

تأثير العناصر المناخية على تلوث هواء مدينة بغداد

علاء محي شلاكه

alaa.mohi@uomustansiriyah.edu.iq

الجامعة المستنصرية ، كلية التربية

الملخص

شهدت مدينة بغداد في السنوات الاخيرة مستويات مرتفعة من تلوث الهواء نتيجة للأنشطة الصناعية والبشرية والمرورية مع غياب الدور الرقابي، ومن المعروف أن للعناصر المناخية المتمثلة بـ(الحرارة، والرياح، والرطوبة، ، والامطار) دوراً مهماً في توزيع وانتشار الملوثات وانتقالها من مكان لآخر ، وتهدف هذه الدراسة إلى توضيح العلاقة بين هذه العناصر المناخية وتغير مستويات تلوث الهواء في مدينة بغداد، من خلال الاعتماد على البيانات المناخية الخاصة في مدينة بغداد وبيانات بيئية تخص عناصر الملوثات المقاسة في محطات التلوث في منطقة الدراسة وإجراء تحليل مكاني وزماني لهذه البيانات.

الكلمات المفتاحية : درجات الحرارة ، الرياح ، الرطوبة النسبية ، الامطار ، ملوثات الهواء

The Impact of Climatic Elements on Air Pollution in the City of Baghdad

Alaa Mohi Shalakh

Al-Mustansiriya University , College of Education

Abstract:

In recent years, the city of Baghdad has experienced high levels of air pollution due to industrial, human, and traffic activities, along with the absence of regulatory oversight. It is well known that climatic elements—namely temperature, wind, humidity, and rainfall—play a significant role in the distribution, spread, and transfer of pollutants from one place to another. This study aims to clarify the relationship between these climatic elements and the changing levels of air pollution in the city of Baghdad. The research relies on climate data specific to Baghdad and environmental data related to pollutant elements measured at pollution monitoring stations within the study area, and it conducts both spatial and temporal analysis of this data .

Keywords: Temperature, wind, relative humidity, rainfall, air pollutants

المبحث الاول - الاطار النظري

مشكلة البحث : تدور مشكلة البحث حول التساؤل الآتي : هل ان هناك عناصر المناخ تؤثر على تباين مستويات تلوث الهواء في مدينة بغداد؟

المشاكل الثانوية وتتمثل بالتساؤلات الآتية :

١ - هل تؤثر درجات الحرارة على تباين تراكيز ملوثات الهواء في مدينة بغداد؟

٢- هل للرياح اثر في تباين تراكيز ملوثات الهواء في مدينة بغداد ؟

٣- هل تؤثر الرطوبة النسبية على تباين تراكيز ملوثات الهواء في منطقة الدراسة ؟

٤- هل للأمطار دور في تباين تراكيز ملوثات الهواء في مدينة بغداد ؟

فرضيات البحث : تؤثر العناصر المناخية المختلفة على تباين وتشتت ملوثات الهواء زمانياً ومكانياً من خلال تأثيرها المباشر وتفاعلها مع الملوثات والجسيمات المنتشرة في الهواء .هناك علاقة بين درجات الحرارة المرتفعة وزيادة تركيز بعض ملوثات

الهواء. وتؤثر سرعة الرياح واتجاهها في توزيع الملوثات الهوائية داخل المدينة. وتؤدي الرطوبة النسبية العالية إلى زيادة تركيز بعض الملوثات الهوائية كالـ PM2.5. وتتناسب تراكيز الملوثات عكسياً مع تزايد سقوط الأمطار في مدينة بغداد .

هدف البحث : يهدف البحث الى تحليل ودراسة العلاقة بين التغيرات المناخية ومستويات تلوث الهواء في مدينة بغداد، و تحديد الفترات الزمنية التي تسجل أعلى معدلات تلوث للهواء بالعناصر الملوثة والمرتبطة بالعوامل المناخية.

أهمية البحث : تبرز أهمية البحث بأنه يساهم في معرفة اثر التأثيرات المناخية على التلوث الهوائي، ما يساعد في دعم خطط الإدارة البيئية وصياغة السياسات الملائمة للحد من التلوث وانتشاره في المدينة .

منهجية البحث : اعتمد الباحث في دراسته على عدد من المناهج المختلفة ومنها المنهج التحليلي الذي استخدمه الباحث في تحليل البيانات التي حصل عليها من الدوائر الرسمية وتحليل تباين المعدلات الشهرية للعناصر المناخية والملوثات الهوائية ، فضلا عن استخدام لدراسة علاقة بيانات العناصر المناخية وتركيز الملوثات الهوائية في مدينة بغداد.

حدود البحث : تمثلت الحدود المكاني بدراسة مدينة بغداد والحدود الزماني اعتمد الباحث على ما توفر من بيانات مناخية وبيانات محطات التلوث للأعوام المقاسة والمتوفرة لدى الدوائر المعنية .

المبحث الثاني/ الخصائص المناخية لمدينة بغداد

تقع مدينة بغداد ضمن خصائص المناخ الصحراوي الجاف الذي ينتشر في عموم المدينة ويمتاز بأرتفاع معدلات درجات الحرارة والجفاف صيفاً وانخفاضها شتاءً مع تساقط كميات قليلة من الامطار في الشتاء وارتفاع كمية الاشعاع الشمسي وقيم التبخر والعواصف الغبارية خلال اشهر الصيف (الدرجي، ٢٠١١)، اذ تؤثر هذا الخصائص بشكل مباشر على قيم الملوثات وتباين نسبتها وانتشارها فصلياً ومكانياً في هواء مدينة بغداد ، لذا سيتم التطرق خلال هذا المبحث الى اهم العناصر المناخية المؤثرة على تراكيز الملوثات ونسبتها في العاصمة بغداد وكالتالي :

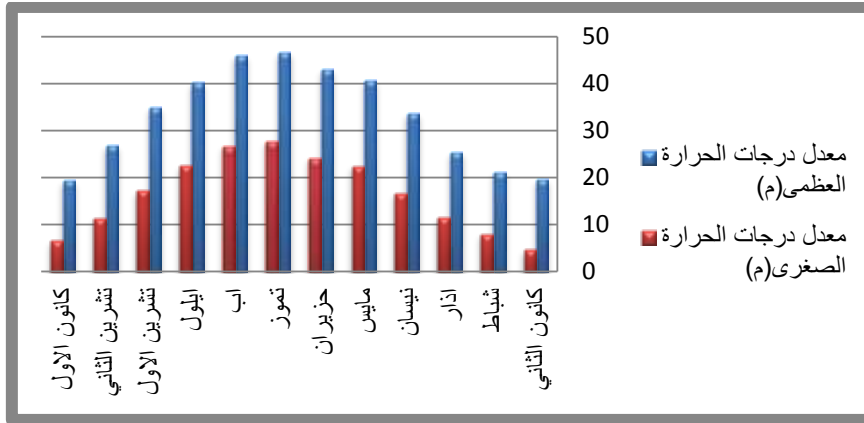
١ - درجات الحرارة : تعد درجات الحرارة من اهم العناصر المناخية المؤثرة على نسب الملوثات في الهواء ، اذ تشهد مدينة بغداد تبايناً ملحوظاً في درجات الحرارة بين فصلي الصيف والشتاء حيث سجلت اعلى درجات الحرارة العظمى خلال اشهر الصيف وبلغت (٤٣.١م) في شهر حزيران وسجلت درجات الحرارة الصغرى اعلى معدل لها في شهرتموز وبلغت (٢٧.٨م) في حين بلغت ادنى قيم درجات الحرارة خلال اشهر الشتاء حيث بلغ ادنى معدل لدرجات الحرارة العظمى في شهر كانون الاول وبلغت (١٩.٤م) وبلغت درجات الحرارة الصغرى ادنى معدل لها في شهر كانون الاول وبلغت (٦.٦م). جدول (١) شكل (١).

جدول (١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)

الشهر	معدل درجات الحرارة العظمى (م)	معدل درجات الحرارة الصغرى (م)	الشهر	معدل درجات الحرارة العظمى (م)	معدل درجات الحرارة الصغرى (م)
كانون الثاني	١٩.٧	٤.٧	تموز	٤٦.٦	٢٧.٨
شباط	٢١.٢	٨.٠	اب	٤٦.٠	٢٦.٧
اذار	٢٥.٤	١١.٥	ايلول	٤٠.٣	٢٢.٦
نيسان	٣٣.٧	١٦.٧	تشرين الاول	٣٥.٠	١٧.٣
مايس	٤٠.٧	٢٢.٥	تشرين الثاني	٢٦.٨	١١.٤
حزيران	٤٣.١	٢٤.٢	كانون الاول	١٩.٤	٦.٦

المصدر :١- جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي (بيانات غير منشورة لعام ٢٠٢٣).

