التحليل المكاني لتلوث هواء محافظة كركوك دراسة مقارنة (2019-2021)

م.م. رجاء كاظم مطر
جامعة النهرين/رئاسة الجامعة- شعبة الحاضنة التكنولوجية
werthirr@gmail.com

مستخلص البحث:
تناولت الدراسة تقييم تلوث الهواء في مُحافظة كركوك للمُدة (2019-2021)، حيث تم دراسة المُعدلات الشهرية والسنوية لمجموعة من الغازات المقاسة في مركز مُحافظة كركوك في (محطة مستشفى شوراو) والواقعة ضمن الاحداثيات الجغرافية (*35°31'27"N - 44°22'50"E*)، و (محطة مديرية البيئة) والواقعة ضمن الاحداثيات الجغرافية (*35°27'18"N - 44°22'54"E*)، إذ جاء العراق ثانيًا بعد روسيا عالميا للسنة الرابعة على التوالي بين أعلى الدول إحراقًا للغاز الطبيعي، سجلت سنة 2019 قيما أعلى من الحدود المسموح بها للغبار المُتساقط في الاشهر (كانون الثاني، آذار، نيسان، كانون الاول)، وفي سنة 2020 شهر (آذار، نيسان) فقط، أما سنة 2021 فسجل شهر نيسان فقط، كما ان جميع الا شهر والمُعدل السنوي ثاني أوكسيد الكبريت(*SO2*) في محطة مستشفى شوراو للسنتين (2019، 2020) معاً ضمن المُحددات البيئية العالمية والعراقية، عكس سنة 2021 فقط في شهري (تشرين الثاني، وكانون الاول) معاً، أما شهر تشرين الاول ضمن المحددات العالمية فقط، وبالنسبة لمحطة مديرية البيئة فأن جميع الاشهر والمُعدل السنوي للمُدة (2019-2021) أعلى من المحددات العالمية والعراقية معاً، عدا شهر نيسان لسنة 2019 فقد سجلت قيمة ضمن المحددات العالمية فقط، و جميع قيم أكاسيد النيتروجين *NOx* لسنة 2021 أعلى من الحدود المسموح بها، عدا شهر تشرين الاول في محطة مستشفى شوراو، كما ان المُعدل السنوي لسنة 2019 لثاني أوكسيد النيتروجين NO_2 في محطة مديرية البيئة فقط سجل قيمة أعلى من الحدود المسموح بها وفق المعايير العراقية فقط، أما قيم أول أكسيد الكربون *Co*، وتركيز الأوزون *O3* وكذلك لأوكسيد النتريك*NO* لسنة 2021 في محطتي الدراسة ضمن الحدود المسموح بها بيئياً.

الكلمات المفتاحية: *كركوك*، تلوث، أكاسيد النيتروجين، أول أكسيد الكربون، تركيز الأوزون .

المقدمة: تُعد مُشكلة تلوث الهواء من أهم مُشكلات المُدن في الوقت الحاضر، فالمدينة بتمركزها البشري الكثيف و بإحتدام زيادة الانشطة الصناعية ببين أرجائها وزيادة حركة النقل عبر اوصالها و بغيرها من الفعاليات البشرية التي تدب فيها، لم تغد اليوم بؤرة لتجمع مياه الصرف الصحي واكداس القمامة، بل ايضاً بؤرة لإنبعاث كميات هائلة من ملوثات الهواء والدخان السام في كل ثانية تمر عليها، والتي ستحيل المدينة مركزا لتجمع الدخان والتلوث الهوائي، والتي قد تؤدي الى فاجعة كُبرى بهلاك عدد كبير من البشر نتيجة ذلك.

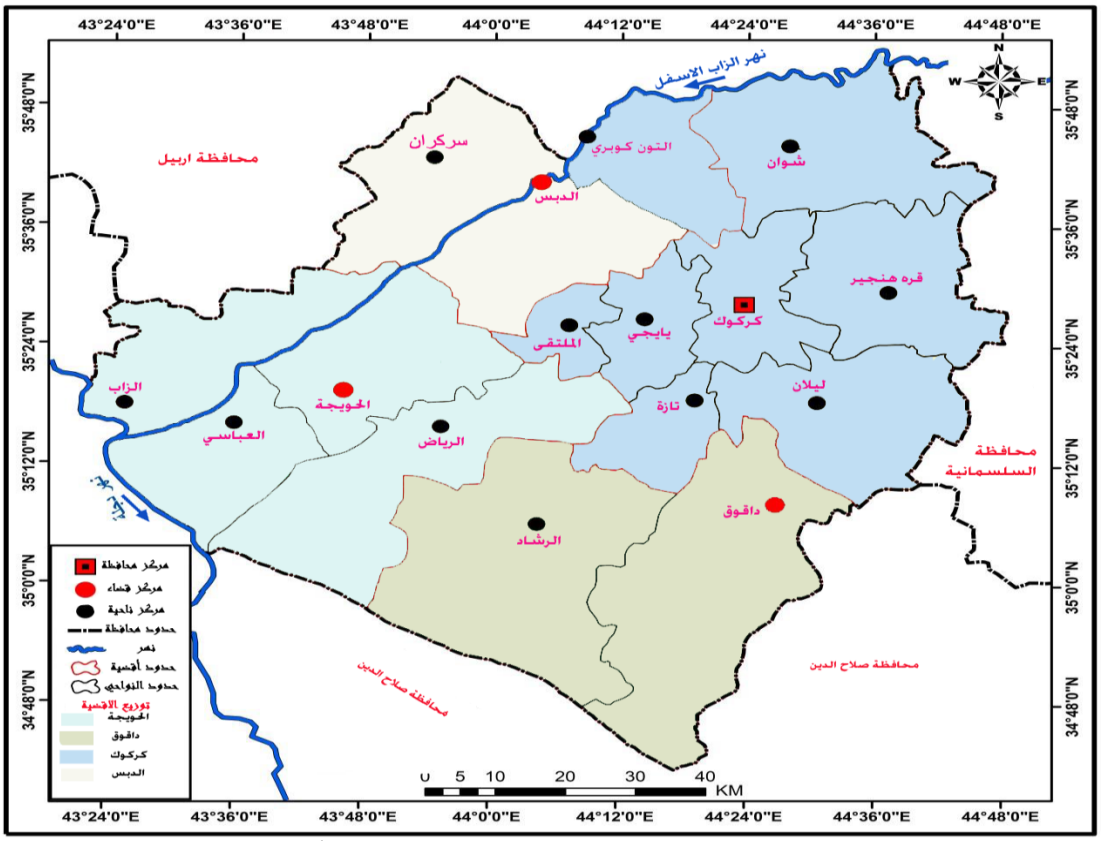
مُشكلة البحث: ما هي الخصائص الطبيعية والبشرية المُلوثة للهواء في مُحافظة كركوك، وما مدى خطورتها عند مُقارنتها مع المُحددات العالمية والعراقية.

فرضية البحث: تتباين خصائص المصادر الطبيعية والبشرية المُلوثة للهواء في المُحافظة، وتتجاوز المُحددات القياسية لها.

هدف البحث: بيان الخصائص الطبيعية والبشرية المُلوثة للهواء في مُحافظة كركوك، ومعرفة قيم الغازات المنتشرة في منطقة الدراسة.

موقع منطقة الدراسة: تتمثل حدود البحث بُمحافظة كركوك الواقعة في القسم الشمالي من العراق، وعلى بُعد 235 كم من شمال العاصمة بغداد، و لها حدود إدارية مع ثلاث مُحافظات، حيث تحدها من الشمال والشمال الغربي مُحافظة أربيل، ومن الشرق والشمال الشرقي مُحافظة السُليمانية، في حين يحدها من الجنوب الشرقي والجنوب الشرقي مُحافظة صلاح الدين، ويخترقها نهر الزاب الاسفل من الجزء الشمالي من المُحافظة ليصب في مجرى نهر دجلة غرب المُحافظة، ويبلغ ارتفاعها 300 متر فوق مستوى سطح البحر (العاني، 1979: 38)، يقع قسم من أراضي المُحافظة في منطقة شبه جبلية، وجزء صغير ضمن منطقة الجبال العالية. ويتراوح ارتفاع الجبال ما بين 200 الى 1000 متر، أما المنطقة شبه الجبلية فأنها تمتاز بالسلاسل الجبلية الواطئة والتلال الكثيرة والسهول الواسعة وتضم هذه المنطقة جبال حمرين ومكحول والعطشان، فلكياً تنحصر منطقة الدراسة بين دائرتي عرض *′45 ° 34* - *′55 ° 35* شمالاً، وبين قوسي طول *′20 ° 43* - *′50 44°* شرقاً، وتبلغ مساحتها 9679 كم^2، ما تُمثل نسبة 2.20 % من مجموع مساحة العراق، وتنقسم المُحافظة إدارياً الى أربعة أقضية كركوك، الحويجة، داقوق و الدبس، وأثنا عشر ناحية (وزارة التخطيط، 2016: 89). خريطة (1).

خريطة رقم 1: خريطة مُحافظة كركوك الادارية



المصدر: وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة مُحافظة كركوك الادارية لسنة 2021، مقياس رسم 25000/1، ومُخرجات برنامج *(Arc Map Ver 10.3)*.

