العـــدد A8 لسنة 2023
No. 8A – March 2023
المجلة العراقية للبحوث الانسانية والاجتماعية والعلمية
Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 - - Electronic ISSN 2790-1254

# تأثير الخصائص المناخية على جودة الهواء في محافظة كركوك لعام ٢٠٢٠

م.م. مروج طاهر نعمان
كلية الآداب، قسم الجغرافية التطبيقية، جامعة تكريت

**الملخص:**
جاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على العناصر المناخية وأثرها الكبير في تلوث الهواء في محافظة كركوك حيث يختلف تأثير كل عنصر عن الأخر، وهنا تكمن خطورة المشكلة في منطقة الدراسة بوجود منطقة صناعية واسعة والمتمثلة بالمنشآت النفطية(ابار النفط) ومصفى كركوك النفطي التي تقع في الجهة الشمالية والشمالية تلوث الهواء في مدينة كركوك المتمثلة بالصناعات الغربية، وأيضاً وجود مصادر اخرى قد ساهمت التحويلية ومعمل اسمنت كركوك ووسائط النقل المختلفة والافران والمطاعم واحتراق النفايات وجمعها ونقلها وطمرها في المدينة لا تسير وفق الأسلوب العلمي، الامر الذي يؤدي الى تلوث الهواء في المدينة، ومن خلال أهمية الدراسة لوحظ أن الرياح والعواصف الترابية ودرجة الحرارة والإمطار وغيرها من الاضطرابات الجوية دوراً مهماً في نشر التلوث الهوائي في منطقة الدراسة، واستنتجت الدراسة أن التلوث الهوائي في محافظة كركوك يتأثر بشكل كبير بطبيعة العناصر المناخية في نشر الملوثات وتركزها، وقد وجدت الدراسة ان المناطق القريبة على مصادر التلوث متأثر بدرجة عالية من التلوث وتضم مركز مدينة كركوك بالدرجة الرئيسة ومراكز الاقضية في الدرجة الثانية.

**الكلمات المفتاحية**: جودة الهواء، العناصر المناخية، محافظة كركوك، بينات القمر الصناعي Sentinel-5.

# The Effect Of Climatic Characteristics On Air Quality In Kirkuk Governorate For The Year 2020

Moroj Taher Numan
College of Arts, Department of Applied Geography, University of Tikrit

**Abstract**:
This study came to highlight the climatic elements and their significant impact on air pollution in Kirkuk governorate, where the impact of each element differs from the other, and here lies the seriousness of the problem in the study area with the presence of a large industrial zone, represented by oil facilities(oil wells) and the Kirkuk oil refinery, which is located on the northern and northern side it leads to air pollution in the city, and through the importance of the study it was noted that Wind, dust storms, temperature, rain and other atmospheric disturbances play an important role in the dissemination of air pollution in the study area, and the study concluded that air pollution in Kirkuk governorate is significantly affected by the nature of climatic elements in the dissemination of pollutants and their concentration. the study found that the areas close to the sources of pollution is affected by a high degree of pollution and includes the city center of Kirkuk in the main degree and the Centers of the districts in the second degree.

**Keywords**: air quality, climatic elements, Kirkuk Governorate, Sentinel-5 satellite data

**المقدمة:**

ظهر في الوقت الحاضر اهتمام كبير على المستوى المحلي والعالمي في نوعية البيئة. ويعد التلوث الهوائي من المصادر الأساسية للتلوث البيئي، وبما أن التلوث الهوائي تزاد نسبته في الجو في كل عام سوى من المصادر الطبيعية والصناعية نتيجة تزايد نشاطات الإنسان المضرة في البيئة.

والتلوث الهوائي يعني وجود مواد في الهواء بتركيزات مختلفة تكون ضارة لصحة الإنسان والحيوان والنبات والبيئة، او هو وجود أي مواد صلبة او سائلة او غازية في الهواء بكميات تؤدي الى وقوع أضرار فسيولوجية أو اقتصادية أو الاثنين معاً بالإنسان والحيوان والنبات والآلات والمعدات او تؤدي إلى التأثير في طبيعة الأشياء وفي مظهرها وخصائصها الفيزيائية والكيمائية ولذلك فان كل تغير في خصائص ومواصفات الهواء الطبيعي يترتب عليه خطر على صحة الإنسان والبيئة سواء كان هذا التلوث ناتجاً عن عوامل طبيعية او نشاط إنساني، وقد عرف المجلس الأوربي (1970) تلوث الهواء يعني وجود مواد غريبة في الهواء او عندما يحدث تغير هام في النسب المكونة للهواء قد تؤدي الى نتائج ضارة او كل ما يسبب مضايقات وإزعاجات للإنسان).

وتنبعث الملوثات الى الجو من مصادر المداخن الطويلة (المصادر المنخفضة المصادر المساحية والخطية بالطرق المعلقة او الطرق الضيقة الواقعة بين ابنية شاهقة الارتفاع او جبال او تلال). وعندما تنبعث الملوثات تختلط بالهواء المحيط يسمى عملية الحك والانتشار للغاز. والظروف المناخية تؤثر بشكل مؤكد على توزيع التلوث الهوائية ولذلك اشارت منظمة الأرصاد الجوية العالمية ان توزيع مراكز التلوث وانتشارها تتأثر بصورة رئيسية بسرعة واتجاه الرياح والاضطرابات واستقراريه الجو، الطبقة الحاجزة للتركيب الحراري العمودي، درجة الحرارة والكتل الهوائية، توزيعات الضغط، الظروف الجغرافية والبيئي، ولذلك سوف نناقش ذلك على مستوى مصدر للتلوث من نقطة لمصدر مرتفع للتلوث الصناعي. يعتمد انتشار التلوث على الحركة المضطربة للهواء وعلى ديناميكية الموانع لمحاولة الانتشار ويتم حساب انتشار الملوثات باتجاه الرياح من مصدر يبعث الملوثات بصورة مستمرة وعلى ارتفاع معين.

لكن وصف النقطة التي يدخل منها التلوث الى الجو بالارتفاع الحقيقي للمدخنة في أكثر الحالات بالارتفاع الفعال للمدخنة ويعتمد الارتفاع الفعال للمدخنة على ارتفاع المدخنة نفسها وعلى سرعة خروج المواد فإذا كانت المواد غازية، سوف يعتمد كذلك على قابلية الغاز للارتفاع وحالة الاستقرار في الجو. طالما ان الغاز الخارج من المدخنة يتصرف في معظم الحالات مثل ذرة في الهواء المزاحة من السطح.

**مشكلة الدراسة:**

أن تلوث الهوائي يتأثر بالعناصر المناخية وأن لها دوراً كبيراً في نشر الملوثات الهوائية أو امتصاصها أو التفاعل معها مما يجعلها أكثر خطراً والسؤال الرئيس هو (هل للعناصر المناخية أثر في نشر الملوثات وتركيزها؟).

**فرضية الدراسة:**

أن تلوث الهواء يتأثر بالعناصر المناخية وأن لها دور كبير في نشر الملوثات الهوائية أو امتصاصها أو التفاعل معها مما يجعلها أكثر خطراً.

**أهمية الدراسة:**

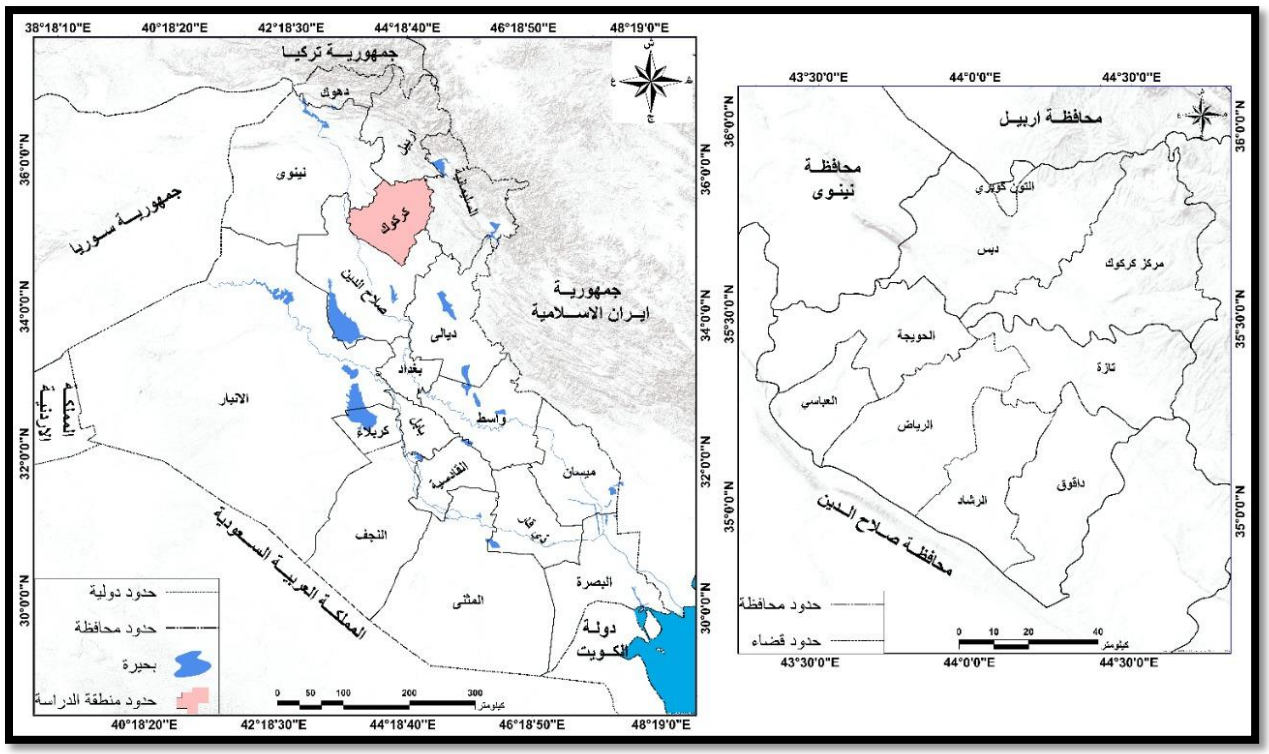
أن مصادر التلوث تنتشر في مختلف الأماكن وأن تأثير تلك الملوثات أصبح تعاني منه معظم الأماكن، وعليه جاءت هذه الدراسة لتكشف عن أثر الظروف المناخية في نقل وانتشار التلوث الهوائي، ولذا سوف نهتم بدراسة كل عنصر ودوره في نشر التلوث الذي يدخل إلى الغلاف الجوي وخاصة الملوثات الاصطناعية التي تطرحها نشاطات الانسان المختلفة والتي أخلت بالتوازن الطبيعي للغلاف الجوي، كون أن بعض العناصر الداخلة في عملية التلوث الهوائي تحتاج إلى فترات طويلة حتى يمكنها أن تبدد في الهواء الجوي.

**حدود منطقة الدراسة:**

تتمثل حدود الدراسة بمحافظة كركوك الواقعة في الجزء الشمالي والشمال الشرقي من العراق، فلكياً تنحصر بين دائرتي عرض (-45 , 34°، -36,00°) شمالاً وخطي طول (-25 , 43° و -44 , 44° ) شرقاً، تنظر خريطة (1)، ويحدها من الشمال محافظة أربيل ومن الشرق والشمال الشرقي محافظة السليمانية ومن الجنوب والجنوب الشرقي والغربي محافظة صلاح الدين والشمال الغربي محافظة نينوى .