شكل (١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (١)

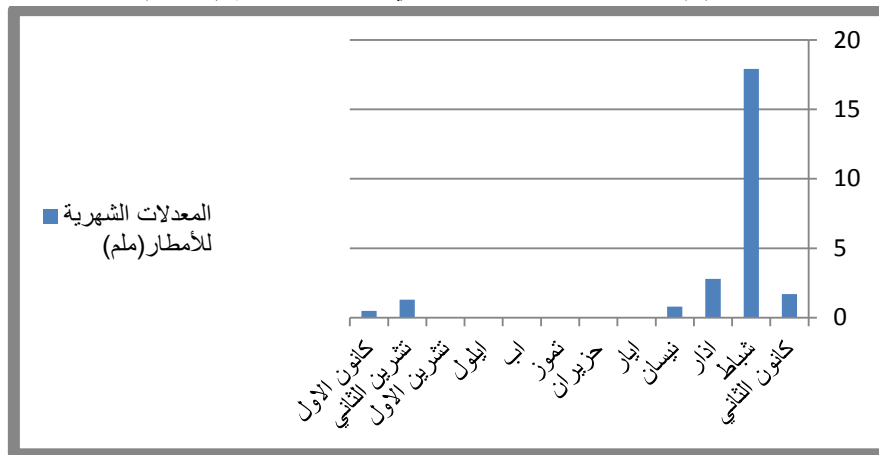
٢- الامطار : تعد الامطار من الناحية المناخية مظهرا من مظاهر التساقط الذي يشتمل كل من الثلج والبرد والمطر (المالكي، ٢٠١٦)، اذ تمتاز كل واحدة من تلك الظواهر الجوية على خصائص مختلفة من حيث الظروف الجوية المرافقة لتكوينها او من حيث التوزيع المكاني لتلك الظواهر (الدرجي، ٢٠١١)، وتتماز مدينة بغداد بقلة سقوط كمية الامطار وتذبذب كمياتها فضليا ومكانيا ، اذ يقتصر سقوط الامطار خلال اشهر الشتاء ويكاد يعدم سقوطها خلال اشهر الصيف ، حيث سجلت اعلى معدلات التساقط المطري في اشهر الشتاء وبلغت كمية الامطار في شهر شباط (١٧.٩ ملم) في حين لم تسجل اشهر الصيف اي تساقط مطري خلالها. جدول (٢) وشكل (٢) .

جدول (٢) المعدلات الشهرية للأمطار في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)

الاشهر	المعدلات الشهرية للأمطار (ملم)	الاشهر	المعدلات الشهرية للأمطار (ملم)
كانون الثاني	١.٧	تموز	٠.٠
شباط	١٧.٩	أب	٠.٠
أذار	٢.٨	ايلول	٠.٠
نيسان	٠.٨	تشرين الاول	٠.٠
ايار	٠.٠	تشرين الثاني	١.٣
حزيران	٠.٠	كانون الاول	٠.٥

المصدر: المصدر ١- جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي (بيانات غير منشورة لعام ٢٠٢٣).

شكل (٢) المعدلات الشهرية للأمطار في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٢).

٣- الرياح : تتعرض مدينة بغداد والعراق عموماً الى سيادة هبوب الرياح الشمالية الغربية وتبلغ نسبة هبوبها (٧٥٪) من مجموع اتجاه انواع الرياح الاخرى التي تهب على العراق ، ويسود نوع اخر من الرياح وهي الرياح الشرقية والشمالية الشرقية التي تهب خلال الفصل البارد ويصاحب هبوبها الانخفاض الشديد في درجات الحرارة ، اما الرياح الجنوبية الشرقية فهي رياح دافئة نسبياً ورطبة ويصاحب هبوبها احياناً سقوط الامطار بسبب قدومها من منطقة الخليج العربي (العاني و نوري، ١٩٧٩)، حيث نلاحظ من خلال الجدول (٣) ان اعلى معدل شهري لسرعة الرياح بلغ (٤.١ م/ثا) في شهر تموز في حين سجل ادنى معدل شهري لسرعة الرياح في شهر كانون الثاني وبلغت (٢.٥ م/ثا) . شكل (٣) .

جدول (٣) المعدل الشهري لسرعة الرياح في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)

الاشهر	معدل سرعة الرياح (م/ثا)	الاشهر	معدل سرعة الرياح (م/ثا)
كانون الثاني	٢.٥	تموز	٤.١
شباط	٢.٧	اب	٣.٥
اذار	٣.٢	ايلول	٣.١
نيسان	٣.٢	تشرين الاول	٢.٦
مايس	٣.٥	تشرين الثاني	٢.٦
حزيران	٤.٠	كانون الاول	٢.٦

المصدر: المصدر ١- جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي (بيانات غير منشورة لعام ٢٠٢٣).

شكل (٣) المعدل الشهري لسرعة الرياح في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٣)

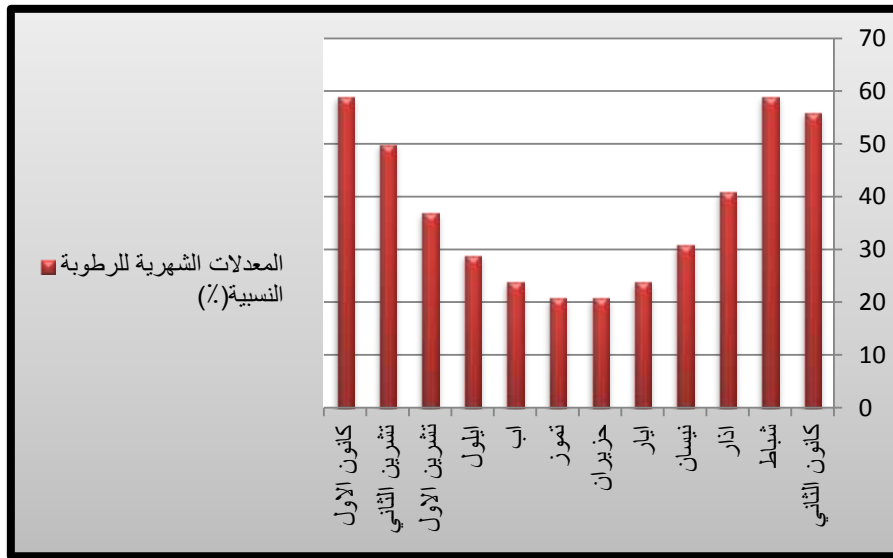
٤- الرطوبة النسبية : نقصد بالرطوبة النسبية النسبة المئوية لكمية بخار الماء الموجود فعلاً في الهواء ، ومن المعروف ان الرطوبة النسبية تتخفض في اشهر الصيف في عموم المحطات المناخية في العراق بما فيها محطة بغداد ، اذ سجلت الرطوبة النسبية في محطة بغداد اعلى معدل لها في شهري شباط وكانون الثاني وبلغت قيمتها (٥٩ ٪) في حين بلغت ادنى قيمة للرطوبة النسبية في شهري حزيران وتموز وبلغت (٢١ ٪) جدول (٤) والشكل (٤) .

جدول (٤) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)

المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%)	الاشهر	المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%)	الاشهر
٢١	تموز	٥٦	كانون الثاني
٢٤	اب	٥٩	شباط
٢٩	ايلول	٤١	اذار
٣٧	تشرين الاول	٣١	نيسان
٥٠	تشرين الثاني	٢٤	ايار
٥٩	كانون الاول	٢١	حزيران

المصدر: المصدر ١- جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي (بيانات غير منشورة لعام ٢٠٢٣).

شكل (٤) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في مدينة بغداد لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٤)

المبحث الثاني / مستويات تلوث الهواء في بغداد

توجد في مدينة بغداد عدة محطات لرصد الملوثات الناتجة عن مختلف الأنشطة البشرية وهذه محطات الرصد تتوزع على جانبي الكرخ والرصافة الا انها في الوقت الحالي تواجه بعض المعوقات التي تعيق استمرارها في اخذ القراءات للملوثات الهوائية ، اذ اعتمد الباحث بيانات محطتي رصد الاولى تقع في جانب الرصافة وتحديدا في ساحة الاندلس التابعة لبلدية الكرادة وهي (محطة الاندلس) والثانية تقع في جانب الكرخ تحديدا في منطقة السيدية وهي (محطة السيدية)، يتم في هذه المحطات رصد ملوثات الهواء بشكل مستمر والتي تتمثل ب(ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 ، وثاني اوكسيد النايتروجين NO_2 ، واول اوكسيد الكاربون CO ، وغاز الاوزون O_3 ، وغاز الميثان $NMHC$ ، والدقائق العالقة $PM_{2.5}$) وتتبعث هذا الملوثات من مصادر مختلفة وتنتشر في الغلاف الجوي مسببة مشاكل صحية على الانسان والبيئة المحيطة به .