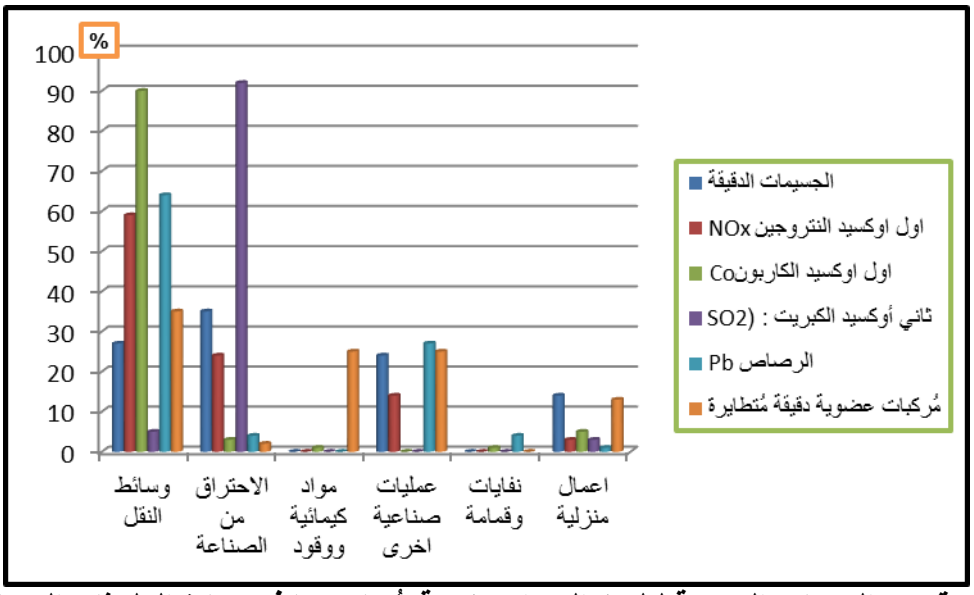
المبحث الاول : مصادر تلوث الهواء

تُقسم مصادر تلوث الهواء إلى أربعة أقسام رئيسيّة تندرج تحتها العديد من الملوثات الأخرى؛ وهي المصادر البشرية الثابتة، يُمكن اعتبار أيّ منشأة بأنّها مسببة للتلوث إذا زادت كمية الانبعاثات الصادرة عنها على واحد طن في العام، مثل مداخن المصانع، الصهاريج، محطات التكرير، المحارق، مصانع البتروكيميائيات، والمصادر البشرية غير الثابتة، وهي الملوثات التي تنتج عن محركات احتراق المركبات والآلات المتحركة، وتتسبب في تلوث الهواء بالمواد السامة، وزيادة تأثير ظاهرة الاحتباس الحراريّ، مثل المركبات والسفن والطائرات، والمصادر الطبيعيّة، وهي الملوثات التي تنتج بعض الجسيمات التي تعلق بالهواء بالشكل طبيعي، مثل الغبار الموجود على سطح الكرة الأرضية، الأملاح الموجودة في المناطق البحريّة، بقايا الحيوانات والنباتات، الأبواغ وحبوب اللقاح التي يحملها الهواء، والاندفاعات البركانيّة التي تتسبب بانبعاث كميّات كبيرة من الملوثات، بالإضافة إلى المصادر النطاقيّة التي يساهم الإنسان بجزء منها، وهي الملوثات التي تنتج في منطقة جغرافية واحدة، بحيث تنتج أقل من 10 طن/ العام من نوع واحد من الملوثات الخطيرة، أو أقل من 25 طن من مزيج من الملوثات الخطرة التي تسبب تلوث الهواء(ابراهيم ، 2003 :194)، وتتفاوت نسبة المُساهمة من مصدر الملوثات. جدول (1). شكل (1).

جدول رقم 1: المصادر الرئيسة لتلوث الهواء ونسبة مُساهمتها في زيادة الملوثات المعيارية (%)

مصدر الملوثات	الجسيمات الدقيقة	اول اوكسيد النتروجين NO_x	اول اوكسيد الكاربون Co	ثاني أوكسيد الكبريت SO_2	الرصاص Pb	مُركبات عضوية دقيقة مُتطايرة
وسائط النقل	27	59	90	5	64	35
الاحتراق من الصناعة	35	24	3	92	4	2
مواد كيمائية ووقود	-	-	1	-	-	25
عمليات صناعية اخرى	24	14	-	-	27	25
نفايات وقمامة	-	-	1	-	4	-
اعمال منزلية	14	3	5	3	1	13

Michael J.Gittins, "Air Pollution", in W.H. Bassett (ed.), Clay's Handbook of Environmental Health, 18th ed., E & FN Spon, London, 1999, p. 741.



الشكل رقم 1: المصادر الرئيسة لتلوث الهواء ونسبة مُساهمتها في زيادة الملوثات المعيارية (%)
المصدر: بيانات جدول (1).

عدد السيارات في المُحافظة: العدد الإجمالي لسيارات القطاع الخاص المسجلة بلغ 7 ملايين و460 ألف سيارة لغاية نهاية عام 2021 في جميع أنحاء العراق بما فيها إقليم كردستان والتي تشمل اللوحات الدائمية ولوحات الفحص المؤقت واللوحات الجديدة (المشروع الوطني والموازي)، بمُعدل 181 سيارة لكل 1000 نسمة، وبنسبة 2.7% لمُحافظة كركوك، فيما كان مجموع السيارات لسنة 2020 نحو 7 ملايين و27 ألف سيارة بنسبة ارتفاع بلغت 6%، في حين بلغ عددها ستة ملايين وخمسمائة الف سيارة في سنة 2019، حيث بلغت عدد السيارات لسنة 2021(191031 سيارة)، و (179569 سيارة) في سنة 2020، في حين سجلت سنة 2019 (169693 سيارة). أما السيارات الحكومية بمختلف أنواعها وحتى الدراجات النارية في العراق، فبلغت 145 ألف مركبة ودراجة فقط، حتى 2020، وهي نسبة صغيرة مقارنة بسيارات القطاع الخاص. جدول (2).

جدول رقم 2:إجمالي عدد سيارات القطاع الخاص التي تحمل اللوحات (الدائمية ، الفحص المؤقت ، المشروع الوطني والموازي(اللوحات الجديدة) المسجلة في مديرية المرور العامة في المحافظة للمُدة (2019-2021)

السنة	اللوحات (الدائمية)	لوحات (الفحص مؤقت)	المشروع الوطني و الموازي (اللوحات الجديدة)	المجموع الكلي
2019	106862	5774	57056	169693
2020	113082	6110	60377	179569
2021	120,300	6,500	64,231	191,031

المصدر: وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الاحصائية لسنة 2022.

الحقول النفطية: يوجد في مدينة كركوك 330 بئراً نفطياً في ثلاثة حقول نفطية، تنتج ما يقارب 750 ألف برميل من النفط يومياً، ويُشكل حقل كركوك وهو خامس أكبر حقل في العالم من حيث السعة، وهو عبارة عن هضبة يقطعها نهر الزاب الصغير ويبلغ طولها حوالي 96.5 كم في عرض يبلغ حوالي أربعة كم، ويتراوح عمق آبار حقل كركوك بين 450 مترا إلى تسعمائة متر، ومعدل إنتاج البئر الواحدة 35 ألف برميل يوميا، فضلاً عن حقل باي حسن والذي يقع غرب حقل كركوك على شكل موازٍ له في الاتجاه، وآبار حقل باي حسن أعمق من آبار حقل كركوك وعمقها يبلغ بين ألف وخمسمائة متر إلى ثلاثة آلاف متر، وبدأ الإنتاج فيه منذ سنة 1959، أما حقل جمبور يقع شمال شرق مدينة كركوك وهو موازٍ لحقلي كركوك وباي حسن، وقد بدأ الإنتاج فيه منذ سنة 1959(وزارة البيئة،2011)، حيث يعمل جزء من تلك الآبار في مصافي قديمة وأخرى بدونها، تعمل مصافي النفط على فصل النفط الخام عن الغاز المنبعث والتي تتسبب عند حرقه، بأدخنة سوداء، وقد انتشرت هذه الأدخنة ورائحة الغاز المنبعث في الحقول النفطية بسبب عدم فصل النفط عن الغاز لأنها قديمة الصنع. جاء العراق ثانيًا بعد روسيا عالميا للسنة الرابعة على التوالي بين أعلى الدول إحراقًا للغاز الطبيعي، حيث تُشير بيانات البنك الدولي إلى أنه أحرق عام 2016 ما مجموعه 17.73 مليار متر مكعب من الغاز، ثم ارتفع ذلك عام 2019 ليصل إلى 17.91 مليار متر مكعب، ويتناسب ارتفاع نسبة إحراق الغاز المصاحب في العراق طرديا مع زيادة إنتاج النفط، كما ان كمية الغاز التي يحرقها العراق يوميا تكفي لإمداد ما لا يقل عن 3 ملايين منزل بالطاقة الكهربائية، وأتلف العراق عام 2020 ما يقدّر بـ18 مليون متر مكعب من الغاز، وإذا حوّلت هذه الكمية إلى البرميل، فإنه يتلف ما يعادل 62% من إنتاجه من الغاز، أي ما يعادل 196 ألف برميل من النفط، أي بما يعادل 45 مليار دولار تقريبا (الوكالة الدولية للطاقة IEA ،2022). الجداول (3، 4 ، 5)، حيث بالإمكان تطبيق التكامل بين توليد البخار والطاقة الكهربائية، وذلك بالاستفادة من فرصة توليد الطاقة بكلف منخفضة من خلال تعزيز التكامل من إنتاج البخار اللازم لعملية التكرير في الحقل وتوليد الطاقة الكهربائية ومن ثم تصدير الفائض الى الشبكة العامة الوطنية للكهرباء(مكي، 2021:94)، حيث تمتلك المُحافظة اربع محطات غازية لتوليد الطاقة الكهربائية، وتنتج 5427151 ميكا واط/ساعة، تحتاج محافظة كركوك الى أكثر من ألف ميغاواط يومياً لكي تستطيع تجهيز المواطنين بالكهرباء بصورة دائمة، لكن ما يصلها الآن يقدر بـ400 ميغاواط فقط، وتعتمد المحافظة على 733 مولدة أهلية لملء النقص الحاصل. شكل (2).

جدول رقم 3: كمية الغازات المحروقة م^3 في الشعلات لحقول النفط لسنة 2019

الشهر	غاز حلو	غاز الاوكسجين (اسطوانة)	غاز حامضي	بروبان (اسطوانة)
كانون الثاني	1,104,378	1.8	57,495,409	0.59
شباط	1,019,426	1.9	49,235,685	0.73
آذار	1,132,695	1.6	63,523,496	0.67
نيسان	1,047,743	1.5	69,000,920	0.64
آيار	1,132,695	1.8	66,262,627	0.42
حزيران	1,076,060	1.6	79,195,181	0.70
تموز	991,109	1.3	73,183,391	0.95

آب	991,109	1.4	77,471,208	1.01
أيلول	962,791	2.1	66,860,692	0.64
تشرين الأول	991,109	1.5	66,021,376	0.67
تشرين الثاني	962,791	1.1	69,190,667	0.70
كانون الأول	1,189,330	1.6	71,093,603	0.98
إجمالي	12,601,236	19.2	808,534,255	8.70

المصدر : وزارة النفط، دائرة الدراسات والتخطيط والمتابعة، قسم البيئة، 2022.