تتشكل محافظة كركوك من أربع أقضية (قضاء كركوك المركز – قضاء الدبس – قضاء الحويجة – قضاء داقوق ) وتتبعها إدارياً أربعة عشر ناحية ( مركز قضاء كركوك، شوان ، الربيع ، قرة حسن ، بايجي ، مركز قضاء الدبس ، التون كوبري ، القدس ، مركز قضاء الحويجة ، الرياض ، العباسي ، الزاب ، مركز قضاء داقوق ، تازة خرماتو )[1].

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على هيئة المساحة العامة خريطة العراق الطبوغرافية، وبمقياس 1:1000000،2007.

أما الحدود الزماني التي تتمثل بالبيانات المناخية لمحطة كركوك الرئيسة ومحطة (مركز قضاء الحويجة والدبس وداقوق) الافتراضية لعام 2020 ولهدف من الاعتماد على محطات افتراضية هو معرفة جودة الهواء في هذه الاقضية كونها لا تحتوي على محطات أنوائية، كما في جدول (1).

جدول (1) المحطات المناخية لمنطقة الدراسة

| المحطة | خطوط الطول | دوائر العرض | الموقع |
|---|---|---|---|
| مركز مدينة كركوك | 44.3935 | 35.4647 | اساسية |
| قضاء الحويجة | 43.7775 | 35.3249 | افتراضية |
| قضاء الدبس | 44.0717 | 35.6713 | افتراضية |
| قضاء داقوق | 44.4463 | 35.1399 | افتراضية |

المصدر: من عمل الباحثة.

## المحور الأول
## مفهوم تلوث الهواء ومصادره في منطقة الدراسة

- **مفهوم تلوث الهواء:**

ظهر في الوقت الحاضر اهتمام كبير على المستوى المحلي والعالمي في نوعية البيئة، ويعد التلوث الهوائي من المصادر الأساسية للتلوث البيئي، وبما أن التلوث الهوائي تزاد نسبته في الجو في كل عام سوى من المصادر الطبيعية والصناعية نتيجة تزايد نشاطات الإنسان المضرة في البيئة

والتلوث الهوائي يعني وجود مواد في الهواء بتركيزات مختلفة تكون ضارة لصحة الإنسان والحيوان والنبات والبيئة[2]، او هو وجود أي مواد صلبة او سائلة او غازية في الهواء بكميات تؤدي الى وقوع أضرار فسيولوجية أو اقتصادية أو الاثنين معاً بالإنسان والحيوان والنبات والآلات والمعدات او تؤدي إلى التأثير في طبيعة الأشياء وفي مظهرها وخصائصها الفيزياوية والكيماوية ولذلك فان كل تغير في خصائص ومواصفات الهواء الطبيعي يترتب عليه خطر على صحة الإنسان والبيئة سواء كان هذا التلوث ناتجاً عن عوامل طبيعية او نشاط إنساني[3]، وقد عرف المجلس الأوربي ١٩٧٠ (تلوث الهواء يعني وجود مواد غريبة في الهواء او عندما يحدث تغير هام في النسب المكونة للهواء قد تؤدي الى نتائج ضارة او كل ما يسبب مضايقات وإزعاجات للإنسان).

- **مصادر التلوث الهواء في منطقة الدراسة:**

يعد الهواء أحد العناصر الأساسية والضرورية لكل كائن حي ففي كل يوم تستقبل رئة الإنسان حوالي(15) كغم من الهواء الجوي بينما الجسم لا يمتص سوى (2.5) كغم من الماء واقل من (1.5) كغم من الطعام.

ان استنشاق الإنسان للهواء النقي المتكون (20.95) أوكسجين و (78.08) نتروجين و (0.93 ) أركون و (0.03) ثاني وأكسيد الكربون و (0.01) غازات متعددة أخرى لا تأثير لها على صحة الإنسان إذا بقيت بنسبها وبتوازنها الطبيعي ولا تحدث أي ضرر على جسم الإنسان وخاصة المجاري التنفسية بما ان الهواء النقي يتعرض للملوثات من الغازات والأبخرة والأتربة والرذاذ يسبب خدشا والتهاباً للمجاري التنفسية كما ان الملوثات الكيماوية او الأبخرة ممزوجة مع الهواء تحدث أضرار على أعضاء الجسم[4]، وتتعد مصادر التلوث الهوائي في منطقة الدراسة وكلاتي:

1- **وقود وعوادم السيارات:** وقود عوادم السيارات والدخان إذ تلعب السيارات دوراً كبيراً في تلوث الهواء سواء داخل المدن او خارجها، كما هو الحال في منطقة الدراسة حيث تقذف غازات عديدة منها السام مثل اول اوكسيد الفحم الذي ينتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود والزيوت المعدنية كما تقذف مواد أخرى مثل غاز الكبريت والرصاص والكلور اما الغازات غير السامة مثل الأوزون وثاني اوكسيد الفحم وبخار الماء وهي تنتج كلها عن وجود شوائب في الوقود او اضافة مواد أخرى للتخفيف من حدة الانفجار، ومن ابرز مصادر التلوث التي يعاني منها الانسان بصورة عامة وفي منطقة الدراسة بصورة خاصة والتي شغلت العالم كلة التلوث بالمواد المشعة والمبيدات وذلك لسرعة انتشارها في مساحات واسعة وبقاءها مدة طويلة[5].

جدول (2) الغازات المنبعثة من محركات السيارات

| أسم المادة المنبعثة | محرك البنزين | محرك الكاز |
|---|---|---|
| أول أوكسيد الكاربون | (%4) من حجم الغازات | %6 |
| ثنائي أوكسيد الفحم | (%9) من حجم الغازات | %1.1 |
| أوكسيجين | (%4) من حجم الغازات | %9 |
| هيدروجين | (%0.02) من حجم الغازات | %0.03 |
| ثنائي أوكسيد النتروجين | (%0.06) من حجم الغازات | (%0.04 – 0.15) |
| أكسيد النتروجين | (%0.06 – 0.02) | |

المصدر: سعدية عاكول الصالحي وعبد العباس فصيخ العزيزي، ظ1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2008، ص43.

ويتبين من الجدول (3) وشكل (1)، بلغ اجمالي المركبات في منطقة الدراسة لعام 2020 حوالي (192.031)سيارة وتمثل نسبة (2.4%) من مجموع اعداد السيارات في العراق للعام نفسة، بالإضافة إلى هذا العدد الكبير من السيارات ، هناك أيضًا بعض الدراجات النارية ، والتي زاد استخدامها بشكل كبير مؤخرًا ، ولكن لا تتوفر بيانات عنها. هذا العدد من السيارات هو السبب الرئيسي لتلوث الهواء لعوامل مختلفة في المحافظة، وخاصة أول أكسيد الكربون والنيتروجين ، بالإضافة إلى الجزيئات التي تثيرها السيارات أثناء القيادة في شوارع المدن في المحافظة ، وخاصة أن بعض شوارع المدن ترابية وغير مرصوفة بسبب استحداث مناطق سكانية جديدة كما أن نوع الوقود المستخدم للسيارات يؤثر في كمية ونوعية الملوثات المنطلقة منها فتختلف كمية الملوثات المنطلقة نتيجة احتراق كل من البنزين و الديزل.

جدول (3) اجمالي عدد سيارات القطاع الخاص التي تحمل اللوحات (الدائمية، الفحص المؤقت، المشروع الوطني والموازي(اللوحات الجديدة) المسجلة في مديرية المرور العامة 2020

| | |
|---|---|
| اللوحات الدائمية | 120300 |
| لوحات (الفحص المؤقت) | 6500 |
| المشروع الوطني والموازي (اللوحات الجديدة) | 64231 |
| المجموع الكلي | 191031 |
| النسبة المئوية من اجمالي عدد السيارات في العراق | 2.70% |

المصدر: وزارة الاحصاء، جهاز المركزي للحصاء، تقرير إحصاء سيارات المسجلة في مديرية المرور في محافظة كركوك، لعام 2020.

2- **الملوثات المصانع:** تعد الصناعة من المصادر الرئيسية جغرافية بشرية من تلوث الهواء في محافظة كركوك حيث تشكل خطراً كبيرا على السكان في المدينة لتزايد حجمها ومن الصناعات والمتمثلة بالمنشآت

النفطية(ابار النفط) ومصفى كركوك النفطي التي تقع في الجهة الشمالية والشمالية تلوث الهواء في مدينة كركوك المتمثلة بالصناعات الغربية، وأيضاً وجود مصادر اخرى قد ساهمت التحويلية ومعمل اسمنت كركوك ووسائط النقل المختلفة والافران والمطاعم واحتراق النفايات وجمعها ونقلها وطمرها في المدينة، مما يؤدي إلى اطلاق الغازات والابخرة المحتملة بثنائي أوكسيد الكاربون الى الجو مسببة تلوث الهواء كذلك تقوم برقي الفضلات المتكونة من النواه والتمر التالف الى جوار المعمل مما يسبب تولد غاز الميثان الملوث للجو والذي له اثر كبير على صحة الانسان خصوصا ان المعمل تقع في منطقة شعبية محاط من جميع الجوانب بالسكان.

3- **الغبار:** هو نوع غير محدد يتكون من الجزيئات الصلبة والسائلة تنبعث عن احتراق المواد او طحنها او هبوب الرياح وان تأثيرها على الانسان يعود الى تركيبها الكيميائي والي حجم حبيباتها، ان الدقائقيات الغبارية لا تؤثر على صحة الانسان فحسب بل ان لها تأثيرات سلبية على النباتات وعلى الممتلكات وكذلك على كثافة الاشعاع الشمسي والذي ينتج عنة تظليل في مجال الرؤية والتأثير على عملية التركيب الضوئي يسبب الانخفاض في كثافة الضوء الأرض وكذلك خفض درجة حرارة سطح.(6)

يستطيع الغلاف الجوي التخلص من الغبار أو الشوائب العالقة به ذاتياً، إذا كان حجم الذرات دقيقاً وكمياتها محدودة، ويتعذر على الهواء التخلص منها بصورة طبيعية إذا كانت كميات الشوائب كبيرة وبصورة متزايدة، ويختفي الغبار أو الجسيمات من الهواء بتأثير الجاذبية الارضية حيث يستقر فوق المنشآت الصناعية والمباني والأشجار وما حولها، وفي هذه الحالة يكون تلوث الهواء محليا كما هو الحال في منطقة الدراسة. وقد تختفي ذرات الغبار بتأثير الامطار، اما الذرات الصلبة الدقيقة تبقى عالقة في الهواء لعدة ايام او اسابيع تبعا لحجمها، ومن الجدير بالذكر ان الغبار المنبعث من المصادر الرئيسية الكبيرة مثل المدن المزدحمة والمنشئات الصناعية الضخمة وحرائق الغابات والبراكين الثائرة والتفجيرات النووية قد ينقل لمسافات طويلة بعيداً عن مصادره بتأثير الرياح والتيارات الهوائية وفي هذه الحالة يكون تلوث الهواء عالمياً.(7)

4- **مولدات الطاقة الكهربائية:** تعد المولدات الكهربائية من الانشطة شديدة التلوث للهواء في منطقة الدراسة، إذ تعتمد هذه المولدات على الوقود النفطي بأنواعه، ومن هذه المولدات مولدات الديزل الأهلية حيث تعتبر مصدر خطير من مصادر تلوث الهواء في المحافظة، لأنها تنتج مركبات معقدة مثل الهيدروكربون غير المتحلل وقد يتفاعل مع مركبات أخرى منجم عن مواد أكثر خطورة تنتقل بواسطة الرياح كذلك ان مولدات الديزل الأهلية تعتبر مصدر من مصادر التلوث الهوائي في المدينة حيث تطلق كميات كبيرة من الدخان فضلاً عن قربها من المنازل مثال على ذلك المولدات الكهربائية الاهلية في الشوارع الرئيسية من المدينة وكذلك المولدات الأهلية الممتدة على طول شارع الرئيسية وكذلك الموزعة في أحياء المدينة بالإضافة الى مولدات الصغيرة الخاصة بالمنازل حيث تؤثر على صحة الانسان وذلك من خلال دخولها الى الجهاز التنفسي عن طريق الاستنشاق من قبل الانسان مما تسبب أمراض التدرن الرئوي والربو والحساسية للأفراد.