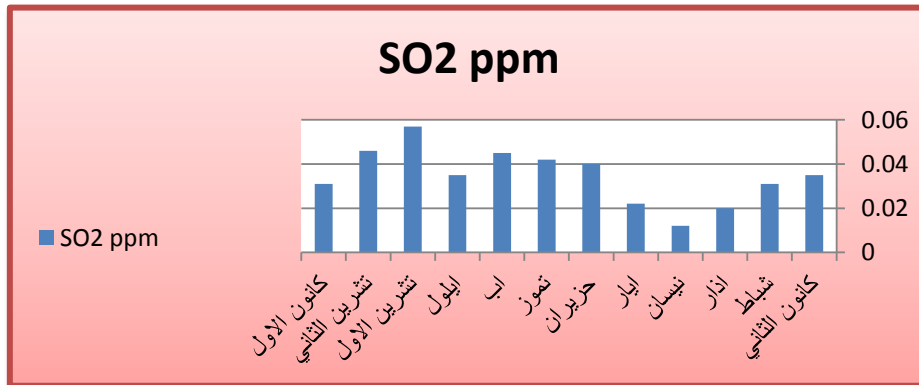
جدول (٥) المعدلات الشهرية والسنوية لمجموعة من الغازات والدقائق العالقة المقاسة في محافظة بغداد (محطة السيدية) لسنة (٢٠٢٣)

الشهر	SO ₂ ppm	NO ₂ ppm	CO ppm	O ₃ ppm	NMHC ppm	PM _{2.5} µg/m ³
كانون الثاني	٠.٠٣٥	٠.٠٢٩	٠.٣٤٣	٠.٠٢٤	١.٠١١	٥٢
شباط	٠.٠٣١	٠.٠٢٧	٠.٣٧٥	٠.٠٢٥	٠.٧٣١	٤٤
آذار	٠.٠٢٠	٠.٠٢٢	٠.٣٢١	٠.٠٣٧	٠.٥٧٣	٣٩
نيسان	٠.٠١٢	٠.٠٢٢	٠.٣٦٢	٠.٠٤٣	٠.٥٧٨	٤٦
ايار	٠.٠٢٢	٠.٠٢٤	٠.٣٠٣	٠.٠٤٣	٠.٤١٤	٥٥
حزيران	٠.٠٤٠	٠.٠٣٢	٠.٣٨٧	٠.٠٤٧	٠.٤٧٣	٧٤
تموز	٠.٠٤٢	٠.٠٣٣	٠.٣٦٩	٠.٠٤٢	٠.٥٨٥	١٠٥
اب	٠.٠٤٥	٠.٠٣٩	٠.٤٤١	٠.٠٣٨	٠.٦٦٥	١٠٤
ايلول	٠.٠٣٥	٠.٠٣١	٠.٤٣٦	٠.٠٥٠	٠.٦٤٧	٦٦
تشرين الاول	٠.٠٥٧	٠.٠٤٠	٠.٤٧٥	٠.٠٤٠	١.٠٧٤	٧١
تشرين الثاني	٠.٠٤٦	٠.٠٤٧	٠.٥٧٧	٠.٠٢٨	١.٣٦١	٦٥
كانون الاول	٠.٠٣١	٠.٠٣١	٠.٤٨٩	٠.٠٢٠	٠.٩٦٢	٦٥
المعدل السنوي	٠.٠٣٥	٠.٠٣١	٠.٤٠٧	٠.٠٣٦	٠.٧٥٦	٦٥.٥

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة البيئة ، شعبة تلوث الهواء ، جدول قراءات محطة السيدية .

١ - غاز ثاني اوكسيد الكبريت SO₂ : لقد تباينت نسب تراكيز غاز ثاني اوكسيد الكبريت في مدينة بغداد بحسب اشهر السنة و من خلال البيانات الواردة في الجدول (٥) نلاحظ ان شهر تشرين الاول قد سجل اعلى معدل شهري لغاز ثاني اوكسيد الكبريت وبنسبة بلغت (٠.٠٥٧ Ppm) في حين سجل شهر نيسان ادنى معدل شهري بلغ (٠.٠١٢ ppm) والمعدل السنوي بلغ (٠.٠٣٥ ppm) . شكل (٥) .

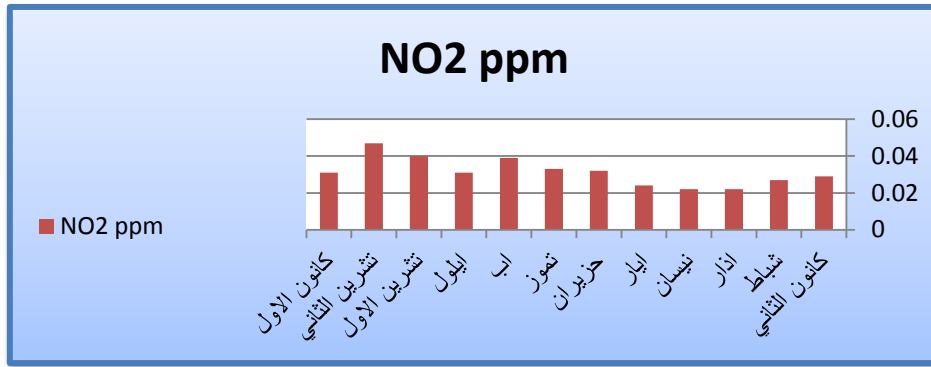
شكل (٥) المعدلات الشهرية لتراكيز غاز ثاني اوكسيد الكبريت في محطة السيدية لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٥).

٢- تراكيز غاز ثاني اوكسيد النايروجين NO₂: تباينت المعدلات الشهرية لغاز ثاني اوكسيد الكاربون في محطة السيدية بين اشهر السنة اذ سجل اعلى معدل شهري لهذا الغاز في شهر تشرين الثاني ويمعدل شهري بلغ (٠.٠٤٧ ppm) وسجل ادنى معدل شهري له في شهري آذار ونيسان ويمعدل بلغ (٠.٠٢٢ ppm) والمعدل السنوي بلغ (٠.٠٣١ ppm) . شكل (٦).

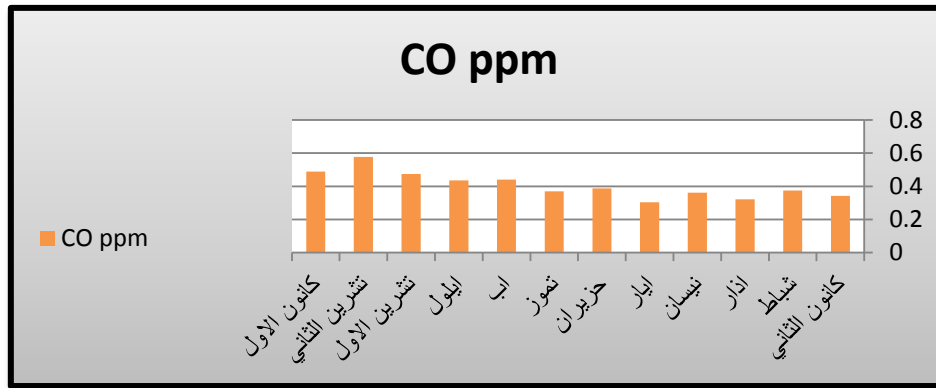
شكل (٦) المعدلات الشهرية لتراكيز غاز ثاني اوكسيد النتروجين في محطة السيدية لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٥).

٣- تراكيز غاز اول اوكسيد الكاربون CO: نلاحظ من خلال البيانات الواردة في جدول (٥) ان تراكيز غاز اول اوكسيد الكاربون في محطة السيدية سجلت اعلى معدل شهري لها في شهر تشرين الثاني بمعدل بلغ (ppm ٠.٥٧٧) في حين بلغ معدل تراكيز CO في شهر ايار (ppm ٠.٣٠٣) وهي ادنى معدل شهري لغاز اول اوكسيد الكاربون في محطة السيدية في جانب الكرخ والمعدل السنوي بلغ (ppm ٠.٤٠٧). شكل (٧).