جدول رقم 4: كمية الغازات المحروقة م^3 في الشعلات لحقول النفط لسنة 2020

الشهر	غاز حلو	غاز الاوكسجين (اسطوانة)	غاز حامضي	بروبان (اسطوانة)
كانون الثاني	2,435,296	9.6	132,874,061	0.39
شباط	2,265,390	14.0	152,920,880	0.70
آذار	2,378,660	9.6	160,113,849	0.50
نيسان	2,378,660	15.2	139,156,854	0.76
آيار	2,435,296	2.8	71,876,732	0.11
حزيران	2,378,660	5.6	87,281,162	0.67
تموز	2,378,660	7.2	117,637,978	0.56
آب	2,435,296	5.7	134,571,982	0.19
أيلول	2,265,390	4.8	136,720,946	0.67
تشرين الأول	2,038,852	8.8	149,408,193	0.28
تشرين الثاني	2,322,024	16.4	132,370,763	0.50
كانون الأول	2,435,296	21.1	157,238,751	0.70
إجمالي	28,147,480	115.1	1,572,172,151	6.03

المصدر : وزارة النفط، دائرة الدراسات والتخطيط والمتابعة، قسم البيئة، 2022.

جدول رقم 5: كمية الغازات المحروقة م^3 في الشعلات لحقول النفط لسنة 2021

الشهر	غاز حلو	غاز حامضي
كانون الثاني	1,189,330	71,908,308
شباط	1,076,061	36,586,057
آذار	934,474	134,450,928
نيسان	849,521	53,095,092
آيار	934,474	41,343,378
حزيران	934,473	37,180,723
تموز	1,047,743	40,408,904
آب	1,047,743	75,522,456
أيلول	991,108	75,126,012
تشرين الأول	1,047,743	75,437,503
تشرين الثاني	991,108	46,242,284
كانون الأول	1,076,061	51,141,192
إجمالي	12,119,839	738,442,837

المصدر : وزارة النفط ، دائرة الدراسات والتخطيط والمتابعة، قسم البيئة، 2022.

الشكل رقم 2: التكامل بين توليد البخار في حقول النفط وتوليد الطاقة الكهربائية

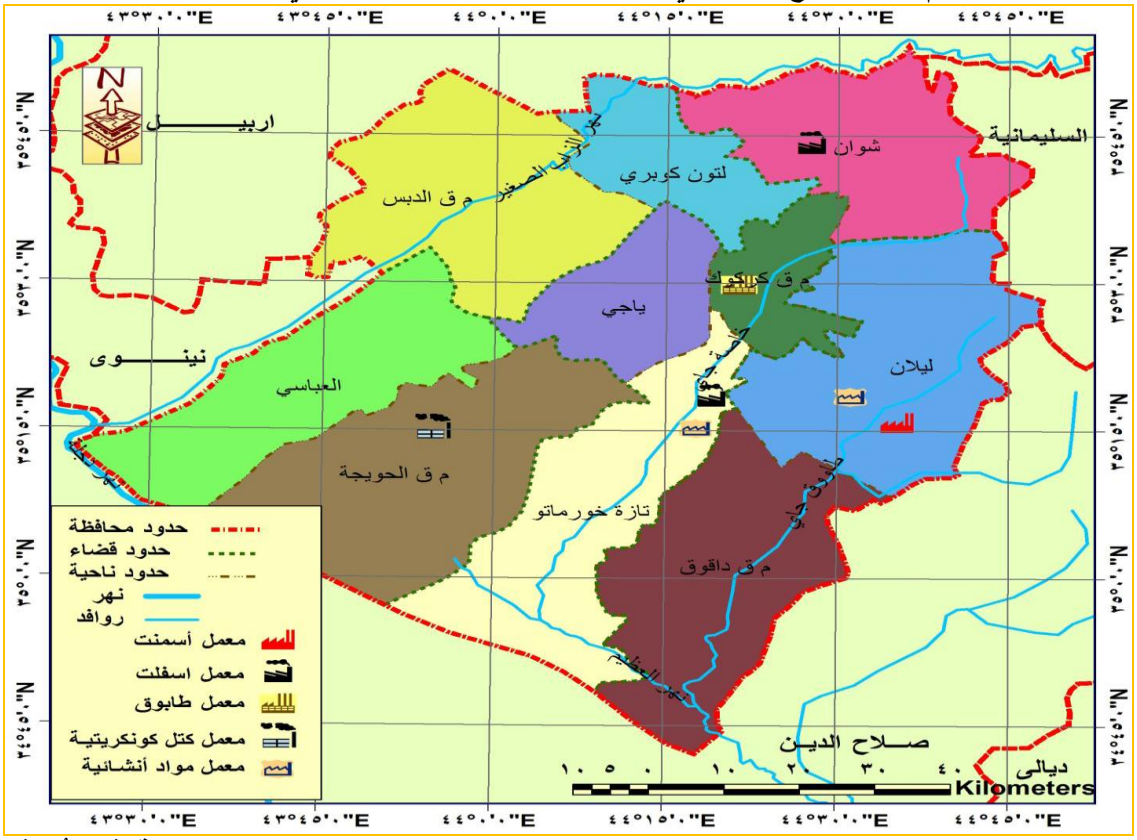
المصدر: عماد مكي، خيارات ترشيد استهلاك الطاقة في صناعة النفط، مجلة منظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط (أوابك)، المُجلد 38، العدد 142، 2012، ص 94.

الصناعات في المُحافظة: تمتلك المُحافظة الكثير من الصناعات الانشائية والغذائية، اذ يُشكل معمل سمنت كركوك احد المصانع الكبيرة بطاقة إنتاجية تصميمية تبلغ 6000 طن/يوم، والتي

تستهلك 140 لتر من النفط الاسود لإنتاج طن سمنت واحد فقط، والتي تقع في مركز القضاء ناحية ليلان، فضلاً عن معمل انتاج الطابوق والتي تقع في ناحية ياجي جنوب مدينة كركوك، وينتج 40000 طابوقة /يوم ويستهلك 50000 لتر/ شهر من النفط الاسود لتشغيله(الشركة العامة للإسمنت الشمالية، 2011:129)، بالإضافة الى وجود معمل كاشي كركوك والذي يقع في ناحية ليلان ايضاً، و التي تستعمل الحصى والرمل من المقالع القريبة منها في المُحافظة، ومعمل للإسفلت (كات) التابع للقطاع الخاص في ناحية شوان، ومعمل اسفلت نازة في ناحية تازة، والتي تتولد منها كمية هائلة من الغازات المنبعثة. خريطة (2).

النفايات والقمامة في المُحافظة: تشمل الغازات المنبعثة من مكبات النفايات بشكل رئيسي غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون، وهذه الغازات من الغازات الدفيئة التي تؤدي الى الانحباس الحراري ورفع درجة حرارة الكوكب على المدى البعيد، كما ان الترميد غير المناسب أو ترميد مواد غير ملائمة يسفر عن إفراز ملوثات في الهواء ومخلّفات الرماد، ويمكن أن يؤدي ترميد المواد التي تحتوي على الكلور إلى توليد الديوكسينات والفيورانات، وهي من المواد التي تسبّب السرطان لدى البشر وتم الكشف عن علاقة بينها وبين طائفة واسعة من الآثار الصحية الضارّة، كما مكن أن يؤدي ترميد المعادن الثقيلة أو المواد التي تحتوي على معادن ثقيلة (ولا سيما الرصاص والزئبق والكادميوم) إلى انتشار معادن سامّة في البيئة، ولذلك لا ينبغي ترميد المواد التي تحتوي على الكلور أو المعادن (عبد الله، 2013 :87). توجد 12 مؤسسة بلدية في المُحافظة، وان مجموع السُكان المخدومين بخدمة جمع النفايات للسنوات (2019 ، 2020، 2021) بلغ (1,190,777 ، 1,221,888 ، 1,253,551) على الترتيب، وان نسبة سكان الحضر المخدومين بخدمة جمع النفايات بلغت (98.2%)، ولا توجد خدمة لسكان الريف (صفر%)، جدول (6)، وتُعاني المُحافظة من عدم توفر الآليات المتخصصة في عدد من المؤسسات البلدية في مجال النفايات من حيث (الجمع والنقل)، فضلاً عن قلة التخصيصات المالية لتنفيذ مشاريع أعمال التنظيفات حيث أن هذه الأعمال ضمن موازنة المحافظة، و قلة عدد العاملين المخصص لعدد الآليات لجمع ونقل النفايات، وكذلك عدم إستخدام الأكياس المخصصة لجمع النفايات والموزعة على المواطنين وضعف المعايير المحددة لمتابعة أعمال النظافة، حيث بلغ مجموع كمية المخلفات المرفوعة للمُدة (2019-2021) (606,785.4 ، 427,027.8، 502,382.0) طن/سنة، وبمعدل (1,662.4 ، 1,169.9 ، 1,376.4) طن/يوم. (وزارة الإعمار والاسكان والبلديات والأشغال العامة،2022). جدول (7). شكل (3).

خريطة رقم 2: التوزيع الجغرافي للصناعات التعدينية اللافلزية في مُحافظة كركوك



المصدر: صبحي احمد مخلف الدليمي، محمد طه نايل الحياني، الصناعات الانشائية في مُحافظة كركوك، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية، المجلد ، العدد 2، 2013، ص 434.

جدول رقم 6:عدد المؤسسات البلدية والنسب المئوية للسكان المخدومين بخدمة جمع النفايات في مُحافظة كركوك

	السنة	2019	2020	2021
السكان	عدد المؤسسات البلدية	12	12	12
	عدد السكان *	1,212,210	1,243,881	1,276,114
الحضر	نسبة السكان المخدومين بخدمة جمع النفايات	98.2	98.2	98.2
	عدد السكان المخدومين	1,190,777	1,221,888	1,253,551
الريف	عدد السكان *	427,743	438,928	450,295
	نسبة السكان	0	0	0

	المخدومين بخدمة جمع النفايات			
	عدد السكان المخدومين	0	0	0
	عدد السكان الكلّي *	1,639,953	1,682,809	1,726,409
	نسبة السكان المخدومين بخدمة جمع النفايات	72.6	72.6	72.6
المجموع	عدد السكان المخدومين	1,190,777	1,221,888	1,253,551

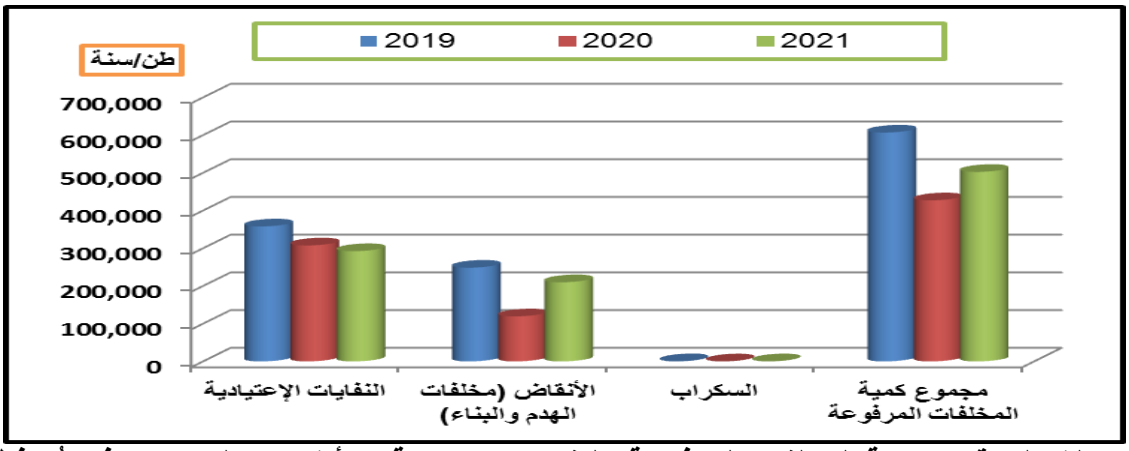
المصدر: عدد السكان حسب تقديرات وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، الاسقاطات السكانية في العراق للمدة (2019-2022).