5- **التلوث الناجم عن حرق النفايات والقمامة:**

تحتوى القمامة على نوعيات مختلفة من المخلفات فهي تشمل إلى جانب الاوراق والكراتين، بعض علب الصفيح الفارغة والعبوات البلاستيكية وغيرها من الأشكال الحديثة التي أصبحت تستخدم حالياً في حفظ وبيع الأغذية المجهزة والمحفوظة كما تحتوى على بعض عبوات المبيدات الحشرية الفارغة وغيرها .ولذلك فإنه عند حرق هذه القمامة تنتج غازات وأدخنة وأبخرة غاية في الخطورة على صحة الإنسان خاصة وأن عمليات الحرق تتم داخل المناطق السكنية، ثم تجعل تأثيرات نواتجه الحرق ذات أثر مباشر وخطير على صحة هؤلاء

الذين يسكنون ويعيشون في تلك المناطق بالإضافة إلى ذلك تشكل مقالب النفايات الصلبة مصدر للتلوث الجوى الكيميائي[8]. بسبب قيام الكائنات الحية الدقيقة بتحليل مكونات النشاط إلى خروج كثير من المواد التي تلوث الجو مثل الأمونيا والميثان وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين[9].

**6- تلوث الهواء الناجم من ملطفات الجو والمعطرات والمبيدات الحشرية:**

يلجأ جميع المزارعين إلى استخدام المبيدات الكيميائية للقضاء على الحشرات و الأمراض التي تصيب المحاصيل الزراعية والأشجار المثمرة وهذا الاستعمال المتكرر و غير العلمي للمبيدات يؤدي إلى تلوث الهواء و بقاء أثر تراكمي للمبيد على الخضار والفواكه، وكذلك وقوع حالات تسمم كيميائي، كما إن استخدام ملطفات الجو في أماكن مختلفة من المنزل والمغالاة في استخدام العطور المتنوعة ذات المركبات المختلفة يواكبه انتشار مواد كيميائية طيارة تؤدى أضرار خطيرة جداً على الإنسان والأخطر من ذلك هو الاستخدام المتكرر للمبيدات الحشرية لمكافحة الحشرات الناقلة للأمراض وغيرها من الحشرات الضارة التي تسبب خسائر مادية مثل الآفات التي تصيب المحاصيل المختلفة ولا تقتصر أضرار المبيدات الحشرية على تلويث الهواء بل تلوث محاصيل الخضراوات والفواكه وتسبب أحياناً في تسمم الإنسان والحيوان[10].

**7- تلوث الهواء الناجم عن وسائل التدفئة:**

لاشك أن مدافئ التدفئة البترولية أو الكيروسين أو مازوت إحدى ملوثات الهواء وخاصة في الأماكن المغلقة المستخدمة في معظم المنازل بالمدينة و الريف لتفادي برد الشتاء تستهلك كميات كبيرة من المازوت ،بما تطلقه من غازات أو أدخنة مؤدية تحتوى على مواد وغازات ضارة جداً بالإنسان وصحته ،وكذلك تساهم أفران صهر المعادن وسكب الرصاص ومخابز الخبز في تلويث الهواء الخارجي من خلال الغازات المنطلقة من مداخنها، والسبيل الوحيد لضبط هذا النوع من الملوثات هو أن تكون ظروف وتجهيزات الاحتراق مناسبة كي يتم احتراق الوقود بشكل كامل ، وتركيب أجهزة تصفية على فوهات المداخن للتخفيف قدر الإمكان من نسب الغازات المنطلقة.

## المحور الثاني

## العناصر المناخية المؤثرة في جودة الهواء

تنبعث الملوثات الى الجو من مصادر المداخن الطويلة (المصادر المنخفضة المصادر المساحية والخطية بالطرق المعلقة او الطرق الضيقة الواقعة بين ابنية شاهقة الارتفاع او جبال او تلال)، وعندما تنبعث الملوثات تختلط بالهواء المحيط يسمى عملية الحك والانتشار للغاز. والظروف المناخية تؤثر بشكل مؤكد على توزيع التلوث الهوائية ولذلك اشارت منظمة الأرصاد الجوية العالمية ان توزيع مراكز التلوث وانتشارها تتأثر بصورة رئيسية بسرعة واتجاه الرياح والاضطرابات واستقراريه الجو الطبقة الحاجزة للتركيب الحراري العمودي، درجة الحرارة والكتل الهوائية، توزيعات الضغط، الظروف الجغرافية والبيئية[11].

ولذلك سوف نناقش ذلك على مستوى مصدر للتلوث من نقطة لمصدر مرتفع للتلوث الصناعي، يعتمد انتشار التلوث على الحركة المضطربة للهواء وعلى ديناميكية الموانع لمحاولة الانتشار ويتم حساب انتشار الملوثات باتجاه الرياح من مصدر يبعث الملوثات بصورة مستمرة وعلى ارتفاع معين. لكن وصف النقطة التي يدخل منها التلوث الى الجو بالارتفاع الحقيقي للمدخنة في أكثر الحالات بالارتفاع الفعال للمدخنة كما موضح في الشكل () ويعتمد الارتفاع الفعال للمدخنة على ارتفاع المدخنة نفسها وعلى سرعة خروج المواد

فإذا كانت المواد غازية، سوف يعتمد كذلك على قابلية الغاز للارتفاع وحالة الاستقرار في الجو، طالما أن الغاز الخارج من المدخنة يتصرف في معظم الحالات مثل ذرة في الهواء المزاحة من السطح[12].

ومن أهم العناصر المناخية المؤثرة في نقل وانتشار التلوث الهوائي في منطقة الدراسة:

1- **درجات الحرارة:** تعد درجات الحرارة المحور المؤثر ببقية عناصر المناخ فهي تؤثر بكثافة الهواء وبالتالي ضغطه وحركته الراسية والأفقية وتأثير ذلك في الامطار والرطوبة وتعتمد معدلات درجات الحرارة على زيادة او التراكم الحراري خلال فصول السنة او نقصانه.

يتمثل دور درجات الحرارة في تركز وتشتت ملوثات الهواء من خلال تأثيرها على حركة الهواء العمودية والأفقية اذ يكتسب الهواء الحرارة عن طريق التوصيل الحراري conduction[13] التي تعني انتقال الحرارة من سطح صلب كسطح الأرض او الأبنية الى طبقة الهواء الرقيقة عن طريق التماس المباشر. وبعد ان تكتسب هذه الطبقة للحرارة فان كثافتها ستقل وهنا يبدا ما يعرف بالحمل الحراريConvection ، إذ تنتقل من مكانها لتحل محلها طبقة أبرد وأكثر كثافة مما يؤدي الى حدوث تيارات حمل نحو الأعلى ثم حركة تيارات هوائية صاعدة تعمل على نقل الملوثات شاقولياً وتحدث هذه الحالة في النهار نتيجة ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بما يحتويه من اجسام.

وعندما تنخفض درجة الحرارة ليلاً فان حركة التيار الصاعد تتوقف وقد تتولد تيارات هوائية نازلة وحالة من الركود الجوي، متولدا عن ذلك تركز معظم الملوثات الجوية قريباً من سطح الارض، وانتشارها الشاقولي يكون محدوداً، مما يرفع من كثافة الملوثات بالقرب من سطح الارض وينتج عنه غشاوة سديمية من الملوثات تغلف المدينة اثناء ساعات الليل او حتى ساعات الصباح الأولى (الشروق)[14]، أما حالة الانقلاب الحراري فهي تحدث نتيجة التبريد الليلي الشديد لسطح الأرض يجعل الهواء الأقرب الى السطح أبرد من الهواء الابعد قليلا عن السطح ونتيجة ضعف قابلية الهواء على نقل البرودة من سطح الأرض ليلاً وانخفاض عملية النقل الحراري بالتماس تتزايد درجة الحرارة بالارتفاع بدال من تناقصها في الوضع الطبيعي و هذا ما يعرف بالانقلاب الحراري الذي يشكل حاجز يمنع الهواء المرتفع الى الأعلى من تجاوزه مما يمنع من نقل الملوثات شاقولياً ليبقيها ضمن طبقة الانقلاب لذا تكون مناطق الانقلاب الحراري السطحي ذات تركيز شديد للملوثات[15].

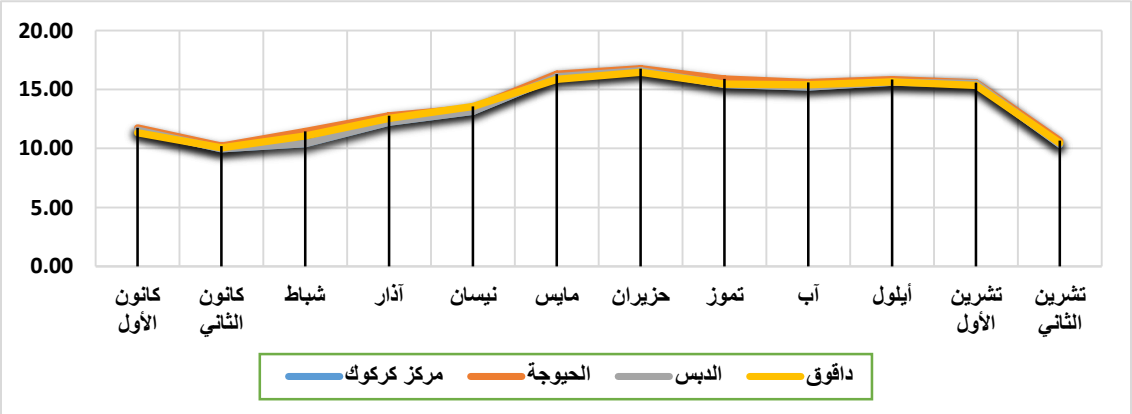
يتبين من الجدول () إن ملوثات في منطقة الدراسة تقل في اشهر الصيف حزيران تموز أب حيث بلغت في محطة كركوك على التوالي (16.59 ، 16.78 ، 16.59 ، 16.47)درجة مئوية، أما في شهر تموز بلغ (15.44 ، 15.59، 15.44 ، 15.47) درجة مئوية، بينما بلغ في شهر أب (15.22 ، 15.60 ، 15.22 ، 15.40) درجة مئوية على التوالي، بسبب تمدد الهواء وانتشار الملوثات على العكس من الأشهر الباردة كانون الأول والثاني حيث يزداد وتتمركز بالقرب من سطح الأرض بسبب انكماش الهواء في المدينة، كما موضح في الشكل(2).

