشمال الشرقي من مدينة بغداد (في منطقة الراشدية) بالقرب من موقع شركة نفط الوسط وتحيط به مناطق ذات كثافه سكانيه عالية وبوجود الرياح المستمرة طول السنة سينتشر التلوث في المحطتين والمناطق المحيطه بها . والشكل رقم (3) يوضح اتجاه الرياح السائدة خلال فترة القياسات الدورية المعتمده في البحث، وذلك باستخدام برنامج wind rose وهو برنامج احصائي متطور (حاسوبي خاص لتحليل البيانات) اذ يتم به ادخال بيانات الانواء الجوية المقاسة من درجات الحرارة وسرعة واتجاه الريح والرطوبة النسبية فكما هو واضح من الشكل ان الرياح الرئيسية السائدة هي قادمة من الجهه الشمالية الغربية، وان نقاط القياسات قد تم اختيارها وللمواقع المختلفة للقياس بعكس اتجاه الرياح السائدة .

تم تحديد مواقع مختلفة لقياس تراكيز الاوزون الارضي كمصادر تلوث نقطية داخل مجمع محطة كهرباء القدس الغازية والذي يشتمل على محطتين هما (القدس الثانية ،القدس الثالثة) .اذ ان القدس الثانيه تحتوي على وحدتين لتوليد الطاقة الكهربائية ويرمز لها بالرقم 10,9 على التوالي اما القدس الثالثه فتحتوي على اربع وحدات لتوليد الطاقة الكهربائية (كبيرة التوليد) يشار لها بالتسلسل من الرقم 11-14 كما موضح في الجدول رقم (1). وقد تم ايضا تحديد موقع المحطتين في المجمع وفق احداثيات كل موقع باستخدام جهاز JBS كما مشار لها بالجدول رقم (2) ،وبعد ذلك تم اسقاط كل نقطة على خارطة موقع مجمع محطة كهرباء القدس الغازية باستخدام نظام GIS كما هو واضح في الشكل رقم (2) .اذ ان نقاط الدراسة هذه تعتبر نقاط مؤثرة على تلوث الهواء بسبب الانبعاثات المستمرة منها داخل المجمع .

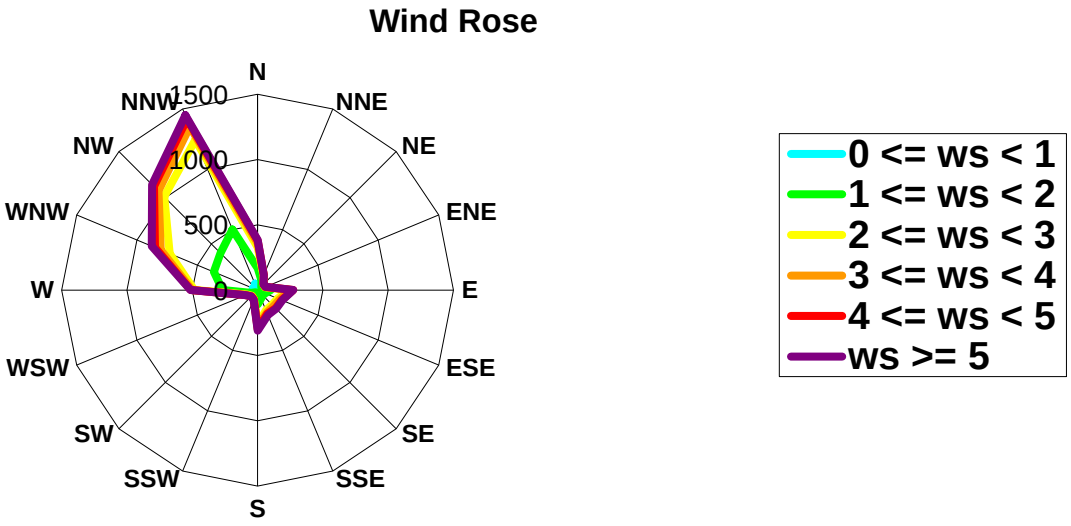
جدول (1) يوضح تسمية مواقع القياس داخل مجمع القدس