توجد اربعة نواحي لا تحتوي على مؤسسات بلدية وهي (قرة هنجير، شوان، ياجي والملتقى) لكن يتم تقديم الخدمة لهم عن طريق تقديم طلبات للمحافظة.

جدول رقم 7 كمية المخلفات المرفوعة (النفايات الإعتيادية ، الأنقاض والسكراب) في مُحافظة كركوك

السنة	النفايات الإعتيادية (طن/سنة)	الأنقاض (مخلفات الهدم والبناء) (طن/سنة)	السكراب (طن/سنة)	مجموع المخلفات المرفوعة (طن/سنة)	كمية مجموع المخلفات المرفوعة (طن/يوم)
2019	357,909.0	248,422.4	454.0	606,785.4	1,662.4
2020	307,519.0	119,388.8	120.0	427,027.8	1,169.9
2021	292,345.0	209,856.0	181.0	502,382.0	1,376.4

المصدر: وزارة الإعمار والاسكان والبلديات والأشغال العامة / مديرية البلديات العامة / قسم البيئة / مديرية بلدية مُحافظة كركوك،2022 .



الشكل رقم3: كمية المخلفات المرفوعة (النفايات الإعتيادية ، الأنقاض والسكراب) في مُحافظة كركوك المصدر: بيانات جدول (7).

المبحث الثاني: علاقة عناصر المناخ بالتلوث الغازي

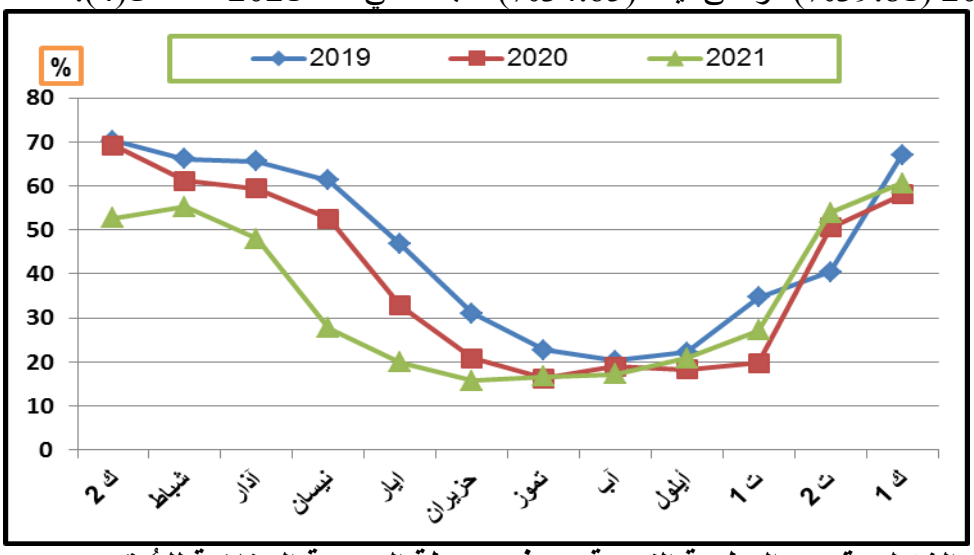
تُعد العناصر المناخية من العوامل الرئيسة التي تسهم في تركز وانتشار الملوثات الغازية والجسيمية في الهواء، إذ تُساهم في نقل وترسيب الملوثات، وان تباين واختلاف العناصر المناخية يسهم في تباين كميتها، حيث تم بيان بعض العناصر المناخية في محطة الحويجة المناخية والتي تقع في منتصف المُحافظة تقريباً، و ضمن الاحداثيات الجغرافية دائرتي عرض ′31 ° 35 شمالاً، وبين قوسي طول ′76 ° 43 شرقاً، وترتفع 331 مترا فوق مستوى البحر. جدول (8). ويمكن بيان ذلك من خلال:

جدول رقم 8: الرطوبة النسبية (%) و مجموع الامطار السنوي (ملم) و إتجاه الرياح (درجة) في في محطة الحويجة المناخية لمُحافظة كركوك للمُدة (2019-2021)

عناصر المناخ	الرطوبة النسبية %			مجموع الامطار السنوي (ملم)			إتجاه الرياح (درجة)			إتجاه الرياح الجغرافي		
الشهر	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
ك 2	70.38	69.19	52.75	31.64	31.64	15.82	150.69	107.81	87.94	جنوبية شرقية	شرقية	شمالية شرقية
شباط	66.19	61.12	55.25	21.09	21.09	21.09	146.19	136.69	76	جنوبية شرقية	جنوبية شرقية	شمالية شرقية
آذار	65.56	59.38	47.94	79.1	79.1	5.27	139.25	124.94	194.06	جنوبية شرقية	شرقية	جنوبية
نيسان	61.31	52.62	27.75	79.1	5.27	1.06	317.56	315.88	283.81	شمالية غربية	شمالية غربية	غربية
ايار	46.75	32.75	19.88	10.55	0	0.43	353.69	289.62	292.62	شمالية غربية	غربية	غربية
حزيران	31.06	20.81	15.75	0	0	0	312.5	287.56	293	غربية	غربية	غربية
تموز	22.75	16.31	16.69	0	0	0	294.94	307.75	297.62	غربية	غربية	غربية
آب	20.25	19	17.19	0	0	0.02	306.19	320.69	303.19	غربية	شمالية غربية	غربية
أيلول	22.12	18.25	20.88	0	0	0	304.31	330.06	293.88	غربية	شمالية غربية	غربية
ت 1	34.75	19.69	27.12	10.55	0	19.8	6.25	22.06	351.31	شمالية	شمالية	شمالية غربية
ت 2	40.5	50.56	53.94	5.27	10.55	21.38	74	90.44	38.88	شمالية شرقية	شرقية	شمالية
ك 1	67.12	58.06	60.69	36.91	15.82	34.75	121.06	69	125.69	شرقية	شمالية شرقية	شرقية
المعدل السنوي	45.73	39.81	34.65	274.21	163.47	119.62	210.5525	200.2083	219.8333	جنوبية	جنوبية	جنوبية

المصدر: وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة، 2022.

1- الرطوبة النسبية: هي النسبة المئوية لما موجود فعلا من بخار الماء في الهواء إلى أكبر كمية يستطيع الهواء حمله تحت درجة الحرارة والضغط العالي أنفسهما تعد العلاقة عكسية بين الرطوبة ودرجة الحرارة في حين تكون طردية بين الرطوبة والأمطار، على الرغم ما للرطوبة النسبية من اثر ايجابي من خلال عدم تراكم الملوثات في الهواء، إذ يعمل بخار الماء في الجو على تخليصه من نسبة كبيرة من خلال ما يتعلق فيه لذا فأن كميات كبيرة من الدقائق العالقة في الجو تتناسب تناسبا عكسيا مع الرطوبة النسبية، عند زيادة الرطوبة في فصل الشتاء فان تراكيز الدقائق العالقة تقل، في حين تنعكس الحالة في فصل الصيف حيث تزداد تراكيز الدقائق العالقة بسبب نقصان الرطوبة، أما بالنسبة لتراكيز الغازات فأن الحالة معكوسة، حيث عند زيادة الرطوبة يؤدي تفاعل بخار الماء مع الغازات مثل (ثاني أوكسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت) وبالتالي تتكون الحوامض التي تجعل من مياه الأمطار حامضية تؤثر على عناصر البيئة، وتعمل الرطوبة النسبية في الهواء على امتصاص الملوثات وبالتالي التقليل من نشرها في الهواء، كما انها تعمل على تحويل عدد من الغازات مثل ثاني أوكسيد الكبريت *(So2)* إلى حامض الكبريتيك *(HS04)* والذي له دور فعال في تكوين الأمطار الحامضية (العوادات، 2000: 21). تزداد قيمة الرطوبة النسبية في الاشهر الباردة من السنة، واعلى القيم سجلت في شهر كانون الثاني، سنوياً أعلى قيمة(45.73%) سجلت في سنة 2019، يليها في سنة 2020 (39.81%)، وادنى قيمة (34.65%) سجلت في سنة 2021 ، شكل(4).



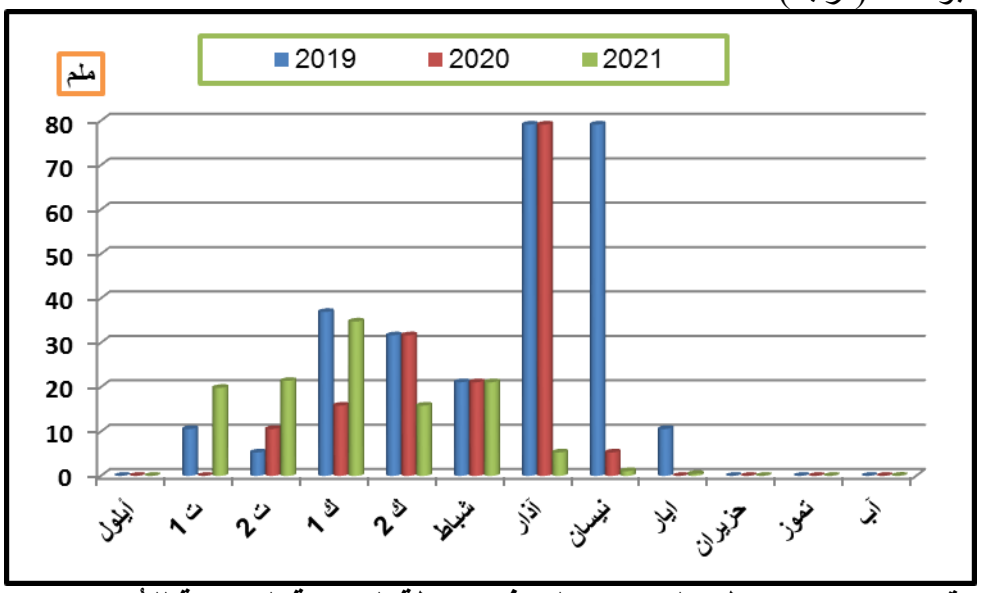
الشكل رقم 4: الرطوبة النسبية % في محطة الحويجة المناخية للمُدة (2019-2021)

المصدر: بيانات جدول (8).