جدول (4) المعدلات الشهرية للعناصر المناخية في محطات منطقة الدراسة

| العناصر المناخية | الأشهر | كانون الأول | كانون الثاني | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | آب | أيلول | تشرين الأول | تشرين الثاني |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| معدل درجة الحرارة | مركز كركوك | 11.56 | 9.98 | 10.41 | 12.24 | 13.17 | 16.08 | 16.59 | 15.44 | 15.22 | 15.61 | 15.53 | 10.36 |
| | الحيوجة | 11.75 | 10.20 | 11.45 | 12.77 | 13.44 | 16.29 | 16.78 | 15.89 | 15.60 | 15.83 | 15.58 | 10.67 |
| | الدبس | 11.56 | 9.98 | 10. | 12. | 13. | 16. | 16.5 | 15. | 15. | 15. | 15.53 | 10.36 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 61 | 22 | 44 | 9 | 08 | 17 | 24 | 41 | | | | |
| 10.48 | 15.36 | 15.66 | 15.40 | 15.47 | 16.47 | 15.86 | 13.57 | 12.57 | 11.06 | 10.06 | 11.33 | داقوق | |
| 4.36 | 4.45 | 4.87 | 4.87 | 5.10 | 4.98 | 5.23 | 4.27 | 4.14 | 3.90 | 3.74 | 3.69 | مركز كركوك | سرعة الرياح |
| 3.94 | 3.80 | 4.18 | 4.25 | 4.33 | 4.20 | 4.63 | 4.02 | 4.11 | 3.62 | 3.83 | 3.43 | الحيوجة | |
| 4.36 | 4.45 | 4.87 | 4.87 | 5.10 | 4.98 | 5.23 | 4.27 | 4.14 | 3.90 | 3.74 | 3.69 | الدبس | |
| 3.89 | 4.34 | 4.47 | 4.05 | 4.45 | 4.24 | 4.59 | 4.51 | 4.61 | 3.86 | 3.88 | 3.50 | داقوق | |
| 32.72 | 0.06 | 0.21 | 0.04 | 0.11 | 0.12 | 5.10 | 14.42 | 73.58 | 47.22 | 44.66 | 18.91 | مركز كركوك | الامطار |
| 16.88 | 0.06 | 0.07 | 0.01 | 0.10 | 0.53 | 3.91 | 17.57 | 79.57 | 35.33 | 39.49 | 18.41 | الحيوجة | |
| 32.72 | 0.06 | 0.21 | 0.04 | 0.11 | 0.12 | 5.10 | 14.42 | 73.58 | 47.22 | 44.66 | 18.91 | الدبس | |
| 34.02 | 0.00 | 0.66 | 0.00 | 0.11 | 0.02 | 3.78 | 10.81 | 59.35 | 43.14 | 38.29 | 16.78 | داقوق | |
| 51.83 | 18.09 | 17.19 | 18.50 | 15.51 | 18.66 | 32.36 | 53.81 | 61.45 | 62.75 | 67.88 | 57.99 | مركز كركوك | الرطوبة النسبية |
| 50.34 | 19.72 | 18.21 | 19.03 | 16.38 | 20.82 | 32.80 | 52.78 | 59.34 | 61.18 | 69.19 | 58.10 | الحيوجة | |
| 51.83 | 18.09 | 17.19 | 18.50 | 15.51 | 18.66 | 32.36 | 53.81 | 61.45 | 62.75 | 67.88 | 57.99 | الدبس | |
| 48.76 | 16.92 | 16.30 | 17.35 | 14.68 | 18.66 | 30.61 | 47.81 | 54.77 | 56.19 | 63.44 | 53.86 | داقوق | |

شكل (2) المعدلات الشهرية لمتوسط درجة الحرارة مْ لمحطات منطقة الدراسة لعام 2020

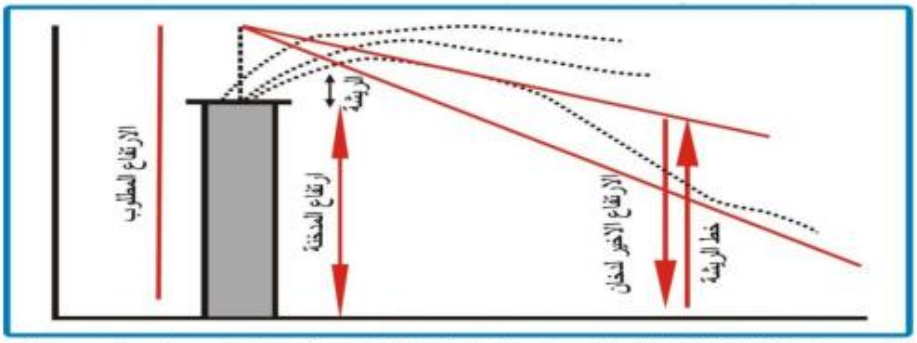



المص

2- **سرعة الرياح واتجاهاتها:** أول العوامل الجوية المحلية واكثر العوامل تأثيراً على التلوث إذ يستطيع ان توزع عوامل التلوث في منطقة محددة وقد تنقلها بعيداً عن نقطة انطلاقها، فالدخان من المدخنة ينتشر باتجاه الريح وكلما كانت الرياح شديدة قل تركيز التلوث[16]، وعليه فأن اختلاف سرعة الرياح واتجاهها له تأثير كبير في نشر التلوث الهوائي، لذلك فأن نشر التلوث باتجاه الريح سوف يختلف من حيث الارتفاع بين مصدر التلوث وبين المسافة التي يقطعها وكما هو واضح من الشكل( ) ان الدخان الذي يخرج من المدخنة بشكل مرتفع بحسب ارتفاع المدخنة ثم يأخذ بالانخفاض كلما ابتعدنا عن مصدره، هذا في المناطق المفتوحة، أما داخل المدن باعتبارها سطوح غير منتظمة ولها دور في تناقص سرعة الرياح وتغيير اتجاهها لأنها تعمل

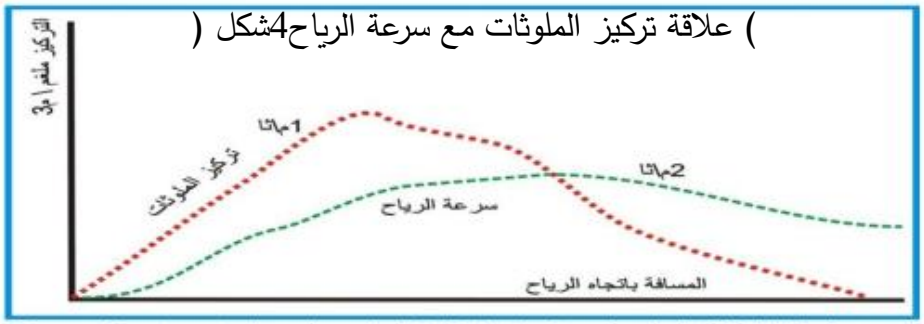
كعائق لحركة الرياح داخلها لذلك تظهر ما تسمى بالدوامات الهوائية داخل المدينة والتي تعمل على تركيز التلوث الهوائي داخلها، هذه الدوامات ضمن المدينة، قد تطور طبقة حدية واضحة تجبر الرياح العامة على الارتفاع اثناء هبوبها على المدينة، وهذه الطبقة يطلق عليها ريشة المدينة( urban plume)، وطالما ان عناصر السطح في المدينة تعمل كعائق لحركة الرياح فأن الرياح تغير اتجاهها وتظهر اختلافات مكانية كبيرة في سرعتها، ولذا توجد في المدينة أماكن تكون سرعة الرياح هادئة، بينما توجد سرعة عالية في شوارع قريبة من هذه المناطق والتي تحصر الرياح فيها، ولذلك يتعزز ارتفاع مستوى التلوث في اماكن هدوء الرياح بينما السرعة العالية للرياح تجعل السير في الشوارع صعب وينتج عنها ضغط شديد على البنايات التي تعمل مثل السد في نهاية الشوارع. وعليه يتناسب تركيز التلوث في أي نقطة الى الأسفل تناسباً عكسيا مع سرعة الرياح[17] وكما مبين في الشكل (3).

شكل (3) يبين الارتفاع المؤثر للمدخنة والتي تكون من المدخنة الحقيقية والدخان الصافي المتصاعد




المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية ، محاضرات في تلوث الهواء ، مطبوع بالرونيو ، غير منشور ،ص8

شكل4( علاقة تركيز الملوثات مع سرعة الرياح )

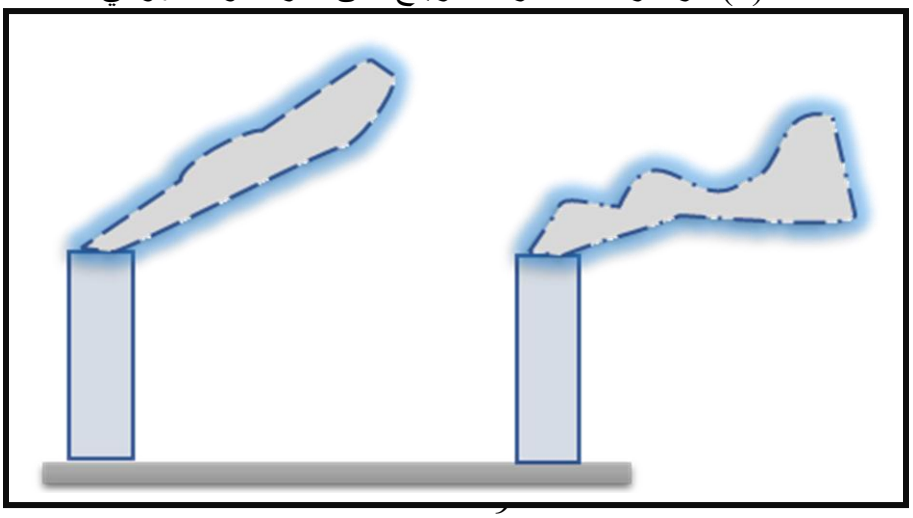



المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية ، محاضرات في تلوث الهواء ، مطبوع بالرونيو ، غير منشور ،ص9

إذ كانت الرياح منتظمة السرعة فالهواء الملوث سوق ينتقل باتجاه الرياح على شكل مسار ضيق وبما أن الهواء لا يهب مطلقاً بصورة منتظمة جداً وانما سرعة تذبذب على شكل هبات متعاقبة وظاهرة الاضطراب وهي خاصية حرة الهواء الطبيعية[18]، وتؤثر على الدخان بنشره على منطقة معينة وبشكل قمعي تقريباً واكن عادة أكبر عدة مرات من حجم المساحة التي ينتشر فيها التلوث فيما إذا كان الهواء لسرعة منتظمة ويقل تركيزه باتجاه الرياح تسبياً ومن الثابت انه كلما ازداد الاضطراب ازدادت سرعة انتشار الملوثات من المصدر، ويحدث الاضطراب الأسباب الرئيسية هي أولاً: طبيعة سطح الأرض، ثانياً: عدم الاستقرار الرأسي للهواء، كما في شكل (4).