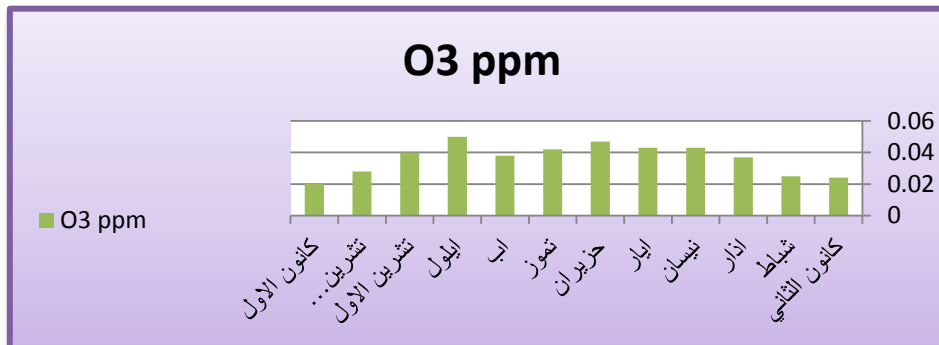
شكل (٧) المعدلات الشهرية لغاز اول اوكسيد الكاربون في محطة السيدية لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٥).

٤- غاز الازون O₃: تباينت نسب تراكيز غاز الازون في محطة السيدية بين اشهر السنة حيث سجل شهر ايلول اعلى معدل شهري بلغ (ppm ٠.٠٥٠) في حين سجل ادنى معدل شهري لهذا الغاز في شهر كانون الاول وبلغ (ppm ٠.٠٢٠) والمعدل السنوي بلغ (ppm ٠.٠٣٦). شكل (٨).

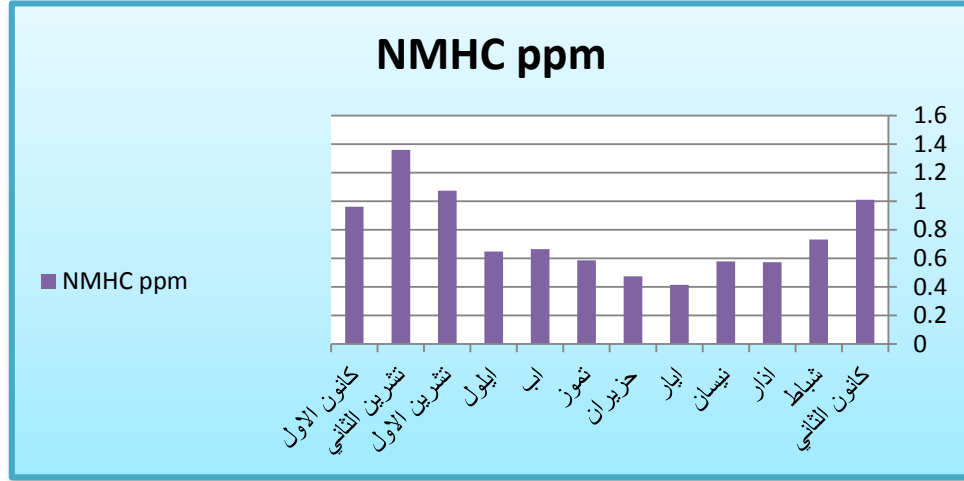
شكل (٨) المعدلات الشهرية لغاز الازون في محطة السيدية لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٥).

٥- تراكيز غاز الميثان NMHC : سجل اعلى معدل شهري لغاز الميثان في محطة السيدية في شهر تشرين الثاني وبلغ المعدل (١.٣٦١ ppm) وبلغ ادنى معدل شهري للميثان في شهر ايار وبلغ (٠.٤١٤ ppm) والمعدل السنوي بلغ (٠.٧٥٦ ppm) . شكل (٩).

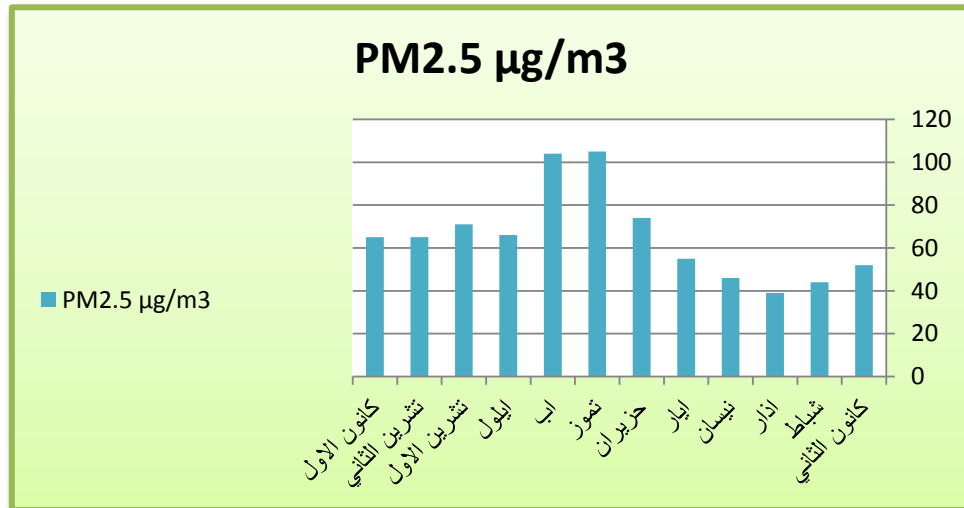
شكل (٩) المعدلات الشهرية لغاز الميثان في محطة السيدية لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٥).

٦- تراكيز الدقائق العالقة $pm_{2.5}$: تباينت نسب الجسيمات العالقة في الهواء في محطة السيدية بحسب اشهر السنة اذ سجل اعلى تركيز لها في شهر تموز بمعدل شهري بلغ (١٠٥ ppm) في حين بلغ ادنى معدل شهري للدقائق العالقة في شهر اذار وبلغت نسبتها (٣٩ ppm) والمعدل السنوي بلغ (٦٥.٥ ppm). شكل (١٠).

شكل (١٠) المعدلات الشهرية لتراكيز الدقائق العالقة في محطة السيدية لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٥).

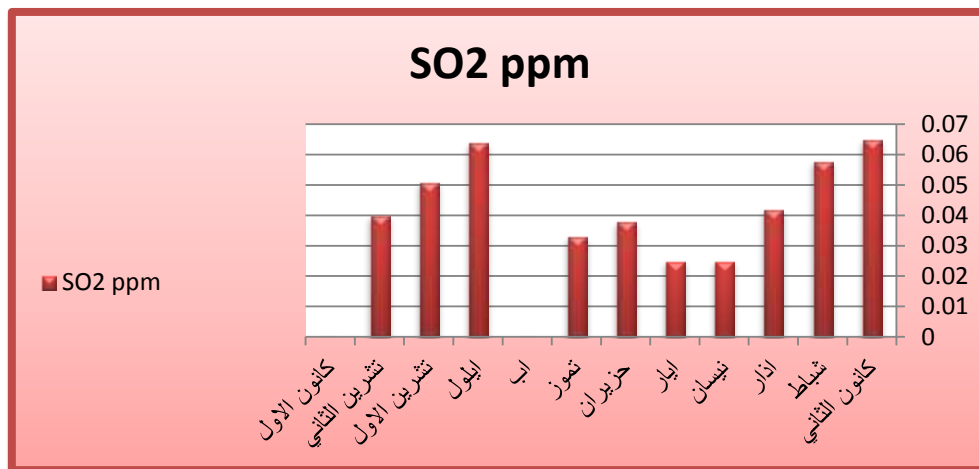
جدول (٦) المعدلات الشهرية والسنوية لمجموعة من الغازات والدقائق العالقة المقاسة في محافظة بغداد (محطة الاندلس) لسنة (٢٠٢٣)