التسلسل	اسم الموقع	نوع الوحدات	عددها	اسم الوحدة	كمية الطاقة المجهزة	تاريخ التنصيب
1	القدس الثانية	وحدات توليد فعالة	2	Unit 9, Unit 10	120 MW	2009
2	القدس الثالثة	وحدات توليد فعالة	4	Unit 11, Unit 12, Unit 13, Unit 14	125 MW	2013

جدول (2) يوضح الاحداثيات النقطيه للمواقع داخل مجمع القدس

ت	اسم الموقع	رمز الموقع	رمز الوحدة	الاحداثيات
1	القدس الثانية	D	D1, D2	N 332929.4 E 442150.3 N 332928.8 E 442154.6
2	القدس الثالثة	E	E1, E2, E3, E4	N 332921.8 E 442116.0 N 332923.7 E 442116.5 N 332921.3 E 442119.3 N 332923.3 E 442119.6

شكل (2):يوضح المواقع على خارطة محطة كهرباء القدس (3,2) في مدينة بغداد.



شكل (3) : يوضح وردة الريح المعتمدة في البحث [6]

جمع البيانات :

تم استخدام جهاز قياس الاوزون الارضي نوع (Drager X-am® 5000) الماني الصنع لقياس نسبة تراكيز الاوزون الارضي بوحدة (ppm) والشكل رقم (4) يشير الى احدى مواقع القياس بجهاز الاوزون الارضي . يجب الاخذ بنظر الاعتبار أن المناطق التي يتم بها اخذ القياسات لا تكون قرب البنايات العالية او الاشجار بالاضافة الى الاهتمام والتركيز على اخذ القياسات لدرجة الحرارة ،الرطوبة النسبية ،سرعة واتجاه الرياح .

شكل (4) : يوضح احدى مواقع القياس بجهاز الاوزون الارضي .

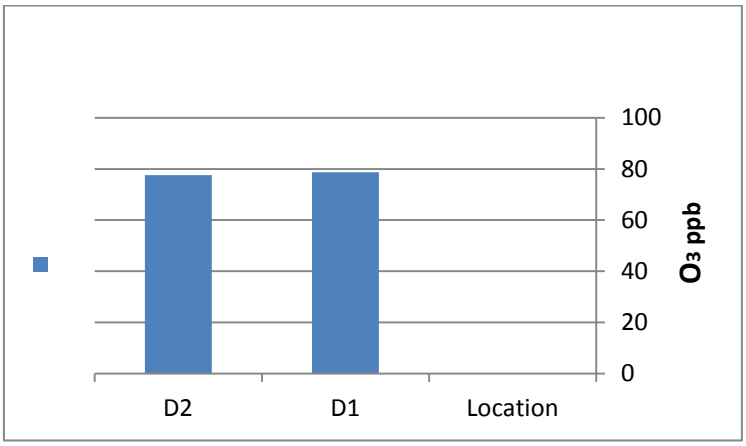
اخذت القياسات بشكل دوري من الساعة الثامنة صباحا وحتى الساعة الثالثة مساءا ثم اخذ معدل التراكيز لثماني ساعات عمل بمعدل يوميين في الاسبوع (لمدة شهر) ، حيث ان هذه الاوقات الدورية للبيانات تكون مهمة جدا في انتاج التفاعلات الكيميوضوئية photochemical reactions. تم اخذ القياسات الدورية خلال شهر تشرين الاول، ضمن هذا المدى يتضح مقدار توليد الاوزون الارضي المسموح به في بغداد كما اشار اليه الباحث [9] وكذلك الباحث [10]. وكذلك الحال يتفق مع العديد من البحوث التي تشير الى التغييرات المناخية الدورية الواضحة لتشكيل الاوزون الارضي في دول عربية اخرى مثل السعودية [11] والكويت [12] .