العـــدد A8 لسنة 2023
No. 8A – March 2023
المجلة العراقية للبحوث الانسانية والاجتماعية والعلمية
Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 - - Electronic ISSN 2790-1254

شكل (4) أثر حركة اضطراب الرياح على نشر التلوث الهوائي

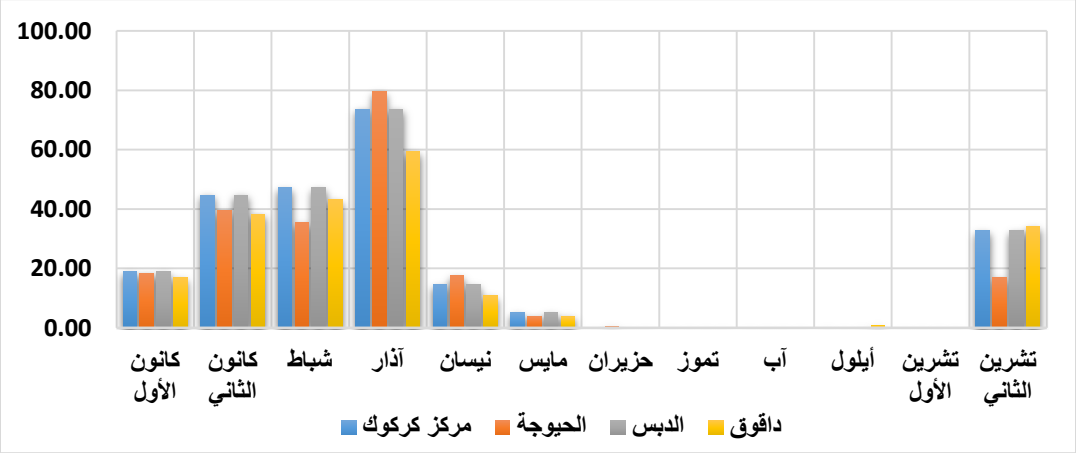


المصدر: من عمل الباحثة.

3- **الأمطار:** تقوم الإمطار بالعمل على تنقية الهواء مما يعلق فيه من ملوثات، فالجزيئات الصلبة تشكل نواة تكاثف تسقط مع الإمطار والبعض الأخر يأخذ المطر إثناء هطوله، كما أن الإمطار الهاطلة تطهر الجو من جزء من الملوثات الكيميائية وعليه فأن الأشهر الممطرة في إي مدينة كانت أكثر نقاء من الأشهر الجافة، أما الأشهر الانتقالية فتكون نقية إلى حد ما مما في أشهر فصل الشتاء كما إن تركز سقوط الإمطار في أيام قليلة من الشهر يجعل الهواء في هذه الأيام أكثر نقاط من الأيام الأخرى التي لا يسقط فيها الإمطار[19] ، وهذا ما يحدث في محافظة كركوك، كما في جدول().

حيث يقل التلوث في الأشهر الممطرة كانون الأول والثاني وشباط وآذار ويزداد في أشهر الصيف حزيران وتموز وأب بسبب انعدام سقوط الإمطار فيها وفي بعض الأحيان يكون المطر أكثر تلوثاً للتربة لان الإمطار تكون حمضيه بسبب تلوث سماء بالغيوم ملوثة من جراء العمليات الحربية، كما موضح في شكل (5).

شكل (5) مجموع الأمطار (مليمتر) في محافظة كركوك لعام 2020




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (5).

4- **الرطوبة النسبية:** اختلفت معدلات الرطوبة لمحطات منطقة الدراسة لعام 2020 وبالرجوع الى جدول (5) ومن خلال استخراج معدل الرطوبة لأشهر فصل الربيع فقد بلغت في محطة مركز كركوك والحويجة

والدبس وداقوق (31.01% ، 30.32% ، 31.01% ، 30.31%)على التوالي، ولأشهر الصيف تكون على اقلها اذ بلغت (11.06% ، 11.77% ، 11.06% ، 11.54)على التوالي، فيما شهدت ارتفاع جزئي خلال اشهر فصل الخريف لتصل الى 18.30% ، 18.47% ، 18.30% ، 18.66%)على التوالي، اما في فصل الشتاء فقد كان معدل الرطوبة (39.63% ، 39.44% ، 39.63% ، 39.49%) على التوالي، وهو يمثل الفصل الذي يسجل أعلى نسب رطوبة وفيه تتشكل ظاهرة الضباب الذي يعد مظهراً من مظاهر التكاثف الذي له تأثير على تركز ملوثات الهواء إذ يعمل على حجب الاشعاع الشمسي ومنع وصوله الى المناطق السفلي من الغلاف الجوي، وبالنتيجة يعزز من عملية الانقلاب الحراري المؤدية لحدوث التلوث الحاد، وقد سجلت محطة كركوك 24 حالة حدوث للضباب خلال مدة الدراسة ويحدث الضباب في منطقة الدراسة خلال الشتاء عند ساعات الصباح الباكر ويستمر أحيانا حتى منتصف النهار ويحدث أيضا ما بعد منتصف الليل، ولان الضباب متكون من قطيرات ماء صغيرة فأنها تعمل على امتزاز ملوثات الهواء الموجودة في الجو المحيط على سطحها، ومن ثم تحد من انتشارها، والضباب يسمح بتحويل غاز (SO3) المتكون من اكسدة غاز SO2 المنبعث في الجو الى حامض الكبريتيك(H2SO4)[20] ، ان الرطوبة لا تؤثر على ملوثات الهواء بشكل مباشر فحسب بل تؤثر على قابلية الاسطح على ترسيب هذه الملوثات. وتتناسب الرطوبة عكسياً مع الضغط الجوي اذ كلما زادت الرطوبة انخفض الضغط الجو مما يعمل على تحريك الرياح باتجاه مناطق انخفاض الضغط ولان المدينة اقل ضغطا فهي عرضة لحركة الهواء باتجاهها يدعم ذلك ارتفاع درجات الحرارة ضمن المدينة مقارنه بمحيطها مما يسهم في تشتت الملوثات.

**5- استقراريه الجو:**

يعرف استقرارية الجو (Atmospheric Stability) وهي مقياس لاتجاه الغلاف الجوي في تشجيع الحركة الرأسية أو ردعها، وتعد استقراريه الجو أحد اهم العوامل التي تحدد قدرة الهواء على حمل الملوثات الهوائية وعمق انتشارها الشاقولي[21]، ومن ثم درجة تركيزها او كثافتها، ويخضع تشتت الملوثات إلى عاملين اساسين هما: معدل سرعة الرياح والاضطراب الجوي الذي يتضمن تغيرات حركة الرياح بتكرار يتراوح بين (0.1-1/ثا) وهذه تعد الأكثر اهمية في التشتت، اما الاضطراب الجوي فيقع تحت تأثير عاملين رئيسين هما:

أ- الاضطراب الناتج عن الانحدار الحراري للجو ويسمى (الاضطراب الحراري).

ب- الاضطراب الناتج عن تأثير حركة الرياح ويسمى (الاضطراب الميكانيكي) ان كال الاضطرابين يقعان في الوقت نفسه وألي حالة جوية، والاضطراب الحراري يكون سائد في الجو المشمس عند الرياح الخفيفة، اما الميكانيكي فيحدث ليلاً عند الرياح العالية ويكون نتيجة حركة الرياح على سطح الأرض ويتأثر بالعوارض والتضاريس الأرضية، وان تشتت الملوثات يخضع أيضا لنوعين من الانتشار الأول الانتشار نتيجة الاضطراب ومقداره (10سم$^2$/ثا) والانتشار الجزيئي وقيمته(0.2سم$^2$ /ثا) وهو مفيد في الجو المستقر جداً حيث الحركة العمو دية لجزيئات الهواء ضعيفة جدا ال تساعد في عملية التشتت فيزداد التركيز عند سطح الأرض اما الاضطراب الجوي فيؤدي الى مزج الملوثات مع الهواء وبالتالي زيادة القدرة على التشتيت[22].

جاءت فكرة قياس استقراريه الجو من قبل باسكويل (Basquill) وجيفورد (Gifford)عام 1961م وقد اعتمدا على درجات الحرارة وسرعة الرياح والاشعاع الشمسي والغيوم ثم عدل جدولهما من قبل تيرنر (Turner) عام1969 ، بإضافة مقادير مخصصة بتفصيل أكثر لهذه العناصر وقد تم الاستفادة من هذا

التصنيف في حساب تراكيز الملوثات وكان اخر تعديل سنة 1998من قبل الدكتورة موهان الذي تم اعتماده في هذه البحث وبحسب هذا التصنيف فان الفئة A و B فئات غير مستقرة جداً جدول (5) اذ انه وخلال النهار عندما تكون الشمس قوية والرياح خفيفة فإننا نتوقع أقصى تسخين لأرض، ورفع درجة حرارة الطبقات الدنى من الهواء وخلق ظروف غير مستقرة، ومع انخفاض شدة أشعة الشمس يقل هذا التأثير ويصبح عدم الاستقرار أقل وضوحا مع زيادة سرعة الرياح فيما يبدأ الخلط العمودي لتجاوز آثار الطفو والتبادلات المتكررة لحزم الهواء، وفي الليل تكون خسائر الإشعاع الصافية والتبريد الأرضي أكثر وضوحا تحت السماء الصافية وتبرد الأرض، وأدنى طبقات الهواء تصبح مستقرة.

جدول (5) تصنيف باسكويل المعدل لاستقراريه الجوية

| سرعة الرياح | الليل مقدار التغيم (octas) | | | النهار مقدار الاشعاع الشمسي واط/م$^2$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مرتفع 8 | متوسط 4-7 | منخفض 0-3 | غائم | منخفض (اقل من 300) | متوسط (600-300) | مرتفع (أكثر من 600) |
| أقل او يساوي 2 | D | F | G -F | C | B | A-B | A |
| 3 – 2 | D | E | F | C | C | B | A-B |
| 5 – 3 | D | D | E | C | C | B-D | B |
| 6 – 5 | D | D | D | D | D | C-D | C |
| أكبر من 6 | D | D | D | D | D | D | C |

A= غير مستقر جداً.
B = غير مستقر باعتدال.
C= غير مستقر قليلاً.
D=متعادل.
E= مستقر باعتدال.
F= مستقر جداً.
G=مستقر جداً برياح بطيئة.