الشهر	SO ₂ ppm	NO ₂ ppm	CO ppm	O ₃ ppm	NMHC ppm	PM _{2.5} µg/m ³
كانون الثاني	٠.٠٦٥	٠.٠١٦	٠.٠٠٥	٠.٠٠٦	--	--
شباط	٠.٠٥٨	٠.٠١٦	٠.٠٠٥	٠.٠٠٥	--	٩٤
آذار	٠.٠٤٢	٠.٠١٥	٠.٠٠٢	٠.٠٠٦	--	٢٥
نيسان	٠.٠٢٥	٠.٠١٥	٠.٠٠١	--	١.٩١٢	٢٤
ايار	٠.٠٢٥	٠.٠١٩	٠.٠٠٢	--	١.٩٨٧	٤٣
حزيران	٠.٠٣٨	٠.٠٣٦	٠.٠٠٢	--	١.٨٩٥	٣٤
تموز	٠.٠٣٣	٠.٠٣٠	٠.٠٠١	--	١.٧٥٢	٣١
آب	--	٠.٠٣٠	--	--	١.٨١٩	٣٩
ايلول	٠.٠٦٤	٠.٠٣٢	--	٠.٠١٣	١.٩٥٩	٤٣
تشرين الاول	٠.٠٥١	٠.٠٢٨	٠.٠٢٣	٠.٠١٢	٢.٠٥٨	٥٩
تشرين الثاني	٠.٠٤٠	٠.٠٢٧	٠.٠٠٦	٠.٠٠٨	١.٧٣٧	٨٥
كانون الاول	--	٠.٢٧	٠.٠٠٦	٠.٠٠٩	--	٨٣
المعدل السنوي	٠.٠٤٤	٠.٠٢٤	٠.٠٠٥	٠.٠٠٨	١.١٨٩٠	٥١

المصدر :

١ - غاز ثاني اوكسيد الكبريت SO₂ : لقد تباينت نسب تراكيز غاز ثاني اوكسيد الكبريت في مدينة بغداد بحسب اشهر السنة ومن خلال البيانات الواردة في الجدول (٦) نلاحظ ان شهر كانون الثاني قد سجل اعلى معدل شهري لغاز ثاني اوكسيد الكبريت وبمعدل بلغ (٠.٠٦٥ Ppm) في حين سجل شهري ايار ونيسان ادنى معدل شهري بلغ (٠.٠٢٥ ppm) والمعدل السنوي بلغ (٠.٠٤٤ ppm) . شكل (١١) .

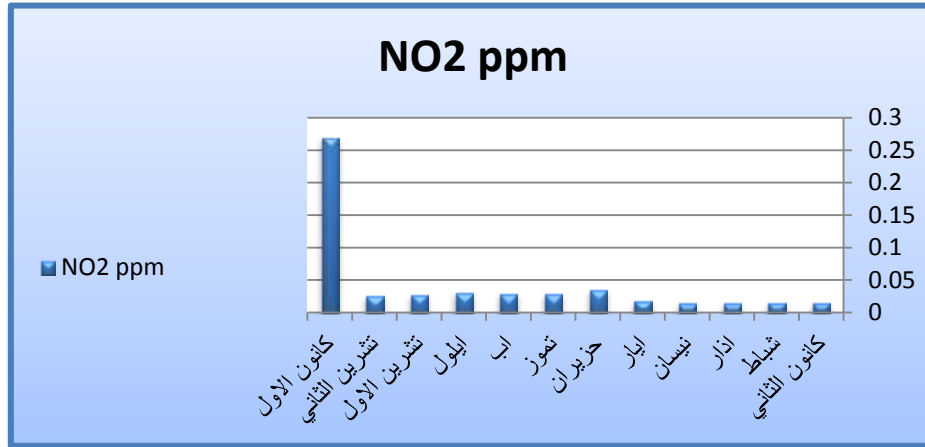
شكل (١١) المعدلات الشهرية لغاز ثاني اوكسيد الكبريت في محطة الاندلس لعام (٢٠٢٣)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٦)

٢- تراكيز غاز ثاني اوكسيد النايروجين NO_2 : تباينت المعدلات الشهرية لغاز ثاني اوكسيد الكاربون في محطة الاندلس بين اشهر السنة اذ سجل اعلى معدل شهري لهذا الغاز في شهر حزيران وبمعدل شهري بلغ (٠.٠٣٦ ppm) وسجل ادنى معدل شهري له في شهري اذار ونيسان وبمعدل بلغ (٠.٠١٥ ppm) وبلغ المعدل السنوي (٠.٠٢٤ ppm). الشكل (١٢).

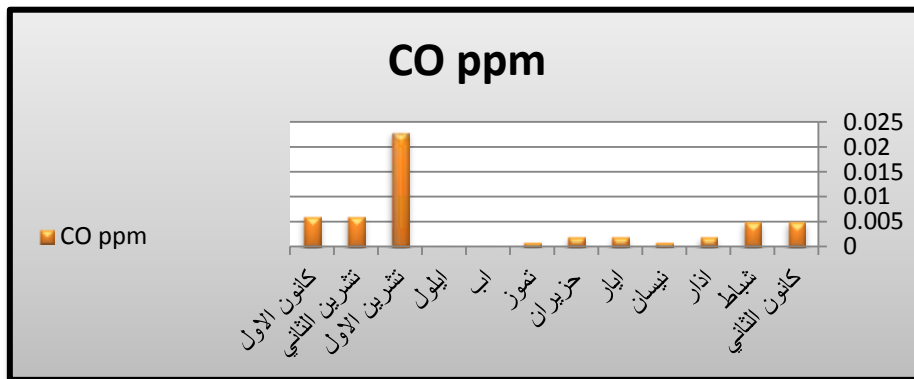
شكل (١٢) المعدلات الشهرية لغاز ثاني اوكسيد النتروجين في محطة الاندلس لعام (٢٠٢٣)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٦).

٣- تراكيز غاز اول اوكسيد الكاربون CO : نلاحظ من خلال البيانات الواردة في جدول (٦) ان تراكيز غاز اول اوكسيد الكاربون في محطة الاندلس سجلت اعلى معدل شهري لها في شهر تشرين الاول بمعدل بلغ (٠.٠٢٣ ppm) في حين بلغ معدل تراكيز CO في شهري نيسان وتموز (٠.٠٠١ ppm) وهي ادنى معدل شهري لغاز اول اوكسيد الكاربون في محطة الاندلس وكان المعدل السنوي للغاز قد بلغ (٠.٠٠٥ ppm). شكل (١٣).

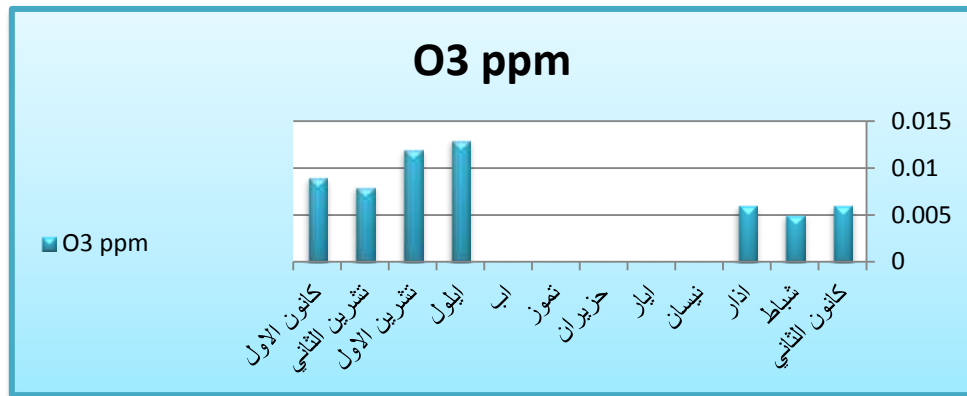
شكل (١٣) المعدلات الشهرية لغاز اول اوكسيد الكاربون في محطة الاندلس لعام (٢٠٢٣)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٦).

٤- غاز الازون O_3 : تباينت نسب تراكيز غاز الازون في محطة الاندلس بين اشهر السنة حيث سجل شهر ايلول اعلى معدل شهري بلغ (٠.٠١٣ ppm) في حين سجل ادنى معدل شهري لهذا الغاز في شهر شباط وبلغ (٠.٠٠٥ ppm) وكان المعدل السنوي للغاز قد بلغ (٠.٠٠٨ ppm). شكل (١٤).