النتائج والمناقشة :

كما يتضح من الجداول والاشكال وجود زيادة في نسبة التراكيز المقاسة مع الزيادة في درجات الحرارة ، وقد تم تحديدها كما يلي :

يوضح الشكل رقم (5)معدل التغير الحاصل لمدة ثماني ساعات في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة خلال شهر تشرين الاول،في موقعي التلوث النقطي داخل محطة كهرباء القدس الغازية الثانيه وكما يلي :-

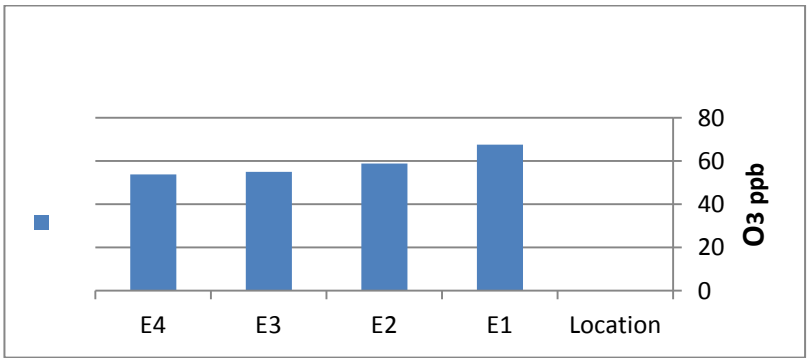
- وجد في الموقع القريب من وحدة التوليد التاسعه D1 ان معدل التغيير في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة مع الزمن بدء من الساعة الثامنة صباحا وجود نسبة تراكيز قليلة تزداد مع الزمن بزيادة سريعة ظهرا مع ارتفاع درجة الحرارة فكان معدلها40°C ،حيث وصلت نسبة تراكيز الاوزون الارضي كمعدل 78.75ppb وهو اعلى من الحدود المسموح بها . وذلك بسبب نسبة تراكيز VOC,NO_X المنبعثة بالقرب من هذا الموقع تكون مرتفعه .
- اما في الموقع القريب من وحدة التوليد العاشره D2 فيظهر معدل التغيير في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة مع الزمن بدء من الساعة الثامنة صباحا وجود نسبة تراكيز قليلة صباحا تزداد مع الزمن بزيادة سريعة ظهرا مع ارتفاع درجة الحرارة فكان معدلها 39°C ، حيث ان معدل نسبة تراكيز الاوزون الارضيppb 77.50 وهو اعلى من الحدود المسموحه . وذلك مما يدل على زيادة في انبعاث نسبة تراكيز VOC , NO_X بالقرب من هذا الموقع .



الشكل رقم (5) يشير الى معدل التراكيز المقاسة في مواقع محطة القدس الثانية

ويظهر الشكل رقم (6) بوضوح معدل التغيير الحاصل لثماني ساعات في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة خلال شهر تشرين الاول ، لكافة مواقع التلوث النقطي داخل محطة كهرباء القدس الغازية الثالثه وكما يلي :-

- في الموقع القريب من وحدة التوليد الحادية عشر والتي يرمز لها E1 يظهر ان معدل التغيير في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة مع الزمن بدء من الساعة الثامنة صباحا تكون قليلة تزداد مع الزمن ظهرا بزيادة درجة الحرارة فكان معدلها 37°C، اذ ان معدل تراكيز الاوزون الارضي عندها 67.5ppb وهو اقل من الحدود المسموح بها وذلك بسبب قلة نسبة تراكيز VOC,NO_X المنبعثة بالقرب من هذا الموقع.
- اما في الموقع القريب من وحدة التوليد الثانية عشر E2 فيظهر معدل التغيير في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة مع الزمن بدء من الساعة الثامنة صباحا وجود نسبة تراكيز قليلة صباحا تزداد مع الزمن بزيادة سريعة ظهرا مع ارتفاع درجة الحرارة التي معدلها 36°C ، حيث ان معدل نسبة تراكيز الاوزون الارضيppb 58.75 وهو اقل من الحدود المسموحه . وذلك مما يدل على قلة انبعاث نسبة تراكيز VOC , NO_X بالقرب من هذا الموقع .
- وجد في الموقع القريب من وحدة التوليد الثالثة عشر E3 ان معدل التغيير في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة مع الزمن بدء من الساعة الثامنة صباحا وجود نسبة تراكيز قليلة تزداد مع الزمن بزيادة سريعة ظهرا مع ارتفاع درجة الحرارة فكان معدلها34°C،حيث وصلت نسبة تراكيز الاوزون الارضي كمعدل 55ppb وهو اقل من الحدود المسموح بها . وذلك بسبب نسبة تراكيز VOC,NO_X المنبعثة بالقرب من هذا الموقع تكون قليله .
- في الموقع القريب من وحدة التوليد الرابعة عشر والتي يرمز لها E4 يظهر ان معدل التغيير في نسبة تراكيز الاوزون الارضي المقاسة مع الزمن بدء من الساعة الثامنة صباحا تكون قليلة تزداد مع الزمن ظهرا لزيادة درجة الحرارة وقد كان معدلها 32°C، اذ ان معدل تراكيز الاوزون الارضي عندها 53.75ppb وهو اقل من الحدود المسموح بها وذلك بسبب قلة نسبة تراكيز VOC,NO_X المنبعثة بالقرب من هذا الموقع.
-