2- الامطار: تعمل الأمطار على تنقية وتصفية الغلاف الجوي لأنها تعمل على ترسيب كل ما يعترض طريقها من غبار وملوثات غازية وجسمية أثناء فترة هبوطها، كما تعمل على تماسك التربة لأنها محتفظة بشيء من الرطوبة، إلا أنه في حالة انعدام التساقط فإن ذلك يجعل الترب بأن تكون جافة ومفككة مما يسهل على الرياح تعريتها ونقلها كما قد تؤدي إلى الإصابة بالربو وغيرها من الحوامض التي تتفاعل مع ما يتساقط على التربة، وهنالك علاقة عكسية تبين كمية تساقط الأمطار وكمية الملوثات الموجودة في الهواء الجوي حيث تتعلق الدقائق المادية المتواجدة في الهواء بقطرات المطر وتسقط على سطح الأرض بينما الغازات مثل CO_2، SO_2 فتذوب في مياه المطر وتتساقط على شكل

مياه لها صفة الحامضية، فإذا تزامن سقوط الأمطار مع وجود تلوث في الهواء فأن ذلك سيرافقه سقوط أمطار حامضية، وهذه الظاهرة لطالما عانت منها المدن الصناعية في العالم كما في (لندن)، وللأمطار الحامضية دور في تخليص الهواء الجوي من ملوثاته الغازية، ولكنها تعمل في نفسه الوقت على تلوث التربة ومياه المسطحات المائية مثل البحيرات والأنهار التي تسقط عليها (يازجي، 2008 :112)، تزداد كمية هطول الامطار في منطقة الدراسة في شهري اذار ونيسان معاً، وتنعدم في اشهر الصيهود تماماً، سنوياً أعلى قيمة سجلت في سنة 2019 بمجموع بلغ (274.21 ملم)، يليها في سنة 2020 (163.47 ملم)، وادنى قيمة سجلت في سنة 2021 (119.62ملم)، شكل(5).

3-الرياح: إن معرفة اتجاه الرياح له اهمية في انشاء المصانع والبنايات وذلك من خلال تحديد اتجاه الانتشار للملوثات الى المناطق الزراعية او المجمعات السكنية. ان التغير الراسي لسرعة الرياح والاتجاه من مسببات الحركة الدوامية التي تؤدي الى تشتت الملوثات بينما الاتجاه هو العامل الرئيسي الذي يحدد المناطق التي تنتقل اليها الملوثات، حيث ان نوعية الهواء تعتمد على اتجاه الرياح، و تزداد سرعة الرياح بزيادة الارتفاع عن سطح الارض، ان التقليل في سرعة الرياح عند المستويات الواطئة يعود الى شدة الاضطراب الناتجة عن عناصر خشونة السطح مثل الاشجار والمباني وغيرها، ويتم تحديد اتجاه الرياح في محطة الارصاد الجوية او عند تبادل بياناتها بين محطات المُختلفة بوحدة (درجة)،

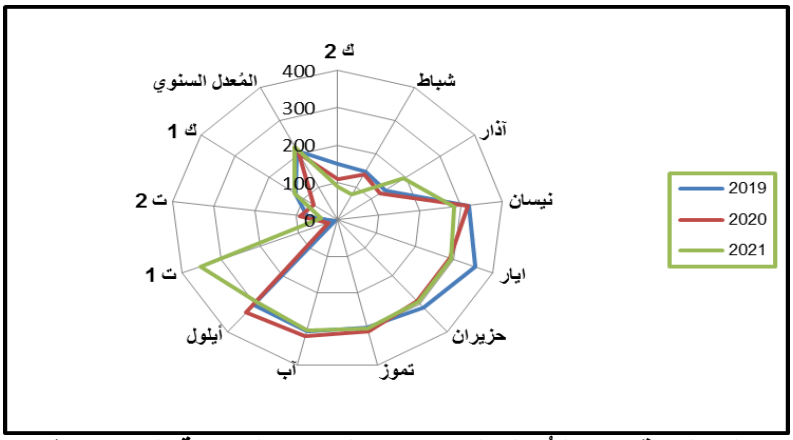


الشكل رقم 5: مجموع الامطار السنوي (ملم) في محطة الحويجة المناخية للمُدة (2019-2021)
المصدر: بيانات جدول (8).

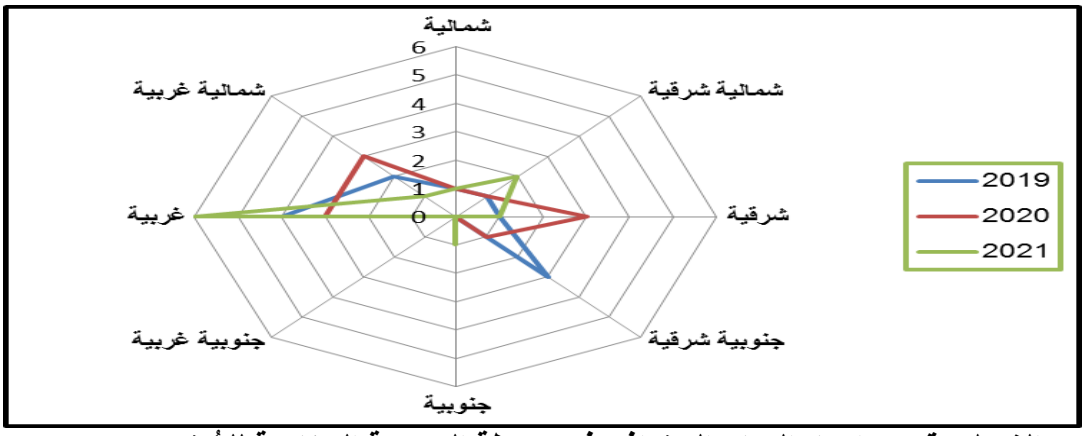
ويتم تحديد الاتجاه بالدرجات التي ينقسم اليها مُحيط الدائرة بين (0-360 درجة)، حيث يُمثل درجة صفر اتجاه الشمال، ومتجهة مع إتجاه عقارب الساعة وتنحصر الاتجاهات في ثمانية اتجاهات فقط، يفصل بين كل اتجاه والاتجاه الذي يليه (45 درجة)، وهي (الشمال، الشمال الشرقي، الشرق، الجنوب الشرقي، الجنوب، الجنوب الغربي، الغرب، الشمال الغربي). (المالكي، 2019 :323)، تقارب مُعدل السنوي لسرعة الرياح في منطقة الدراسة، واعلى سرعة سجلت في سنة 2021 (3.49 م/ثا)، يليها سنة 2020 (3.47 م/ثا)، أدنى سرعة سجلت سنة 2019 (3.285 م/ثا)، في حين سجل

شـهري حزيران وتموز أعلى سرعة للرياح، و شـهري شباط و نيسان أدنى سرعة. الشكلين (6 ،7). وتتفاوت نسبة إتجاه الرياح في منطقة الدراسة بسبب تأثر العراق بالتغيرات المناخية، شكل (8)، حيث سجل في سنة 2021 رياح غربية، وفي سنة 2019 جنوبية شرقية، وتذبذبت في سنة 2020. شكل (6).

الشكل رقم 6:التُغيرات المناخية في العراق لسنة 2016 وتوقعاتها في سنة 2050
المصدر: الامم المُتحدة، البنك الدولي للتغيرات المناخية، 2016.



الشكل رقم 7: المُعدل الشـهري والسنوي لسرعة الرياح م/ثا
المصدر: بيانات جدول (8).



الشكل رقم 8: إتجاه الرياح الجغرافي في محطة الحويجة المناخية للمُدة (2019-2021)

المصدر: بيانات جدول (8).

المبحث الثالث: ملوثات الهواء والانبعاثات الغازية في المُحافظة

يُمثل احتواء الهواء على مواد وعناصر في الغلاف الجوي تعتبر مضرة بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى أو تسبب أضرارًا للمناخ أو المواد، تم دراسة المُعدلات الشهرية والسنوية لمجموعة من الغازات المقاسة في مركز مُحافظة كركوك في (محطة مستشفى شوراو) والواقعة ضمن الاحداثيات الجغرافية (35°31'27"N - 44°22'50"E)، و(محطة مديرية البيئة) والواقعة ضمن الاحداثيات الجغرافية (35°27'18"N - 44°22'54"E)، حيث تناولت ما يلي:

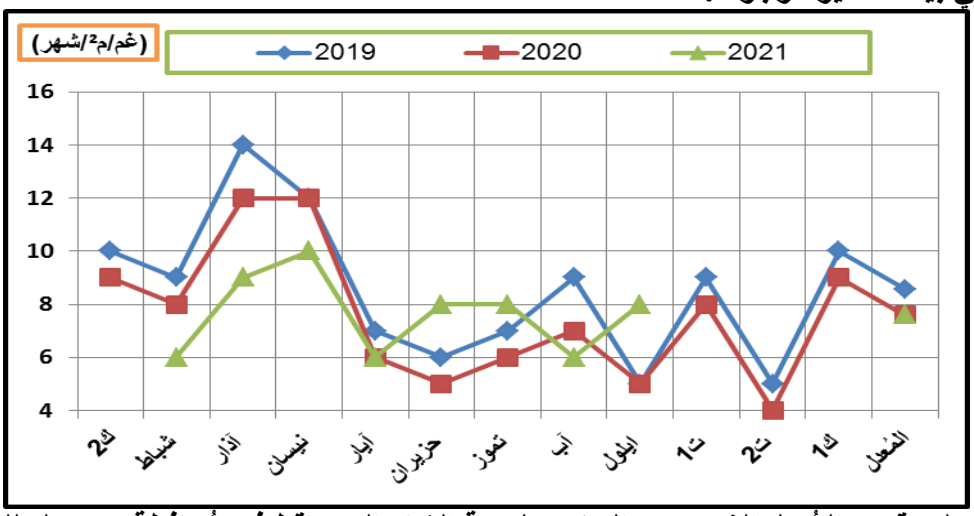
الغبار المتساقط: اي مادة تنتشر في الهواء مُتضمنه ذرات الغبار والدخان والضباب والسخام، وينشأ من العواصف الترابية ودخان المصانع والحرائق، يتباين الحجم الحبيبي للغبار بتباين مصدره وسرعة الرياح الناقلة، وان الجفاف وقله هطول الامطار وقله الغطاء النباتي سبب رئيس لحدوث الغبار، وتبلغ المعايير الدولية المسموح بها (9 غم/م^2/ شهر)، حيث سجل المُعدل السنوي للمُدة (2019-2021) قيم ضمن الحدود المسموح بها بيئياً، وسجل (5.58 ، 7.59 ، 7.62 غم/م^2/ شهر) على الترتيب، في حين تباين شهرياً، وسجلت سنة 2019 قيما أعلى من الحدود المسموح بها في الاشهر (كانون الثاني، آذار، نيسان، كانون الاول)، وفي سنة 2020 الاشهر (آذار، نيسان) فقط، أما سنة 2021 فسجل شهر نيسان فقط، لتاثرهِ بالعناصر المناخية وحجم مُسببات التلوث. جدول (9)، شكل (9).