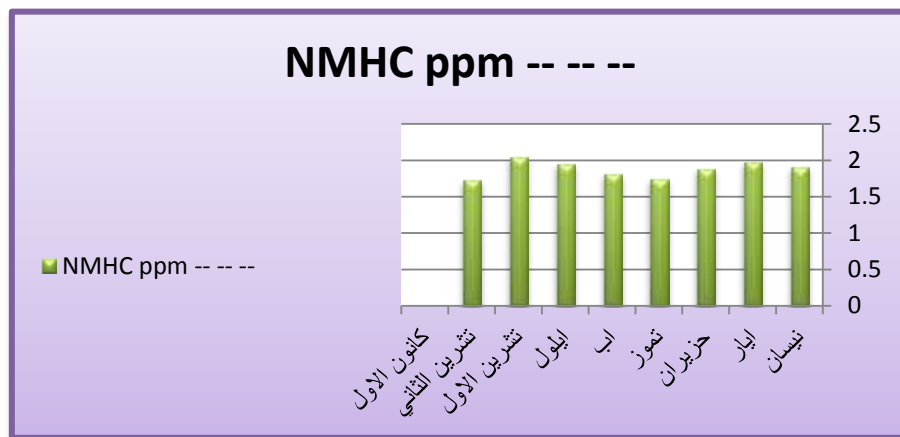
شكل (١٤) المعدلات الشهرية لغاز الاوزون في محطة الاندلس لعام (٢٠٢٣)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٦)

٥- تراكيز غاز الميثان NMHC : سجل اعلى معدل شهري لغاز الميثان في محطة الاندلس في شهر تشرين الاول وبلغ المعدل (٢.٠٥٨ ppm) وبلغ ادنى معدل شهري للميثان في شهر تشرين الثاني وبلغ (١.٧٣٧ ppm) والمعدل السنوي بلغ (١.١٨٩ ppm) . شكل (١٥).

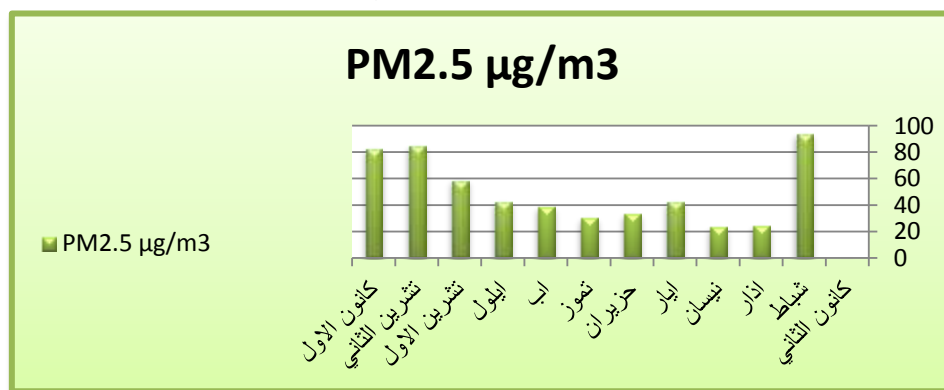
شكل (١٥) المعدلات الشهرية لغاز الميثان في محطة الاندلس لعام (٢٠٢٣)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٦).

٦- تراكيز الدقائق العالقة pm2.5 : تباينت نسب الجسيمات العالقة في الهواء في محطة الاندلس بحسب اشهر السنة اذ سجل اعلى تركيز لها في شهر شباط بمعدل شهري بلغ (٩٤ ppm) في حين بلغ ادنى معدل شهري للدقائق العالقة في شهر نيسان وبلغت نسبتها (٢٤ ppm) والمعدل السنوي بلغ (٥١ ppm) . شكل (١٦).

شكل (١٦) المعدلات الشهرية لتراكيز الدقائق العالقة في محطة الاندلس لعام (٢٠٢٣)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٦).

المبحث الثالث / العلاقة بين العناصر المناخية وملوثات الهواء

تعد ملوثات الهواء من أخطر التحديات البيئية التي تواجه المدن الحديثة، إذ ترتبط بشكل وثيق بالعوامل المناخية التي تتحكم في توزيعها وتركيزها. تلعب كل من درجة الحرارة، سرعة واتجاه الرياح، كمية الأمطار، ومستوى الرطوبة النسبية دورًا محوريًا في التأثير على سلوك الملوثات الجوية. فهم هذه العلاقة يُعد أساسًا في وضع استراتيجيات فعّالة لمراقبة جودة الهواء والحد من آثاره السلبية على البيئة وصحة الإنسان، وفي هذا المبحث سوف ندرس علاقة العناصر المناخية في ملوثات الهواء باعتماد مقارنة بيانات المناخ مع بيانات معدل التلوث في بغداد .

١- **درجة الحرارة** : ترتبط درجة الحرارة بتركيز الملوثات في الهواء بعدة آليات. إذ يُسهم ارتفاع درجة الحرارة في تعزيز التفاعلات الكيميائية بين الملوثات، كما أن الظواهر الحرارية مثل الانقلاب الحراري تعمل على احتباس الملوثات في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي، مما يزيد من تركيزها ويُفاقم آثارها الصحية. ومن خلال مقارنة بيانات التلوث في مدينة بغداد والمعدلات الشهرية لمعدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى في محطة بغداد المناخية نجد هناك علاقة بين درجات الحرارة وملوثات الهواء المقاسة في محطات التلوث، إذ صاحب الارتفاع في المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة ارتفاع في قيم ملوثات الهواء خاصة خلال اشهر الصيف باستثناء غاز الميثان الذي سجل اقل المعدلات الشهرية مع ارتفاع درجات الحرارة، وانخفضت معدلات قيم التلوث خلال الفصل الشتوي مع انخفاض درجات الحرارة باستثناء غاز الميثان الذي سجل اعلى معدلاته شهرية . جدول (٧) والشكل (١٧).

جدول (٧) علاقة المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى في ملوثات الهواء

الشهر	معدل درجات الحرارة العظمى (م)	معدل درجات الحرارة الصغرى (م)	SO ₂ ppm	NO ₂ ppm	CO ppm	O ₃ ppm	NMHC ppm	PM _{2.5} µg/m ³
كانون الثاني	١٩.٧	٤.٧	٠.٠٣٥	٠.٠٢٩	٠.٣٤٣	٠.٠٢٤	١.٠١١	٥٢
شباط	٢١.٢	٨.٠	٠.٠٣١	٠.٠٢٧	٠.٣٧٥	٠.٠٢٥	٠.٧٣١	٤٤
آذار	٢٥.٤	١١.٥	٠.٠٢٠	٠.٠٢٢	٠.٣٢١	٠.٠٣٧	٠.٥٧٣	٣٩
نيسان	٣٣.٧	١٦.٧	٠.٠١٢	٠.٠٢٢	٠.٣٦٢	٠.٠٤٣	٠.٥٧٨	٤٦
مايس	٤٠.٧	٢٢.٥	٠.٠٢٢	٠.٠٢٤	٠.٣٠٣	٠.٠٤٣	٠.٤١٤	٥٥
حزيران	٤٣.١	٢٤.٢	٠.٠٤٠	٠.٠٣٢	٠.٣٨٧	٠.٠٤٧	٠.٤٧٣	٧٤
تموز	٤٦.٦	٢٧.٨	٠.٠٤٢	٠.٠٣٣	٠.٣٦٩	٠.٠٤٢	٠.٥٨٥	١٠٥
آب	٤٦.٠	٢٦.٧	٠.٠٤٥	٠.٠٣٩	٠.٤٤١	٠.٠٣٨	٠.٦٦٥	١٠٤
ايلول	٤٠.٣	٢٢.٦	٠.٠٣٥	٠.٠٣١	٠.٤٣٦	٠.٠٥٠	٠.٦٤٧	٦٦
تشرين الاول	٣٥.٠	١٧.٣	٠.٠٥٧	٠.٠٤٠	٠.٤٧٥	٠.٠٤٠	١.٠٧٤	٧١
تشرين الثاني	٢٦.٨	١١.٤	٠.٠٤٦	٠.٠٤٧	٠.٥٧٧	٠.٠٢٨	١.٣٦١	٦٥
كانون الاول	١٩.٤	٦.٦	٠.٠٣١	٠.٠٣١	٠.٤٨٩	٠.٠٢٠	٠.٩٦٢	٦٥

المصدر : هيئة الاحصاء ونظم المعلومات الجغرافية ، الاحصاءات البيئية للعراق ملوثات الهواء ، ٢٠٢٣.

الشكل (١٧) العلاقة بين المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة وملوثات الهواء



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٧).