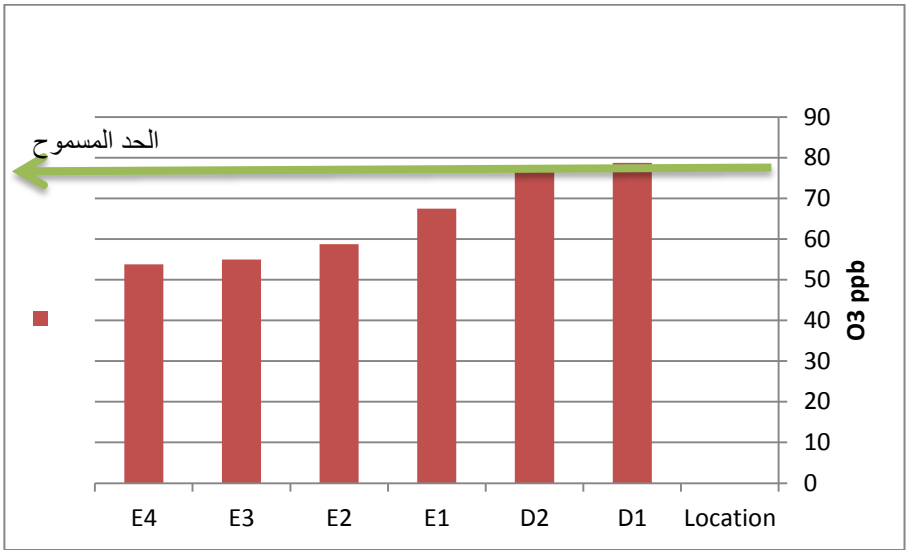


الشكل رقم (6) يشير الى معدل تراكيز O3 المقاسة في مواقع محطة القدس الثالثة

يشير الشكل رقم(7) بوضوح الى المقارنة بين معدل نتائج القياسات العملية المقاسة للاوزون الارضي في مجمع محطة كهرباء القدس شمال بغداد والمحددات العالمية المسموح بها لتراكيز الاوزون الارضي وكما يلي :-

1 - ظهر تجاوز لمعدل قيم الاوزون الارضي المقاسة مع ارتفاع درجات الحرارة 78.75ppb في الموقع (D1) للمحددات العالمية لنوعية الهواء المحيط (AAQS) المسموحة وكذلك محددات منظمة الصحة العالمية WHO والناتجة من جراء زيادة تراكيز $VOC،NO_X$ المنبعثة عندها .

2- وقد تجاوزت قيم معدل الاوزون الارضي المقاسة مع ارتفاع درجات الحرارة 77.5 ppb في الموقع (D2) للمحددات العالمية لنوعية الهواء المحيط (AAQS) المسموحة وكذلك محددات منظمة الصحة العالمية WHO والناتجة من جراء زيادة تراكيز NO_X،VOC المنبعثة عندها .