جدول رقم 9: المعدل السنوي لكمية الغبار المتساقط (غم/م^2/ شهر) في مُحافظة كركوك للمُدة (2019-2021)

السنة	ك2	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت1	ت2	ك1	المُعدل السنوي
2019	10	9	14	12	7	6	7	9	5	9	5	10	8.58
2020	9	8	12	12	6	5	6	7	5	8	4	9	7.59
2021	-	6	9	10	6	8	8	6	8	-	-	-	7.62

المصدر: وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الاحصائية 2023.

- : تعني بيانات غير موجودة.



الشكل رقم 9:المُعدل الشـهري والسنوي لكمية الغبار المتساقط في مُحافظة كركـوك للمُدة (2021-2019)

المصدر: بيانات جدول (9).

ولبيان جودة الهـواء في المُحـافظـة تم مُقارنتها مع معايير نوعية الهـواء العراقيـة و الأمريكية *(NAAQS)*، جدول (10).

جدول رقم 10: معايير نوعية الهـواء العراقيـة و الأمريكية *(NAAQS)*

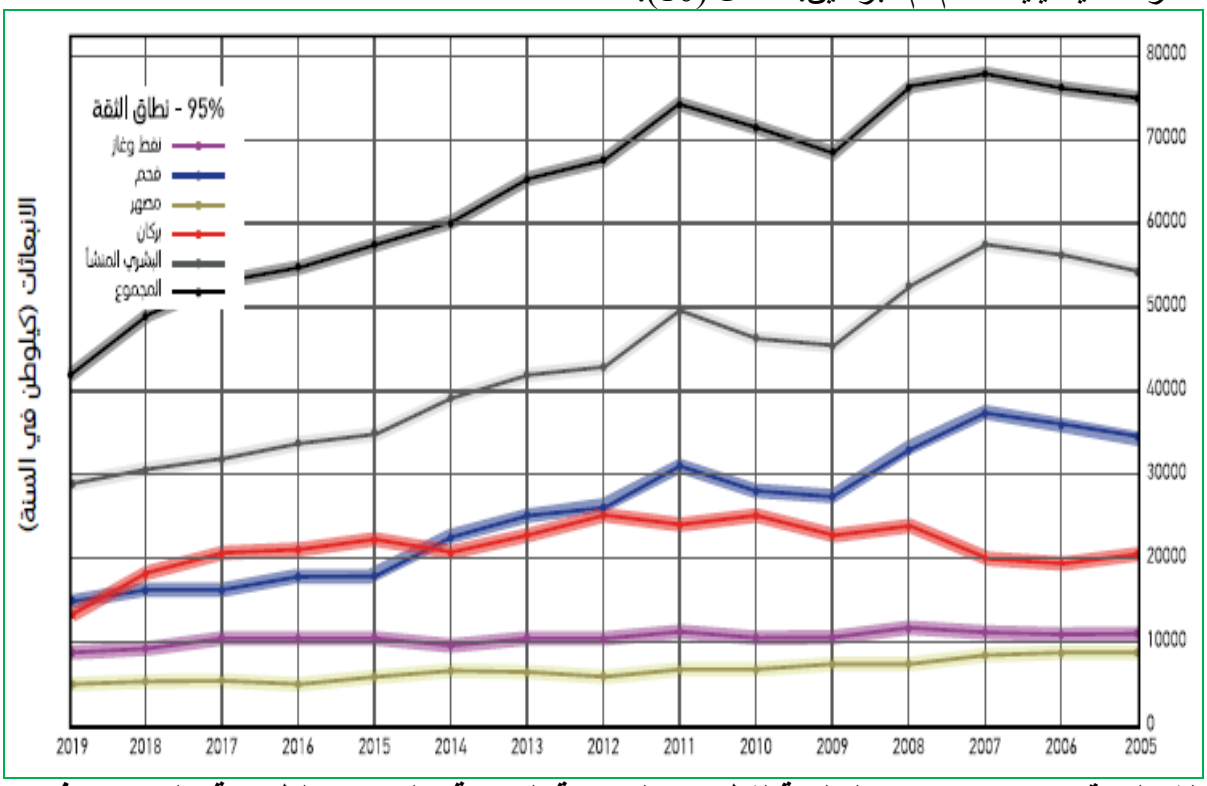
مصدر الملوثات		الحد المسموح به وفق المُحددات البيئية	
		العالمية* *PPM* جزء بالمليون	العراقيـة** *PPM* جزء بالمليون
اول الكاربون *Co*	اوكسيد	9	35
ثاني أوكسيد *SO_2*	الكبريت	0.03	0.02
الأوزون *(O 3)*		0.075	-
NO_2		0.053	0.02

Herman Koren and Michael Bisesi, Handbook of Environmental Health: Pollutant Interactions in Air, Water, and Soil,Vol. 2, CRC Press, Florida, 2003, p.51.

**** وزارة البيئة، تقرير الحالة البيئية في العراق، 2016، ص 195.**

ثاني أوكسيد الكبريت *(SO_2)*: هو غاز ملوّث للهواء. هذا الغاز العديم اللون ينتج نتيجة الانشطة البشرية بنسبة 68% من حرق الوقود الأحفوري الحاوي على عنصر الكبريت في تركيبهِ، بما في ذلك الفحم بنسبة (36%) والنّفط والغاز(21%) والانشطة الصناعية (12%) ، أما 32 % المُتبقية فتنتج من الانبعاثات البركانية، وعلى الرّغم من أنّنا لا يمكننا رؤيته بالعين المجرّدة، إلّا أنّه منتشر

ويُشكل خطرًا على صحّة الإنسان ويؤثّر سلبًا على نقاوة الهواء(المفوضية الأوروبية،2021)، كما يُزيد استنشاق ثاني أكسيد الكبريت من خطر التّعرّض لمشاكل صحيّة كالسّكتة الدّماغيّة وأمراض القلب والرّبو وسرطان الرّئة والوفاة المبكّرة. كما أنّه يؤدّي إلى صعوبة في التنفّس وخاصّةً للذين يعانون من حالات مزمنة. ويمكن ملاحظة ان الانشطة البشرية تُشكل النسبة الاكبر لانبعاث هذا الغاز عالمياً، يليه الفحم ثم البراكين. شكل (10).

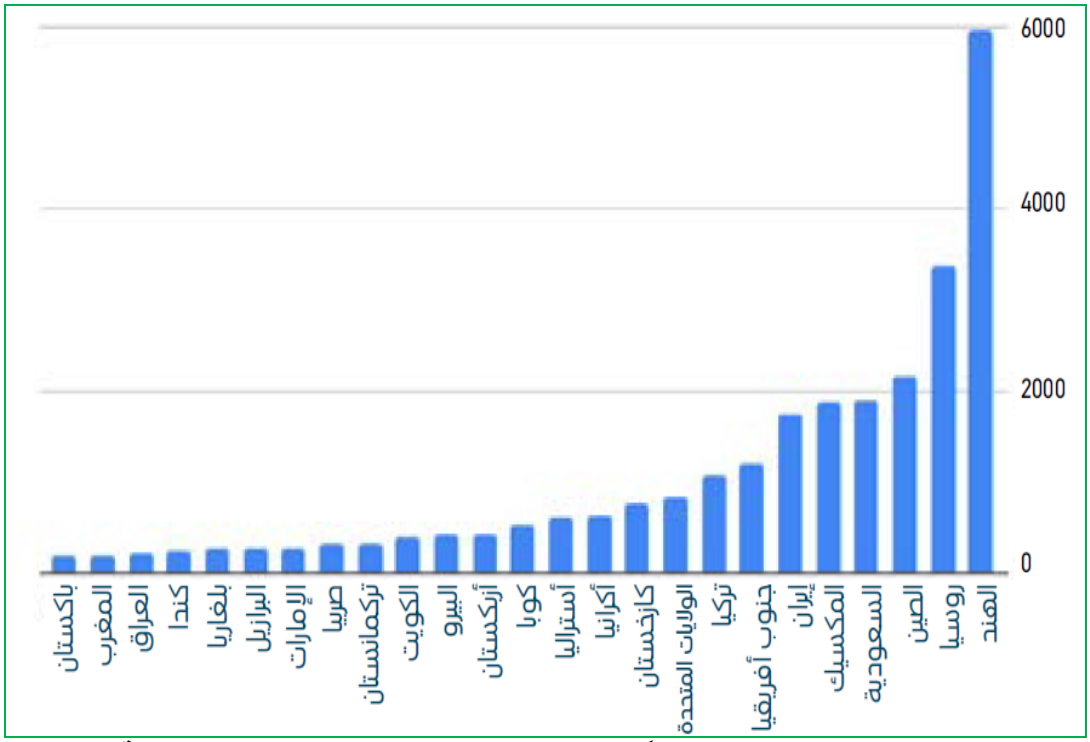


الشكل رقم 10: الاسهامات العالمية لقطاعات الصناعة الرئيسة والمصادر الطبيعية (البراكين) في إجمالي إنبعاثات غاز (SO_2) (كيلو طن –سنة) للمُدة (2005-2019)

المصدر: فيولوتوف، في اي واخرون، قاعدة بيانات مُتعددة الأقمار الصناعية حول نوعيّة الهواء وانبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) طويلة الأجل. *L4 Global V1, Greenbelt, MD, USA, Goddard* الولايات المتحدة الأمريكية، مركز خدمات بيانات ومعلومات علوم الأرض. العدد (23) ، سبتمبر 2020. على الرابط:

https://doi.org/10.5067/MEASURES/SO2/DATA403

سجلت المملكة العربيّة السّعوديّة أعلى مستويات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكبريت في منطقة الشّرق الأوسط وشمال إفريقيا خلال عام 2019، ويأتي العراق بالمرتبة الرابعة بعد الكويت والامارات، وفي المرتبة 23 عالمياً حسب تصنيف وكالة ناسا. الشكل (11).