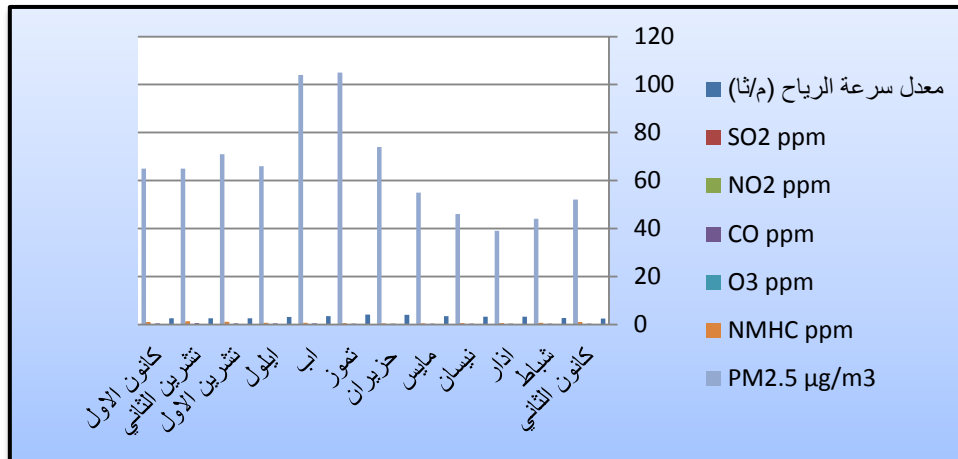
٢- الرياح : تؤثر سرعة واتجاه الرياح في حركة وانتقال الملوثات من مناطق المصدر إلى مناطق أخرى. فالرياح القوية تساعد على تشتت الملوثات وتقليل تركيزها في منطقة معينة، في حين أن الرياح الضعيفة قد تساهم في تراكم الملوثات لفترات أطول، وتعد الرياح من أهم العوامل الديناميكية التي تنقل الملوثات عبر مسافات طويلة، كما تسهم في تغيير التركيب الكيميائي للهواء المحيط، ويلاحظ من خلال البيانات الواردة في جدول (٨) والشكل (١٨) هناك علاقة بين المعدلات الشهرية للرياح ومعدل انتشار الملوثات الهوائية حيث سجلت قيم بعض الملوثات اعلى المعدلات الشهرية لها خلال الفصل الحار الذي يرافقه ارتفاع في سرعة الرياح باستثناء غاز الميثان الذي انخفضت معدلاته خلال الفصل الحار وسجل في الفصل البارد اعلى المعدلات الشهرية له .

جدول (٨) علاقة المعدلات الشهرية لسرعة الرياح في تلوث هواء مدينة بغداد

PM _{2.5} µg/m ³	NMHC ppm	O ₃ ppm	CO ppm	NO ₂ ppm	SO ₂ ppm	معدل سرعة الرياح (م/ثا)	الاشهر
٥٢	١.٠١١	٠.٠٢٤	٠.٣٤٣	٠.٠٢٩	٠.٠٣٥	٢.٥	كانون الثاني
٤٤	٠.٧٣١	٠.٠٢٥	٠.٣٧٥	٠.٠٢٧	٠.٠٣١	٢.٧	شباط
٣٩	٠.٥٧٣	٠.٠٣٧	٠.٣٢١	٠.٠٢٢	٠.٠٢٠	٣.٢	اذار
٤٦	٠.٥٧٨	٠.٠٤٣	٠.٣٦٢	٠.٠٢٢	٠.٠١٢	٣.٢	نيسان
٥٥	٠.٤١٤	٠.٠٤٣	٠.٣٠٣	٠.٠٢٤	٠.٠٢٢	٣.٥	مايس
٧٤	٠.٤٧٣	٠.٠٤٧	٠.٣٨٧	٠.٠٣٢	٠.٠٤٠	٤.٠	حزيران
١٠٥	٠.٥٨٥	٠.٠٤٢	٠.٣٦٩	٠.٠٣٣	٠.٠٤٢	٤.١	تموز
١٠٤	٠.٦٦٥	٠.٠٣٨	٠.٤٤١	٠.٠٣٩	٠.٠٤٥	٣.٥	اب
٦٦	٠.٦٤٧	٠.٠٥٠	٠.٤٣٦	٠.٠٣١	٠.٠٣٥	٣.١	ايلول
٧١	١.٠٧٤	٠.٠٤٠	٠.٤٧٥	٠.٠٤٠	٠.٠٥٧	٢.٦	تشرين الاول
٦٥	١.٣٦١	٠.٠٢٨	٠.٥٧٧	٠.٠٤٧	٠.٠٤٦	٢.٦	تشرين الثاني
٦٥	٠.٩٦٢	٠.٠٢٠	٠.٤٨٩	٠.٠٣١	٠.٠٣١	٢.٦	كانون الاول

المصدر : هيئة الاحصاء ونظم المعلومات الجغرافية ، الاحصاءات البيئية للعراق ملوثات الهواء ، ٢٠٢٣.

شكل (١٨) علاقة المعدلات الشهرية لسرعة الرياح في تلوث الهواء



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٨).

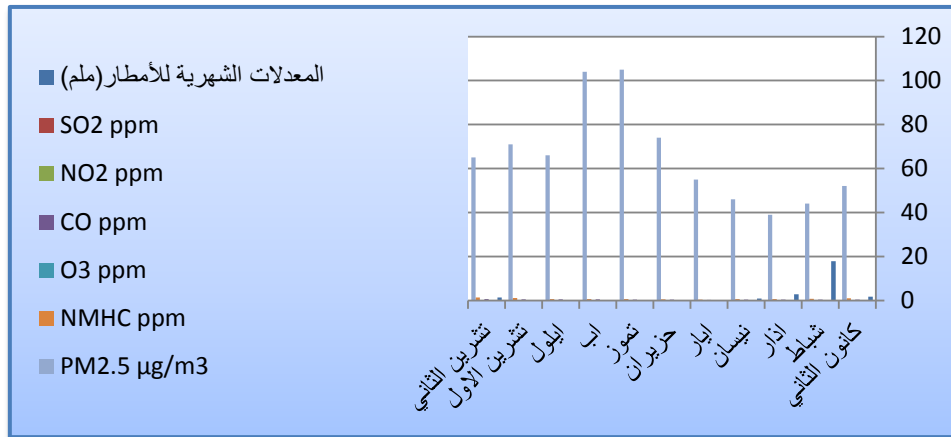
٣- الأمطار: تلعب الأمطار دورًا في تنظيف الجو من بعض الملوثات من خلال عملية تعرف بـ"الغسل الجوي"، حيث تلتقط قطرات المطر الجسيمات والغازات الملوثة وتنقلها إلى الأرض. في المقابل، فإن وجود ملوثات معينة في الجو قد يؤدي إلى تكوّن أمطار حمضية. وأن الأمطار تقلل من تركيز الجسيمات الدقيقة (PM10 و PM2.5)، لكنها قد تسهم في نقل الملوثات إلى التربة والمساحات المائية مما يؤدي إلى تلوثها، ونلاحظ من خلال البيانات الواردة في جدول (٩) والشكل (١٩) هناك علاقة بين المعدلات الشهرية للأمطار والمعدلات الشهرية للملوثات، إذ سجلت قيم بعض الملوثات أعلى معدلات شهرية لها بانعدام سقوط الأمطار خلال الفصل الحار على عكس ذلك في الموسم البارد الذي سجلت فيه قيم الملوثات أدنى المعدلات لها مع ارتفاع معدلات سقوط المطر الذي يعمل كما ذكرنا على غسل الجو من الملوثات والجسيمات الدقيقة فيه.

جدول (٩) علاقة المعدلات الشهرية للأمطار في تلوث الهواء في مدينة بغداد

PM _{2.5} µg/m ³	NMHC ppm	O ₃ ppm	CO ppm	NO ₂ ppm	SO ₂ ppm	المعدلات الشهرية للأمطار (مم)	الاشهر
٥٢	١.٠١١	٠.٠٢٤	٠.٣٤٣	٠.٠٢٩	٠.٠٣٥	١.٧	كانون الثاني
٤٤	٠.٧٣١	٠.٠٢٥	٠.٣٧٥	٠.٠٢٧	٠.٠٣١	١٧.٩	شباط
٣٩	٠.٥٧٣	٠.٠٣٧	٠.٣٢١	٠.٠٢٢	٠.٠٢٠	٢.٨	آذار
٤٦	٠.٥٧٨	٠.٠٤٣	٠.٣٦٢	٠.٠٢٢	٠.٠١٢	٠.٨	نيسان
٥٥	٠.٤١٤	٠.٠٤٣	٠.٣٠٣	٠.٠٢٤	٠.٠٢٢	٠.٠	ايار
٧٤	٠.٤٧٣	٠.٠٤٧	٠.٣٨٧	٠.٠٣٢	٠.٠٤٠	٠.٠	حزيران
١٠٥	٠.٥٨٥	٠.٠٤٢	٠.٣٦٩	٠.٠٣٣	٠.٠٤٢	٠.٠	تموز
١٠٤	٠.٦٦٥	٠.٠٣٨	٠.٤٤١	٠.٠٣٩	٠.٠٤٥	٠.٠	آب
٦٦	٠.٦٤٧	٠.٠٥٠	٠.٤٣٦	٠.٠٣١	٠.٠٣٥	٠.٠	ايلول
٧١	١.٠٧٤	٠.٠٤٠	٠.٤٧٥	٠.٠٤٠	٠.٠٥٧	٠.٠	تشرين الاول
٦٥	١.٣٦١	٠.٠٢٨	٠.٥٧٧	٠.٠٤٧	٠.٠٤٦	١.٣	تشرين الثاني
٦٥	٠.٩٦٢	٠.٠٢٠	٠.٤٨٩	٠.٠٣١	٠.٠٣١	٠.٥	كانون الاول

المصدر: هيئة الاحصاء ونظم المعلومات الجغرافية، الاحصاءات البيئية للعراق ملوثات الهواء، ٢٠٢٣.