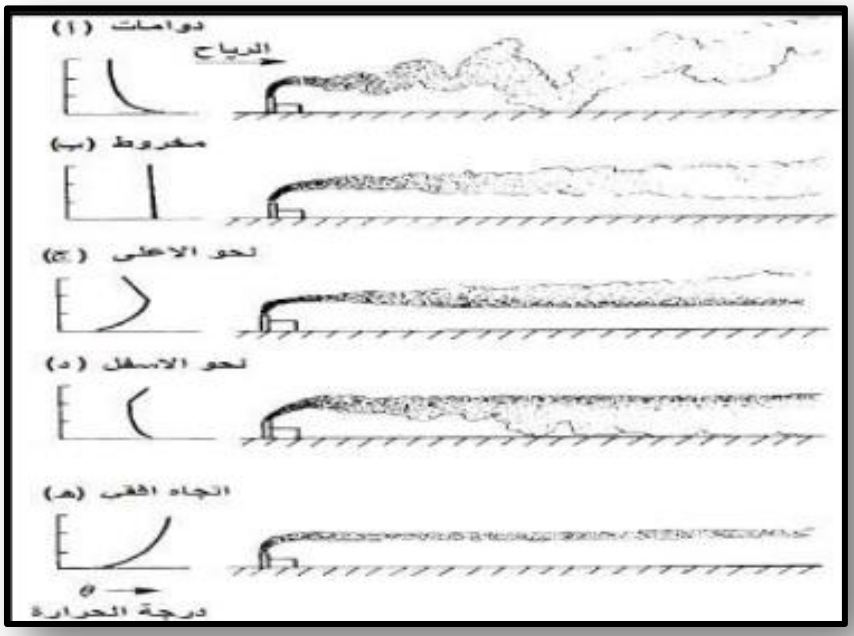
Mohan,Mnju and siddiqu,T.A. ,Analysis of Various schemes for the estimation of atmospheric stability classification, atmospheric environment Vol. 32 NO.2, 1998, pp 3775-3781.

تؤثر الاستقرارية الجوية في حركة الملوثات في الطبقة المحادة وبالتالي مقدار تشتت هذه الملوثات على مستوى الحجم و العمق ويظهر الشكل ()، ان سيادة الفئات غير المستقرة يتشكل عنها انماط من تشتت الملوثات تتراوح بين الدوامات التي تجعل الهواء الملوث يقترب تارة من سطح الأرض وتارة يبتعد نمط(أ) او يأخذ الهواء الملوث وجهة نحو الأعلى والاسفل في الوقت نفسه على شكل مخروط (نمط ب) او يأخذ الهواء الملوث وجهة نحو الألعلى فقط بعيدا عن سطح الارض نمط(ج)او يأخذ وجهة نحو الأسفل باتجاه سطح الأرض النمط (د)، اما سيادة حالة الاستقرار الجوي فيترتب عنها النمط(ه) إذ تتناقص درجة حرارة الهواء الصاعد بنسبة تتقارب من معدل تناقص درجة حرارة الهواء المحيط وبذلك تسود حالة الانتشار الافقي للملوثات[23].

ومن الظواهر الأخرى المرتبطة بحالة الاستقرار الجوي هو ما يعرف بالغبار المتصاعد ( Rising Dust) تتكون هذه الظاهرة بسبب حالات عدم الاستقرار الجوي الناجمة عن التسخين الشديد لسطح الأرض وحصول

تغيرات سريعة في قوة منحدر الضغط الجوي مما يعمل على تكوين دوامات هوائية تعمل على رفع دقائق الغبار إلى ارتفاع (15 متر) وقد يرتفع الغبار إلى أكثر من ذلك في حالات عدم الاستقرار الجوي الشديد وتؤثر هذه الظاهرة في حمل بعض المعادن والهيدروكربونات من التربة إلى الهواء والتي تؤثر بصورة مباشرة في الجهاز التنفسي، فضال عن ترسبها على الأطعمة المكشوفة[24].

شكل (6) أنماط انتشار ملوثات الهواء حسب استقرار الجو




Oke, T. R., Boundary layer climates, 2nd edition. Routledge. London, New York,1995, p324

وبذلك يمكن حساب حالة الاستقرارية بحسب سرعة الرياح السائدة(3-5م/ثا) في اكثر أيام او ساعات الرصد في فصل الصيف في منطقة الدراسة هي (غير مستقر باعتدال) إلى (غير مستقر جداً) (A-B)، أما خلال فصل الشتاء فيكون (غير مستقر باعتدال) الى (متعادل) (B-D)، أما خلال فصلي الربيع والخريف فتكون حالة الجو (غير مستقر باعتدال) الى (غير مستقر قيلاً) (B-C).

## المحور الثالث

## مؤشرات قياس جودة الهواء في منطقة الدراسة

تعرف مؤشرات قياس جودة الهواء بالمؤشرات الموضوعية (Objective Indicators) وتعرف أنها المؤشرات ذات القياسات الثابتة لوصف البيئات والسكان الذين يعيشون ويعملون بها[25]، أي هي المؤشرات القابلة للقياس الكمي والتي تنبثق عن مجموعة من المتغيرات لتؤسس بالمحصلة لصورة معينة من نوعية

الحياة[26]، ولغرض قياس جودة الهواء في محافظة كركوك فقد تم الاعتماد على المؤشرات الموضوعية لقياس تلوث الهواء بالعناصر الاتية:

1- **الهباء الجوي (AI):** يشير الهباء الجوي إلى مجموعة من المواد الصلبة والسائلة غير الدائمة الموجودة في الغلاف الجوي، والتي تسمى جزيئاتها الصلبة الغبار، والتي لها تأثير مهم على مناخ الأرض وصحة الإنسان وجودة الهواء. في هذه الدراسة[27]، في هذه الدراسة تم استخدام مؤشر(AI) خلال خوارزمية تم استخدامها في القمر الصناعي Sentinel-5 لقياس المساحة التي يغطيها الغبار ونصف قطر ذرات الغبار المترسبة لساعات زمنية مختلفة للعاصفة الترابية التي تعرضت لها منطقة الدراسة.

يتبين من الجدول ()، جاء التركز المنخفض جداً المرتبة الاول من حيث المساحة والبالغة (7106.22)كم$^2$ وبنسبة (70%)، تليها في المرتبة الثانية والأخيرة فئة التي لايوجد بها تركز والتي بلغت مساحتها (3066.9)كم$^2$ وبنسبة (30%) خلال فصل الشتاء، أما في فصل الصيف فقد احتل الفئة التي لايوجد تركز المرتبة الاول والبالغة مساحتها (6098.94) كم$^2$ وبنسبة (60%)، في المرتبة الثانية التركز المنخفض والبالغ (3368) كم$^2$ وبنسبة (33%)، وفي المرتبة الاخيرة الفئة التركز المتوسط والبالغ مساحته (648.22)كم$^2$ وبنسبة (7%)، ويرجع سبب ظهور التركز المتوسط إلى تعرض المنطقة الى العواصف الترابية إلى مما تؤدي إلى التصحر واستمرار زيادة الأراضي المتصحرة والجفاف وارتفاع درجات الحرارة، وقلة التشجير مع عدم وجود حزام أخضر، هي من أهم الأسباب التي تؤدي لحدوث العواصف الرملية في منطقة الدراسة .

جدول (6) تركيز ملوثات الهواء في محافظة كركوك لعام 2020

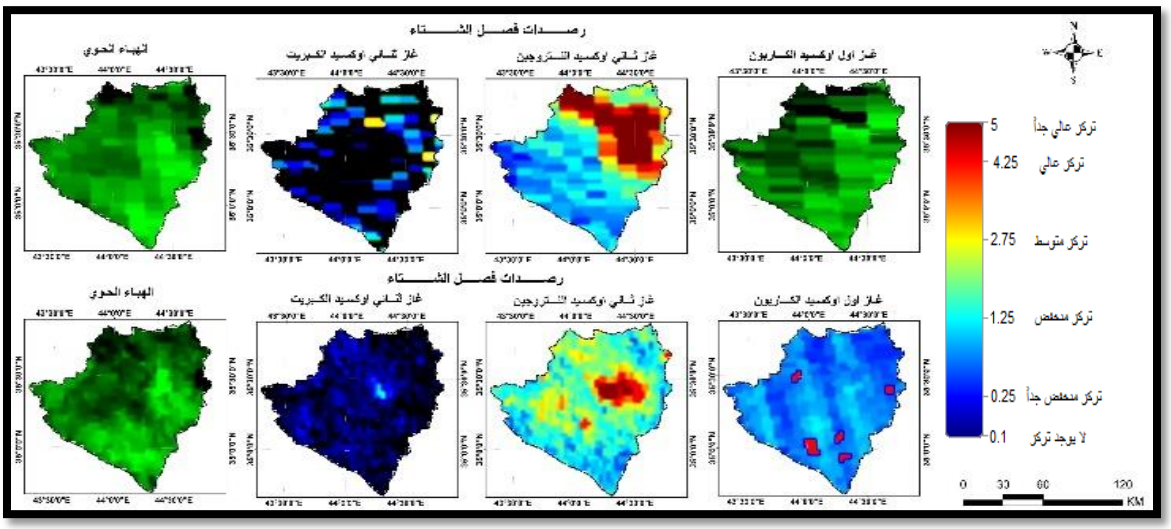
| الفئة | مؤشر الهباء الجوي لفصل الشتاء | | | مؤشر الهباء الجوي لفصل الصيف | |
|---|---|---|---|---|---|
| | التركيز | المساحةكم2 | النسبة% | المساحةكم2 | النسبة% |
| عالي جداً | 1.00E-04 | 0 | 0% | 0 | 0% |
| عالي | 8.75E-05 | 0 | 0% | 0 | 0% |
| متوسط | 6.25E-05 | 0 | 0% | 253.22 | 2% |
| منخفض جداً | 1.25E-05 | 7106.22 | 70% | 3568 | 35% |
| لا يوجد تركيز | 0.00E+00 | 3066.9 | 30% | 6351.92 | 62% |
| المجموع | | 10173.12 | 100% | 10173.14 | 100% |
| الفئة | غاز أول أكسيد الكربون لفصل الشتاء | | | غاز أول أكسيد الكربون لفصل الصيف | |
| | التركيز | المساحةكم2 | النسبة% | المساحةكم2 | النسبة% |
| عالي | 8.75E-02 | 114 | 1% | 98 | 1% |
| متوسط | 6.25E-02 | 0 | 0% | 128 | 1% |
| منخفض | 7.50E-02 | 156 | 2% | 1250 | 12% |
| لا يوجد تركيز | 0.00E+00 | 9903.12 | 97% | 8697.14 | 85% |
| المجموع | | 10173.12 | 100% | 10173.14 | 15% |
| الفئة | غاز ثاني أكسيد النيتروجين لفصل الشتاء | | | غاز ثاني أكسيد النيتروجين لفصل الصيف | |

| | التركيز | المساحةكم2 | النسبة% | المساحةكم2 | النسبة% |
|---|---|---|---|---|---|
| عالي جداً | 1.00E-04 | 298 | 3% | 198 | 2% |
| عالي | 8.75E-05 | 309 | 3% | 205 | 2% |
| متوسط | 6.25E-05 | 1300 | 13% | 1090 | 11% |
| منخفض جداً | 1.25E-05 | 8265 | 81% | 8360 | 82% |
| لا يوجد تركيز | 0.00E+00 | 0 | 0% | 320 | 3% |
| المجموع | | 10172 | 100% | 10173 | 100% |

| الفئة | غاز ثاني أكسيد الكبريت لفصل الشتاء | | | غاز ثاني أكسيد الكبريت لفصل الصيف | |
|---|---|---|---|---|---|
| | التركيز | المساحةكم2 | النسبة% | المساحةكم2 | النسبة% |
| منخفض | 3.75E+00 | 236 | 2% | 125 | 1% |
| منخفض جداً | 1.25E+00 | 453 | 4% | 214 | 2% |
| لا يوجد تركيز | 0.00E+00 | 9484 | 93% | 9834 | 97% |
| المجموع | | 10173 | 100% | 10173 | 100% |

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي Sentinel-5P.