الشكل رقم(7): يوضح المقارنة بين معدل القياسات ومحددات نوعية الهواء العالمية AAQS[8] في المجمع.

4. الاستنتاجات :

من خلال نتائج البحث الحالي لمعدل تراكيز الاوزون الارضي المقاسه داخل مجمع محطة كهرباء القدس شمال بغداد ، تم التوصل الى الاستنتاجات الاتية:

1- في كل المواقع المختارة للقياس وجد ان نسب قليلة لمعدل تراكيز الاوزون الارضي المقاسة خلال الفترة الصباحية ولكن اعلى النسب المقاسة تظهر ظهرا بسبب ارتفاع درجات الحرارة .

2- بينت القياسات لمعدل تراكيز الاوزون الارضي في محطة كهرباء القدس الثانيه لشهر تشرين الاول في الموقع القريب من وحدة التوليد (D1) ،انها قد تجاوزت المحددات العالمية لنوعية الهواء المحيط AAQS و محددات منظمة الصحة العالمية WHO اذ كانت بحدود78.75 ppb نتيجة لزيادة تراكيز NO_X،VOC المنبعثة عندها من جراء حرق الوقود للمحركات ومع ارتفاع درجات الحرارة .

3- وفي الموقع القريب من (D2) تجاوز معدل تراكيز الاوزون الارضي المقاسة عندها عن المحددات العالمية المسموحة AAQSوكذلك محددات منظمة الصحة العالمية WHO ، وبحدود تصل الى 77.5 ppb اثناء القياسات في المحطة وذلك مع ارتفاع درجات الحرارة ، ونتيجة لزيادة تراكيز NO_X،VOC المنبعثة عندها بسبب حرق وقود المحركات.

4- ان اعلى معدل لتراكيز الاوزون الارضي المقاسه داخل محطة كهرباء القدس الثالثه خلال شهر تشرين الاول كان في الموقع (E1) 67.5ppb ، وهي اقل من الحدود المسموح بها في المحددات العالمية لنوعية الهواء المحيط AAQS ومع ارتفاع درجات الحرارة وبسبب قلة انبعاث NO_X,VOC عندها. وذلك نتيجة عمل وحدات توليد الطاقة بكفائة عاليه بسبب قلة عمرها الزمني في العمل . لكنها تجاوزت محددات منظمة الصحة العالمية WHO .

REFRENCE: المصادر

1. USEPA (2003).
2. USEPA, Air Pollutants ((1997).
3. WHO (1987).
4. WHO (2000).
5. Arya S.(2002). Air pollution: Meteorology and dispersion, Oxford University press, USA.
6. Yasmen A. Mustafa ; Adnan H. Afaj ;Sinan J. Mohammed (2011).Measurement of ground level ozone in selective locations in Baghdad city , J. Engin. ,Vol.17,No.5 ,P.1174-1190.
7. USC Office(1989) of Technology Assessment , Urban ozone and the clean air act problems and proposal for change ,Washington , DC.: Government printing office .
8. Bailar , J.C.(2008).Estimating mortality risk reduction and economic benefits from controlling ozone air pollution, National research council Washington ,D.C.
9. Kanbour F. ; Faiq S. ; AL-TaieF. ; Kitto A. and Bader N.(1987).variation of ozone concentrations in the ambient air of Baghdad , J. Atmos. Environ. ,Vol.21, P.72673-72679.
10. Al –Quzweny B. B.(1990). Measurement of air pollutant in Baghdad city: Nitrogen oxide and ozone , M.SC. thesis ,University of Baghdad -IRAQ.
11. AL-Khalaf A.(2006) .Influence of meteorological and related factors on surface ozone pattern at Makkahstation. J. Environ. Sc. ,Institute of Environmental studies and Research ,Ain Shams University ,Egypte.
12. Bader N. ; Nassehi V.; Khan A. (2008).Comparative assessment of ambient air quality in Rabia area year 2001 and 2004 in the state of Kuwait , J .Environ. Sci. Vol. 4 ,P.50-62 .