الشكل رقم 11: البلدان 25 الاولى عالمياً لإنبعاث غاز (SO_2) من صنع الانسان لسنة 2019.
المصدر: برنامج *MEaSUREs* التابع لوكالة ناسا 2020.

جميع الاشهر والمُعدل السنوي في محطة مستشفى شوراو للسنتين (2019، 2020) معاً ضمن المُحددات البيئية العالمية والعراقية، عكس سنة 2021 فقط في شهري (تشرين الثاني، وكانون الاول) معاً، أما شهر تشرين الاول ضمن المحددات العالمية فقط، وبالنسبة لمحطة مديرية البيئة فأن جميع الاشهر والمُعدل السنوي للمُدة (2019-2021) أعلى من المحددات العالمية والعراقية معاً، وذلك بسبب إنبعاث الغازات من حقول النفط وإتجاه الرياح وسرعتها، فضلاً عن الانبعاثات من عوادم المركبات و الازدحامات المرورية بالقرب من محطة مديرية البيئة، عدا شهر نيسان لسنة 2019 فقد سجلت قيمة ضمن المحددات العالمية فقط بسبب مجموع الامطار في هذا الشهر تحديداً سجل اعلى قيمة (79.1 ملم)، جدول (11)، الشكلان (12 ، 13).

جدول رقم 11

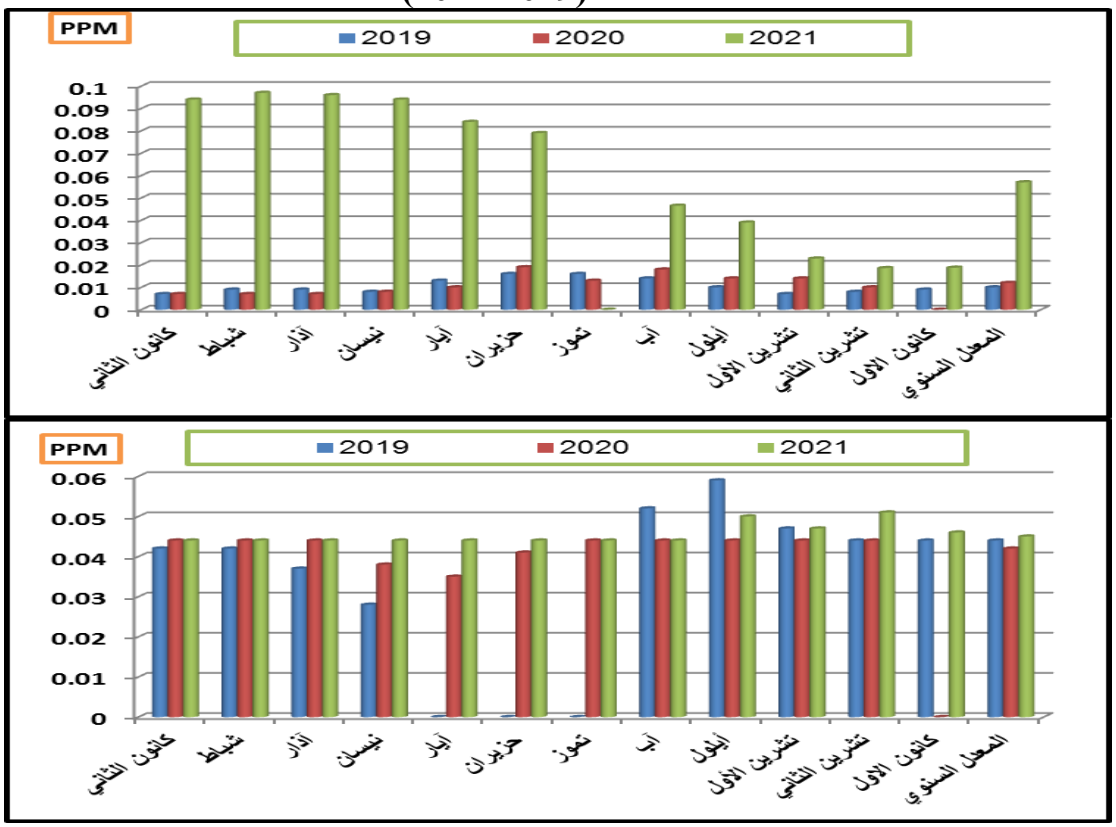
المعدل الشهري والسنوي لثاني أوكسيد الكبريت *PPM (SO2)* للمُدة (2019-2021)

المحطة	السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
مستشفى شوراو	2019	0.007	0.009	0.009	0.008	0.013	0.016	0.016	0.014	0.01	0.007	0.008	0.009	0.01
	2020	0.007	0.007	0.007	0.008	0.01	0.019	0.013	0.018	0.014	0.014	0.01	-	0.012
	2021	0.094	0.097	0.096	0.094	0.084	0.079	-	0.0465	0.039	0.0229	0.0186	0.0188	0.057
مديرية البيئة	2019	0.042	0.042	0.037	0.028	-	-	-	0.052	0.059	0.047	0.044	0.044	0.044
	2020	0.044	0.044	0.044	0.038	0.035	0.041	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	-	0.042
	2021	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.05	0.047	0.051	0.046	0.045

المصدر : وزارة البيئة، دائرة التخطيط والمتابعة، 2022. (- تعني بيانات غير متوفرة).

الشكل رقم 12: المُعدل الشهري والسنوي لثاني أوكسيد الكبريت *(SO2) PPM* في محطة مستشفى شوراو للمُدة (2019-2021)

الشكل رقم 13: المُعدل الشهري والسنوي لثاني أوكسيد الكبريت *(SO2)* في محطة مديرية البيئة للمُدة (2019-2021)



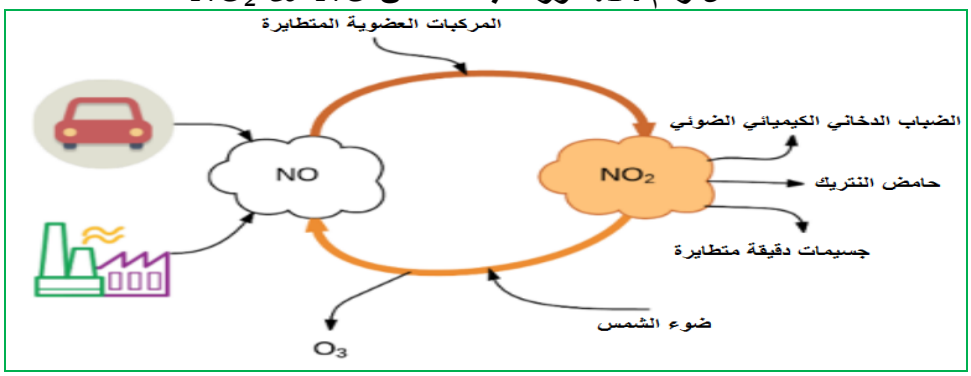
المصدر: بيانات جدول (11). **المصدر: بيانات جدول (11).**

ثاني أوكسيد النيتروجين *NO_2*: هو غاز بني محمر ينبعث من جميع محركات الاحتراق، هناك مركبان رئيسيان أساسهما النيتروجين ينبعثان من محركات الاحتراق *NO_2* و أوكسيد النتريك *(NO)*، ويشار إلى هذين الملوثين مجتمعين باسم *NO_x* أو أكاسيد النيتروجين، والذي هو نتيجة تفاعل درجة الحرارة المرتفعة للهيدروكربونات الموجودة في الوقود الأحفوري مع الهواء (الذي يتكون من 80% نيتروجين)، و عند نقطة الانبعاث (أي ماسورة العادم) للسيارات والمُحركات التي تعمل بالديزل، تكون نسبة NO_x حوالي *NO%* 90 و *NO_2* 10% (الحسن، 2011 : 89). وبعد بضع ساعات في الغلاف الجوي وفي وجود المركبات العضوية المتطايرة، يتحول *NO_x إلى NO_2* يمكن أن يحدث رد الفعل هذا خلال بضع ثوانٍ إلى بضع ساعات، يتفاعل ثاني أكسيد النيتروجين بشكل أكبر مع المواد الأخرى الموجودة في الهواء يتأكسد لتكوين حمض النيتريك وجُسيمات ومُركبات عضوية دقيقة مُتطايرة سريعة التبخر، وغالباً ما تتحول الى دخان، ويبلغ قطرها (2.5-10 مايكرون)، وهي أما تكون عالقة بالجو او مُتصاعدة من السطح أو مُتساقطة على الارض بحسب سرعة الرياح، كما ان بوجود ضوء الشمس يمكن لـ *NO_2* أن يتحول مرة أخرى إلى *NO* وينتج المؤكسدات الفوتو كيمائية الأوزون (*O_3*) كملوث جانبي. ونظرًا لإمكانية إنتاج ثاني أكسيد النيتروجين لهذه الملوثات

"*الثانوية*"، ويزداد تركيز الأوزون (*O 3*) خلال النهار بينما يتناقص تركيز *NO 2* . وذلك لأن *NO 2* يتحول إلى *NOx* في وجود ضوء الشمس. والذي يؤدي الى تهيج عيون الانسان (Zhao, B ، 2013: 9869)، شكل (14).

وان المُعدل السنوي لسنة 2019 في محطة مديرية البيئة فقط سجل قيمة أعلى من الحدود المسموح بها وفق المعايير العراقية فقط، وذلك بسبب كمية الغازات المحروقة في الشعلات لحقول النفط أعلى منها لبقية السنوات كما مُبين في جدول (3)، إذ سجل كمية إجمالي الغاز الحلو 12,601,236 م^3، أما الغاز الحامضي 808,534,255 م^3، في حين سجل غاز الاوكسجين (اسطوانة) 19.2 م^3، و بروبان (اسطوانة) 8.70 م^3، فضلاً عن الازدحام المتواصل بالقرب من المحطة، ولم تُسجل السنتين (2019، 2020) في محطة مستشفى شوراو اي قيمة أعلى من المُحددات البيئية المسموح بها، وتفاوتت بقية الاشهر لبقية السنوات. جدول(12)، الشكلين (15، 16).