خريطة (7) تركيز ملوثات الهواء في محافظة كركوك لعام 2020




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على مؤشرات (SO2 ، No ، AI ، co) ومرئيات فضائية للقمر الاصطناعي Sentinel-3.

2- **غاز ثنائي اوكسيد الكبريت($SO_2$):** اوكسيد الكبريت هو من اخطر عناصر تلوث الهواء فوق المدن والمنشئات الصناعية، فيؤدي الى تأكل كل احجار المباني ويساعد على سرعة صدا المعادن. وهو أحد العناصر الرئيسية التي تسبب ظاهرة الامطار الحمضية التي تسبب تلوث التربة والمجاري المائية وعندما يختلط هذا الغاز بالضباب والدخان فوق المدن فانة يؤدي الى وفاة المصابين بأمراض الجهاز التنفسي[28]، يتضح من الجدول ()، أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال فصل الصيف منخفض جداً، إذ بلغ مساحة التي لا يوجد بها تركيز الغاز نحو (9484)كم$^2$ وبنسبة (93%)، تليها التركيز المنخفض جداً نحو

(453)كم$^2$وبنسبة (4%)، وفي المرتبة الاخيرة التركيز المنخفض نحو (236) كم$^2$وبنسبة (2%)، أما خلال فصل الصيف فقد سجل فئة التي لا يوجد بها تركز المرتبة الاولى من حيث المساحة والبالغة (9834)كم$^2$وبنسبة (97%)، تليها التركيز المنخفض جداً نحو (214)كم$^2$وبنسبة (2%)، وفي المرتبة الاخيرة التركيز المنخفض نحو (125) كم$^2$وبنسبة (1%)،وقد اتضح مما سبق ان معدلات ثاني أكسيد الكبريت تتباين زمانياً من موقع الى آخر، ولذلك لقلة الغطاء النباتي الذي يعمل على امتصاص (SO2) ويطرح الاوكسجين وبذلك يعمل على تلطيف الجو في منطقة الدراسة بالإضافة الى ذلك فانة ينشأ نتيجة احتراق الوقود العضوي مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي وهو غاز عديم اللون نفاذ كرية الرائحة.

3- **اول اوكسيد الكاربون (co):** هو غاز سام عديم اللون والرائحة ينشا من الاحتراق غير كامل لكاربون الوقود مثل (البنزين، الديزل، الاخشاب) ومن احتراق المنتجات الطبيعية والصناعية مما يؤدي الى تقليل كمية الأوكسجين عند دخوله الدم ويضعف دور العقل بسبب الاضطراب والنعاس[29]، ويتضح من الجدول ()، أن نسب تركيز غاز أول أوكسيد الكاربون في المحافظة منخفض، إذ احتل التركيز لا يوجد المرتبة الاول من حيث المساحة والبالغة (9903.12)كم2 وبنسبة(97%) خلال فصل الشتاء، تليها التركيز المنخفض بمساحة بلغت (156)كم$^2$ وبنسبة (2%)، وفي المرتبة الاخيرة الفئة العالية والبالغة (114)كم$^2$ وبنسبة (1%)، أما خلال فصل الصيف فقد سجل التركيز لا يوجد المرتبة الاول من حيث المساحة والبالغة (8697.14)كم$^2$ وبنسبة(85%)، تليها التركيز المنخفض بمساحة بلغت (1250)كم$^2$ وبنسبة (12%)، ومن ثم الفئة المتوسطة والعالية بمساحة بلغت (128 ، 98)كم$^2$ وبنسبة (1%)على التوالي، وقد اتضح مما سبق ان نسبة أول أوكسيد الكاربون تتزايد نتيجة فعل نشاطات الانسان المختلفة في منطقة الدراسة ومن آثاره أيضا فعندما يستنشق من قبل الانسان يسبب الصداع والاعياء والاجهاد ويؤثر على عمل القلب ويسبب مشاكل تنفسية مما يؤدي الى الموت.

4- **ثاني اوكسيد النتروجين(No):** بعد اول اوكسيد النتروجين (NO) وثنائي أوكسيد النتروجين (NO2) مهمين في دراسة تلوث الهواء تحت ظروف درجات الحرارة العالية يتحد النتروجين الجوي والاوكسجين ليكون على الأكثر (NO) وليس لأول اوكسيد النتروجين آثار سلبية معروفة عند التراكيز التي توجد عليها في الجو ولكن يتحول الى ثنائي أوكسيد النتروجين(NO2) وهذا الأخير يعتبر من الناحية الفسيولوجية مهيجا وساما ويقلل من بريق وتميز الاشياء البعيدة ويعطي الطياب الاسود لونا يتراوح بين الاصفر والبني المحمر ويعد جزءا من التفاعلات الكيموضوئية المتسببة للطياب الاسود كما انه (NO)يتحول الى (NO2) والذي بدورة يؤثر على توكين الأوزون، وقد يسبب ثنائي اوكسيد النتروجين ضررا بالغة بالنباتات حيث يؤدي الى تساقط الأوراق وشحوب الكلوروفيل وانخفاض المحصول ويتسبب في الالتهاب الشعبي الحاد للإنسان والحيوانات الأخرى[30]، وقد تبين من الجدول( ) سجل غاز ثاني اوكسيد النتروجين تركز مرتفع خلال فصل الشتاء، إذ جاء تركز المنخفض جداً المرتبة الاول من حيث المساحة والبالغة (8265)كم$^2$ وبنسبة (81%)، تليها التركيز المتوسط (1300)كم$^2$ وبنسبة (13%)، في حين سجل التركز العالي والعالي جداً أدنى مراتب للتركز والبالغ مساحتها (309 ، 298) كم2 وبنسبة (1%)، أما خلال فصل الصيف سجل تركز المنخفض جداً المرتبة الاول من حيث المساحة والبالغة (8360)كم$^2$ وبنسبة (82%)، تليها التركيز المتوسط (1090)كم$^2$ وبنسبة (11%)، تليها الفة التي لا يوجد بها تركز نحو (320)كم$^2$ وبنسبة (3%)، بينما سجل التركز العالي والعالي جداً أدنى مراتب التركز والبالغ مساحتها (205 ، 198) كم2 وبنسبة (2%).

**المحور الرابع**

**المعالجات المقترحة لتقليل نسبة الانبعاثات**

تبدأ الخطوة الأولى في مكافحة مشاكل تلوث الهواء بتحديد مصادره، وذلك من خلال تنفيذ عمليات رصد على المدى الطويل للملوثات الرئيسة والثانوية في جميع المناطق، وبمجرد تحديد المصادر يتم وضع الضوابط التقنية للحد من انبعاث الملوثات باستخدام الوقود النظيف، وتركيب معدات تقنية لتقليل الانبعاثات، ونتيجة لتطوير تكنولوجيا جديدة فإن العقد أو العقدين القادمين سيشهدان خفض في انبعاث الملوثات من محطات الطاقة، ومن المصانع ووسائط النقل في الدول المتقدمة على الأقل. وفيما يلي بعض الإجراءات التي يجب اتخاذها للحد من تلوث الهواء:

**1- تقليل الانبعاثات باستبدال مصادر الطاقة:**

إنه من الأهمية بمكان أن القادة السياسيين في جميع أنحاء العالم، وقادة الصناعات التي تسبب الانبعاثات الملوثة للهواء قد بدءوا باتخاذ إجراءات للحد من هذه الانبعاثات، وأن النهج الذي تم إتباعه يتمثل بمنع دخول ملوثات للغلاف الجوي، ومن إحدى الطرق التي تم إتباعها؛ تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التي تستخدم الوقود الأحفوري الذي ينتج عنه معظم الملوثات، وذلك باستخدام مصادر بديلة للطاقة، مثل؛ الطاقة المائية، طاقة الرياح، طاقة حرارة باطن الأرض، الطاقة النووية و الطاقة الشمسية (بالرغم من أن لبعضها تأثيرات سلبية أخرى خطيرة على البيئة والصحة). إن التغيير بهذا الحجم صعب تحقيقه، لسبب واحد، وهو أن التوسع باستخدام هذه المصادر من الطاقة يتطلب تكنولوجيا على درجة كبيرة من التطور، ومن ناحية أخرى، فإن مثل هذا التغيير يتطلب تحولا في البنية التحتية للطاقة، فالناس يودون الحصول على الطاقة من مصادر مختلفة اعتمادا على مواقعهم وما يتوفر لديهم منها، فبعض المناطق التي تتوفر فيها أشعة الشمس بصورة دائمة يمكنها تحويل هذه الأشعة إلى طاقة، ومناطق أخرى يمكنها أن تعتمد على طواحين الهواء، ومن شأن مثل هذه الإستراتيجية جعل إنتاج الطاقة أقل مركزية، وبالتالي الحد من تلوث الهواء بمستوى كبير. كما أن هناك إمكانيات أخرى لخفض الانبعاثات، وذلك باستخدام الوقود النظيف، فمثلا يمكن لمحطات الطاقة أن تستخدم الغاز الطبيعي والفحم قليل الكبريت، وحصر استخدام الغاز الطبيعي وقود لوسائط النقل .

2- خفض الانبعاثات الناتجة عن محطات توليد الطاقة:

يوجد عدة طرق لإزالة الملوثات من انبعاثات محطات توليد الطاقة، فعمليات غسل الانبعاثات تقلل من الملوثات وخاصة ثاني أكسيد الكبريت، وكبريتيد الهيدروجين، وغيرها من الملوثات الغازية خلال قبل انطلاقها من مداخن محطات Scrubber مرورها بمرشح مائي حرق الفحم، أو استخدام أكياس الترشيح التي تعمل بنفس طريقة المكنسة الكهربائية، حيث تعمل على خفض مستوى الجزيئات الصلبة العالقة بنسبة 98 %. كذلك يمكن جمع الغازات السامة والجسيمات العالقة داخل سايكلونات باستخدام قوة الطرد المركزي، ومن ثم تشتيتها بعيدا عن المركز. والترسيب الالكتروني باستخدام الكهرباء الساكنة لجمع وإزالة المواد غير المرغوب فيها المعلقة في الغازات الساخنة جدا. كما يجري تطوير تقنيات حديثة تعمل على الحد من انبعاثات محطات الطاقة بدرجة أكبر، ومن تلك التقنيات وهو الحرق في معزل عن الهواء والتي تم Gasification التشليل اختبارها، ولكن لم يتم استخدامها في محطات توليد الكهرباء على نطاق واسع، والتشليل ينتج فحم نظيف، وهو أكثر كفاءة من الفحم الطبيعي، والانبعاثات الناتجة عنه أقل بكثير .

3- الحد من الانبعاثات الناتجة من وسائط النقل:

إن الملوثات الناتجة عن السيارات والمركبات أصبحت أقل بكثير مما كانت عليه قبل عقود قليلة مضت، ويرجع ذلك إلى رفع مستوى معايير الانبعاثات، وتحسين نوعية الوقود، وتركيب أجهزة تقنية للحد من التلوث

في كثير من المركبات، ومن التقنيات الحديثة التي تم تطبيقها للحد من التلوث بعادم المركبات وتم استخدامها على المركبات الحديثة يعمل Catalytic Converter في الولايات المتحدة، جهاز حفاز CO على خفض وأكسدة ثلاث ملوثات، وهي؛ أول أكسيد الكربون VOCs. والمركبات العضوية المتطايرة ، NOxوأكاسيد النيتروجين.