شكل (١٩) علاقة المعدلات الشهرية للأمطار في تلوث الهواء في مدينة بغداد



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٩).

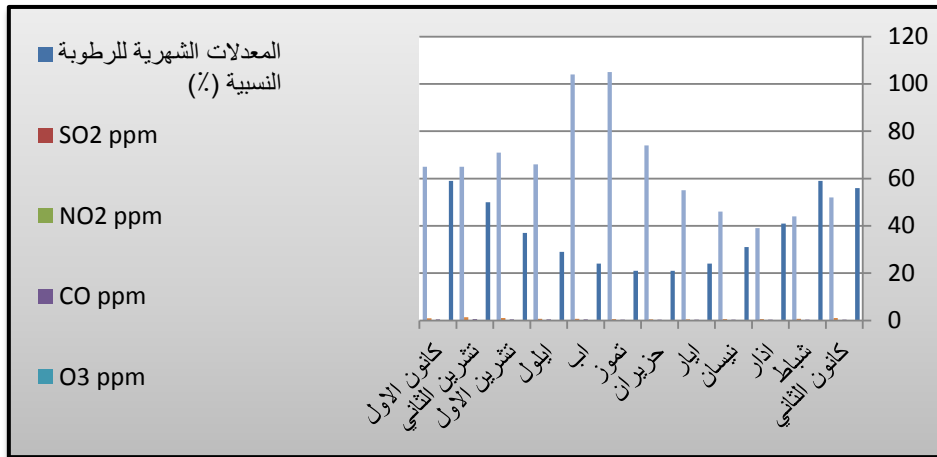
رابعا: الرطوبة النسبية: تؤثر الرطوبة النسبية على تفاعلية بعض الغازات والجسيمات الملوثة، حيث تؤدي الرطوبة العالية إلى زيادة حجم الجسيمات الدقيقة مما يجعلها أكثر قدرة على التغلغل في الجهاز التنفسي. كما تسهم في تكوين الضباب الدخاني خصوصا في المدن الصناعية. إذ ان الرطوبة النسبية العالية تؤدي إلى امتصاص الجزيئات الدقيقة للرطوبة وزيادة فعاليتها في امتصاص الملوثات السامة، كما تؤثر في تشكيل الضباب الدخاني في المناطق الحضرية، ومن خلال البيانات الواردة في جدول (٢٠) والشكل (٢٠) نلاحظ ان جميع ملوثات عناصر الهواء المقاسة في مدينة بغداد تتناسب عكسيا مع المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في الجو، إذ سجلت الرطوبة النسبية اعلى معدلات شهرية خلال الفصل البارد الذي صاحبه انخفاض في نسب الملوثات الهوائية باستثناء غاز الميثان الذي شهدت معدلاته ارتفاع ملحوظ في اشهر الشتاء.

جدول (٢٠) علاقة المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في تلوث هواء مدينة بغداد

PM _{2.5} µg/m ³	NMHC ppm	O ₃ ppm	CO ppm	NO ₂ ppm	SO ₂ ppm	المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%)	الاشهر
٥٢	١.٠١١	٠.٠٢٤	٠.٣٤٣	٠.٠٢٩	٠.٠٣٥	٥٦	كانون الثاني
٤٤	٠.٧٣١	٠.٠٢٥	٠.٣٧٥	٠.٠٢٧	٠.٠٣١	٥٩	شباط
٣٩	٠.٥٧٣	٠.٠٣٧	٠.٣٢١	٠.٠٢٢	٠.٠٢٠	٤١	آذار
٤٦	٠.٥٧٨	٠.٠٤٣	٠.٣٦٢	٠.٠٢٢	٠.٠١٢	٣١	نيسان
٥٥	٠.٤١٤	٠.٠٤٣	٠.٣٠٣	٠.٠٢٤	٠.٠٢٢	٢٤	ايار
٧٤	٠.٤٧٣	٠.٠٤٧	٠.٣٨٧	٠.٠٣٢	٠.٠٤٠	٢١	حزيران
١٠٥	٠.٥٨٥	٠.٠٤٢	٠.٣٦٩	٠.٠٣٣	٠.٠٤٢	٢١	تموز
١٠٤	٠.٦٦٥	٠.٠٣٨	٠.٤٤١	٠.٠٣٩	٠.٠٤٥	٢٤	آب
٦٦	٠.٦٤٧	٠.٠٥٠	٠.٤٣٦	٠.٠٣١	٠.٠٣٥	٢٩	ايلول
٧١	١.٠٧٤	٠.٠٤٠	٠.٤٧٥	٠.٠٤٠	٠.٠٥٧	٣٧	تشرين الاول
٦٥	١.٣٦١	٠.٠٢٨	٠.٥٧٧	٠.٠٤٧	٠.٠٤٦	٥٠	تشرين الثاني
٦٥	٠.٩٦٢	٠.٠٢٠	٠.٤٨٩	٠.٠٣١	٠.٠٣١	٥٩	كانون الاول

المصدر: هيئة الاحصاء ونظم المعلومات الجغرافية، الاحصاءات البيئية للعراق ملوثات الهواء، ٢٠٢٣.

شكل (٢٠) علاقة المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في تلوث الهواء في مدينة بغداد



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (٢٠)

الاستنتاجات :

- ١- يتضح ان تلوث الهواء في بغداد يرتبط ارتباطا وثيقا بتغيرات العناصر المناخية اذ لا يمكن فصله عن الظروف الجوية السائدة .
- ٢- تعد مصادر التلوث البشرية المتمثلة بوسائل النقل والمولدات والنشاط الصناعي العامل الاساسي الا ان المناخ يلعب دورا حاسما في زيادة او تخفيف تركيز الملوثات .
- ٣- تسهم الحرارة العالية في زيادة استهلاك الطاقة وبالتالي زيادة انبعاثات المولدات الكهربائية .
- ٤- الرياح القوية المحملة بالغبار تؤدي الى ارتفاع مستويات الجسيمات العالقة .
- ٥- يظهر التلوث بشكل اكبر خلال فصل الصيف بسبب الحرارة والغبار .

التوصيات :

- ١- وضع استراتيجية وطنية متكاملة لأدارة جودة الهواء تأخذ بعين الاعتبار التغيرات المناخية والموسمية .
- ٢- تشديد الرقابة على انبعاثات المركبات عبر الفحص الدوري الالزامي وتقليل استيراد السيارات القديمة .
- ٣- تنظيم عمل المولدات الاهلية وتحديد مواقعها بعيدا عن المناطق السكنية مع فرض استخدام مرشحات حديثة لتقليل التلوث .
- ٤- اعادة توزيع الانشطة الصناعية خارج النطاق الحضري وتقليل تركزها داخل المدينة .
- ٥- التوسع في انشاء الاحزمة الخضراء حول مدينة بغداد للحد من تأثير العواصف الترابية.

المصادر

- خطاب صكار العاني، و نوري خليل البرازي. (١٩٧٩). *جغرافية العراق* (المجلد الطبعة الاولى). جامعة بغداد.
- عبد الله سالم المالكي. (٢٠١٦). *جغرافية العراق* (المجلد الطبعة الاولى). بغداد: دار وضاح.
- وليد محمد كاطع الدراجي. (٢٠١١). خدمات التعليم الابتدائي في مدينة الصدر . ٣٢ .

References

- Al-Anbi, K. S., & Al-Barazi, N. K. (1979). *Jughrafiyat al-Iraq* [Geography of Iraq] (1st ed.). University of Baghdad.
- Al-Malki, A. S. (2016). *Jughrafiyat al-Iraq* [Geography of Iraq] (1st ed.). Dar Waddah.
- Al-Darraj, W. M. K. (2011). *Khadamat al-ta'lim al-ibtida'i fi Madinat al-Sadr* [Primary education services in Sadr City]. *Journal Name/Publisher Name*, (32).