إن من الخيارات المتاحة التي بدأ تطبيقها للحد من التلوث الناتج عن وسائط النقل، هي استخدام سيارات هجينة تعمل بمحرك احتراق داخلي صغير، وموتور كهربائي، وبطارية قابلة للشحن، وجمعها بطريقة تساهم بتقليل استهلاك الوقود بدرجة كبيرة. فالسيارات العادية تحرق الوقود بواسطة محركها الداخلي للحصول على طاقة الحركة، وعند استخدام الكوابح تفقد السيارة طاقة الحركة فينتج انبعاثات غازية ضارة، والسيارات الهجينة تستخدم أيضاً البنزين لتشغيل المحرك، ولكن عند استخدام الكوابح فإن الطاقة اللازمة لذلك تستمدها من البطارية والتي يتم شحنها، مما يوفر الوقود ويقلل من انبعاث العادم. وبما أن محركات السيارات الهجينة صغيرة، فإن السيارة تكون أخف وزنا، ويستهلك المحرك وقود أقل للتشغيل، وعندما تتوفر ظروف السير الملائمة للسيارة الهجينة، فإن حركتها تعتمد على المحرك الكهربائي والبطارية فقط، وفي حالة السير بسرعات ثابتة داخل المدينة، فان محرك البنزين يغلق تماماً.

أن خلايا الوقود اختراع قديم وتطبيق بطيء تعمل بنظام كهروكيميائي، فهي تتكون من رقائق معدنية مسطحة تتحد على سطحها جزيئات الهيدروجين والأكسجين، فيتولد عن هذا الاتحاد تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية تخزن في تلك الشرائح فتكون جاهزة للاستخدام، وهي بذلك تشبه البطاريات، ولكنها أكثر كفاءة. كما أنها على عكس البطاريات التي تكون محكمة الإغلاق على كل محتواها من المواد الكيماوية، بينما خلايا الوقود تتدفق عليها المواد الكيماوية اللازمة لشحنها (الهيدروجين والأكسجين) بصورة مستمرة، لذلك فصلاحيتها لا تنتهي، بالإضافة إلى أنه لا ينتج عن خلايا الوقود عند استعمالها في المركبات أي انبعاثات ملوثة للهواء، إن تقنية خلايا الوقود لا تزال في بداية استخدامها، ولكنها داخلة في مرحلة نمو سريع، وسوف تحل مكان البطاريات في الأجهزة الإلكترونية المحمولة، لأنها أفضل وتدوم، وقابلة للشحن.

الاستنتاجات:

1- إن تلوث الهواء من أخطر أنواع التلوث حيث يؤثر على الإنسان والحيوان والنبات من خلال إصابتهم ببعض الأمراض وأن عدم المتابعة والمراقبة تؤدي إلى مشاكل عديدة.
2- الازدحامات المرورية وزيادة عدد وسائط النقل بأنواعها ساهم في زيادة تلوث الهواء في المحافظة وتحديداً مركز المحافظة.
3- وجود المنشأة الصناعية في مركز مدينة والا ضحية السكنية له أثر كبير في زيادة ملوثات الهواء .
4- يتركز تلوث الهواء في المدينة ببعض مكوناته بصورة مباشرة وغير مباشرة جراء، عوامل طبيعية كالرياح والعواصف الترابية ودرجة الحرارة والإمطار ومن خلال بعض الأنشطة التي يقوم بها الإنسان كالصناعات ومداخن والغازات التي تطلقها السيارات ومحطات الطاقة الكهربائية.
5- توصلت الدراسة إن العناصر المناخية ولا سيما الرياح والعواصف الترابية ودرجة الحرارة والإمطار تؤثر في ملوثات الهواء وتركيزها في منطقة الدراسة، حيث تؤثر الرياح وسرعتها في قلة تركيز ملوثات الهواء إما درجة الحرارة تؤثر في تركز الملوثات في جو المدينة حيث تكون الأشهر الحارة اقل تلوثا من الأشهر الباردة لان الهواء يتمدد نتيجة الحرارة فيقل تركز التلوث ويحدث العكس في الأشهر الباردة إما بالنسبة

للإمطار فأن زيادتها تؤدي إلى قلة الملوثات وتعمل على تنقية الجو من الشوائب حيث يعد أشهر فصل الشتاء اقل تلوثا من الأشهر الأخرى وخاصة الأيام الممطرة.

6- ان لملوثات الهواء أثر كبير على صحة الانسان النفسية وانتشار الامراض المستعصية مثل الربو والحساسية وضعف البصر والتحول وضغط الدم والسرطان وغيرها، كذلك لها اثر على الحيوانات والنباتات.

المقترحات:

1- نشر الوعي البيئي لدى الناس من خلال وضع مناهج علمية ابتداء من رياض الاطفال وصولا الى مناهج الجامعية من اجل ان تكون هناك جيلا قادر على تحمل مسؤولياته من أجل حماية البيئة من التلوث.

2- فرض شروط صارمة لإضافة المعامل والمصانع الجديدة وجعلها في مناطق خاصة بعيدة عن المدن لغرض حماية سكان المدينة من السموم التي تقذفها هذه المعامل.

3- التخطيط العمراني السليم للمدن والقرى بما في ذلك انشاء شبكات الصرف الصحي وشق الطرق الواسعة لتفادي الاختناقات المرورية وتخصيص مناطق صناعية بعيدة عن المناطق السكنية.

4- رصد ملوثات الهواء المختلفة مثل العوالق الجوية وثنائي أوكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين والهيدروكربونات الكلية وأول أوكسيد الكربون وبخار الميثان والاشعة فوق البنفسجية وغاز الأوزون والرصاص والرياح سرعتها واتجاهها والحرارة والرطوبة والامونيا وأبخرة الاحماض المذيبات العضوية وغيرها.

5- الرقابة على المشات الصناعية والزراعية واية مصادر أخرى للتلوث والزام تلك المنشات باتباع اساليب الانتاج النظيف وعدم السماح بتسرب ملوثات الهواء للبيئة المحيطة بما يتعدى الحدود المسموح بها.

6- التقليل من استخدام مبيدات في الاغراض الزراعية وفي مكافحة الحشرات والقوارض في المناطق السكنية واستخدام بدائل اقل ضررا على الصحة العامة والبيئة.

7- نشر الوعي البيئي لدى أفراد المجتمع وحثهم على التعاون مع البلديات وغيرها من الجهات الحكومية وغير الحكومية المعنية من اجل المحافظة على سلامة الهواء ونتعاشة فالهواء النقي يعطي بيئة سليمة والبيئة السليمة تعطي صحة سليمة لنا ولأجيالنا القادمة.

**الهوامش:**

(1)طارق كامل ، موسوعة كركوك قلب العراق ، طبيعة كركوك ، مركز دراسات الأمة العراقية ، ميزريوتاميا ، جنيف ، دار الكلمة الحرة ، بيروت ، نيسان ، 2008 ، ص17 -18 .

(2)محمد فريد الصادق ، حماية الهواء من التلوث من منظور إسلامي ، مجلة البيئة ، العدد 18، طرابلس ، ليبيا،2003 ، ص3.

(3)روبرت لافوت ، التلوث ، ترجمة نادية القباني ، مطابع الاهرام ، القاهرة ، مصر ، بدون سنة طبع، 29.

(4) روبرت لافوت، مصدر سابق، 28.

(5) فتحي محمد أبو عيانة، الجغرافية البشرية،ط7، المعرفة الجامعية للنشر والتوزيع، 1989، ص93.

عبد الهادي يحي الصائغ، أروى شاذل طاقة، ط1، الدار النموذجة للطباعة والنشر، صبر البيروت، 2011، ص72. (6)

(7) محمد خميس الزدركة، البيئة ومحاور تدهورها واثارها على صحة الانسان، ط1، دار المعرفة الجامعية، 2000، ص360.

(8) أحمد عبد الوهاب ، موسوعة بيئية الوطن العربي،الدار العربية للنشر والتوزيع،الطبعة الأولى ، 1997 ، ص71 .

(9) سن أحمد شحاته،تلوث الهواء القاتل الصامت وكيفية مواجهته،الطبعة الأولي_مكتبة الدار العربية للكتاب،2002، ص71.

(10) محمد السيد ارناؤوط وعبد الحكيم وعبد اللطيف الصعيد،الإنسان وتلوث البيئة ، الطبعة الأولى، 1996 ، ص82.

(11)روبرت لافوت ، ترجمة نادية القباني ، مصدر سابق ، ص29.

(12)الهيأة العامة للأنواء الجوية، مركز التدريب الانواء الاقليمي، محاضرات في تلوث الواء، مطبوعة بالرينو، غير منشورة، ص50.

(13)نعمان شحادة،علم المناخ،ط1،دار صفاء للنشر والتوزيع،عمان،2009،ص72.

(14)ميثم عبد الله سلطان ، ص39.

(15)علي حسن موسى، التلوث الجوي،ط2،دار الفكر للطباعة والتوزيع والنشر،دمشق،1996، ص76-77.

(16) ت ، اكاكس الأبعاد الحية للتحضر، ترجمة محمد عبد الرحمن الشربوني، منشورات الجمعية الجغرافية، الكويت، 1985 ، ص4.

(17)الهيأة العامة للانواء الجوية ، مركز التدريب الانواء الاقليمي، محاضرات في تلوث الهواء، مطبوعة بالرينو، غير منشورة، ص8.

(18)الهيأة العامة للانواء الجوية ، مدر سابق، ص8.

(19)علي حسين موسى ، التلوث الجوي، دار الفكر ، دمشق، 1996 ،ص85.

(20) نسرين نونيل فتح الله هنودي، تقييم التلوث الجوي في محطات تعبئة الغاز البترولي المسال في بغداد، رسالة ماجستير في علوم الجو مقدمة الى كلية العلوم، جامعة المستنصرية، 2004، ص31.

(21)علي حسين موسى ، مصدر سابق، 85.

(22)نجلاء محمد هادي واخرون، تأثير الاستقرارية الجوية على معدل خشونة السطح، مجلة جامعة بابل/العلوم الصرفة والتطبيقية، العدد8، الملد 24 ، 2016 ، 279.

(23)علي حسين موسى ، مصدر سابق، 81.

(24) Oke, T. R., Boundary layer climates, 2nd edition. Routledge. London, New York,1995, p324.

(25)محمد فريد المتولي، نوعية الحياة في مدينة اسيوط، رسالة ماجستير، (عير منشورة)، كلية الآداب، جامعة عين شكس،2014، ص14.

(26)بثينة ثاير خالد، نوعية الحياه العمرانية في مدينة الكوفة، رسالة ماجستير (عير منشورة)، جامعة الكوفة، كلية التربة للبنات، 2018، ص44.

(27)عواطف رديف داود، تأثيرات الظروف الجوية على بعض العوالق في منطقة بغداد، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة المستنصرية، بغداد، 1988،ص17.

(28)عاشم محمد صالح ، تلوث الهواء، ط1 ، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، 2014 ، ص60.

(29)سعدية عاكول الصالحي وعبد العباس فصيخ العزيزي، ظ1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2008، ص45..

(30)فاضل احمد اشهاب، وفريد مجيد عبيد ، تلوث التربة ، ط1 ، دار اليازوري للنشر والتوزيع ، 2008 ، ص132.