الشكل رقم 14: دورة مبسطة من *NO & NO_2*



Tong ZHU, Effects of hydrogen addition on NOx formation in a no premixed methane low-NOx combustor, J-STAGE Advance Publication, The Japan Society of Mechanical Engineers, 2023, pp 316. : DOI: 10.1299/mej.23-00316

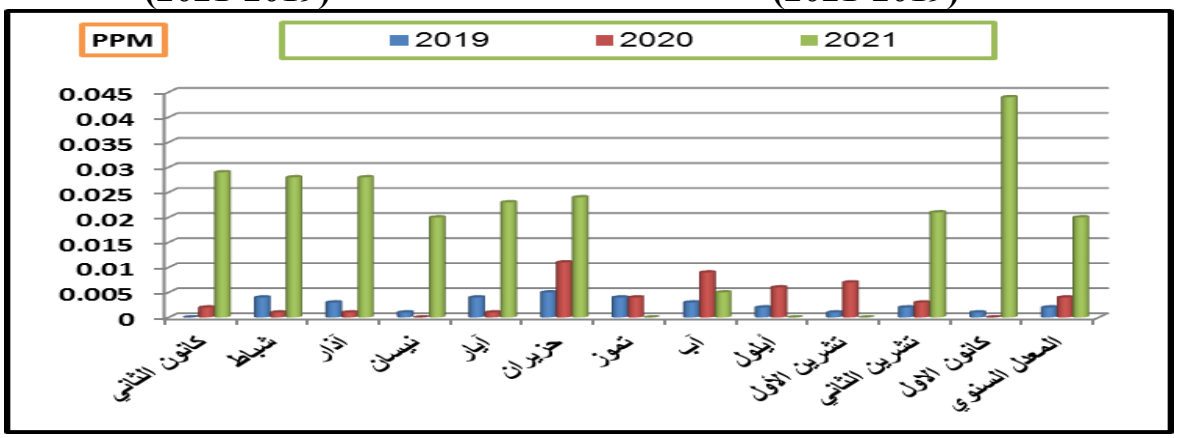
جدول رقم 12: المُعدل الشهري والسنوي لثاني أوكسيد النيتروجين(*NO 2*) *PPM* للمُدة (2019-2021)

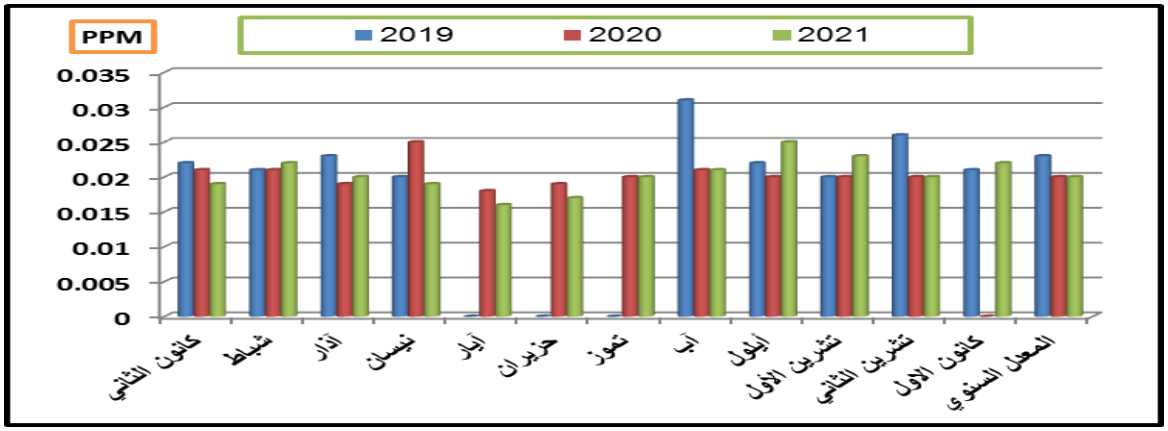
المحطة	السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
مستشفى شوراو	2019	0	0.004	0.003	0.001	0.004	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002
	2020	0.002	0.001	0.001	-	0.001	0.011	0.004	0.009	0.006	0.007	0.003	-	0.004
	2021	0.029	0.028	0.028	0.02	0.023	0.024	-	0.005	--	-	0.021	0.044	0.02
مديرية البيئة	2019	0.022	0.021	0.023	0.02	-	-	-	0.031	0.022	0.02	0.026	0.021	0.023
	2020	0.021	0.021	0.019	0.025	0.018	0.019	0.02	0.021	0.02	0.02	0.02	-	0.02
	2021	0.019	0.022	0.02	0.019	0.016	0.017	0.02	0.021	0.025	0.023	0.02	0.022	0.02

المصدر : وزارة البيئة، دائرة التخطيط والمتابعة، 2022. (- تعني بيانات غير متوفرة)، اللون الاحمر أعلى من المُحددات المسموح بها.

الشكل رقم 15: المُعدل الشـهري والسنوي لثاني أوكسيد النيتروجين (*PPM (NO 2*) في محطة مستشفى شوراو للمُدة (2019-2021)

الشكل رقم 16: المُعدل الشـهري والسنوي لثاني أوكسيد النيتروجين (*PPM (NO 2*) في محطة مديرية البيئة للمُدة (2019-2021)





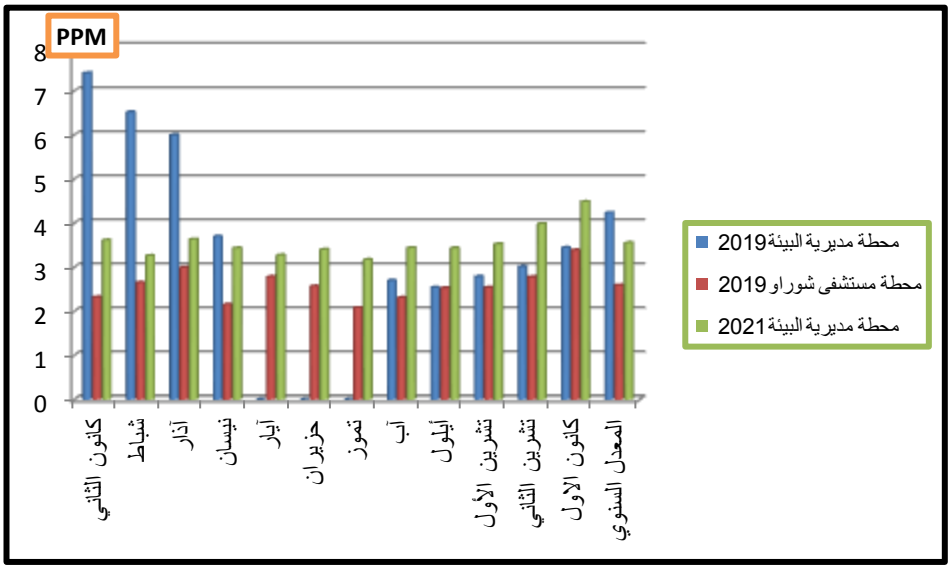
المصدر: بيانات جدول (12). **المصدر: بيانات جدول (12).**

أول أكسيد الكربون *Co*: هو غاز عديم اللون والطعم والرائحة، ينتج من عمليّة الأكسدة الجزئيّة (الاحتراق غير التام للكربون) ومحركات السيارات والمولدات الكهربائية وكذلك المواد العضوية مثل الفحم، و ترجع سمّيته لكونه يتحد مع هيموجلوبين الدم في الرئتين عند استنشاقه مكونًا كاربوكسي هيموجلوبين، مانعًا بذلك نقل الأوكسجين إلى الأنسجة والخلايا (ثابت، 2022 : 209).
جميع قيم أول أكسيد الكربون *Co* ضمن الحدود المسموح بها بيئياً. جدول (13)، الشكل (18).

الجدول رقم 13: المُعدل الشـهري والسنوي أول أكسيد الكربون(*Co*) *PPM* للمُدة (2019-2021)

المحطة	السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
مستشفى شوراو	2019	2.32	2.653	2.995	2.16	2.785	2.571	2.08	2.31	2.53	2.54	2.78	3.389	2.593
مديرية البيئة	2019	7.409	6.525	6	3.701	-	-	-	2.699	2.54	2.788	3.012	3.446	4.236
	2021	3.615	3.261	3.634	3.434	3.275	3.405	3.17	3.44	3.435	3.527	3.985	4.488	3.556

المصدر : وزارة البيئة، دائرة التخطيط والمتابعة، 2022. (- تعني بيانات غير متوفرة).



الشكل رقم 17: كمية اول اوكسيد الكاربون*Co* في محطتي مديرية البيئة ومستشفى شوراو في مُحافظة كركوك للمُدة (2019-2021).

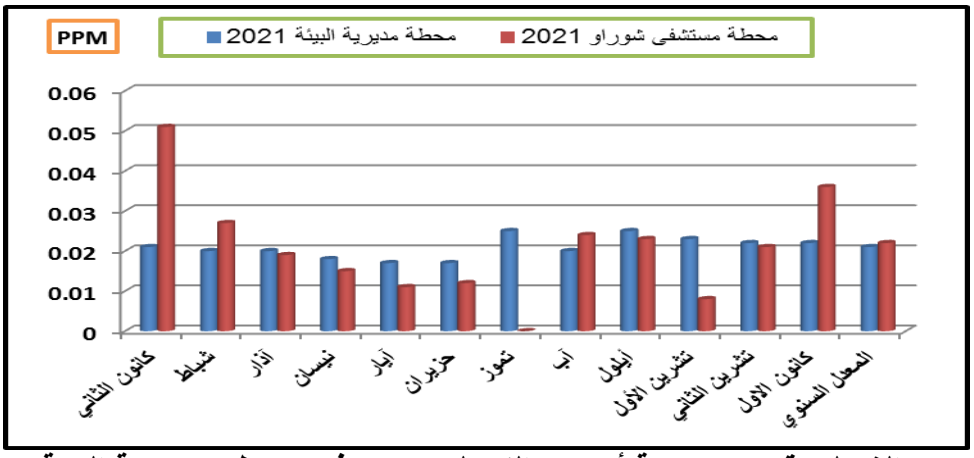
المصدر: بيانات جدول (13).

أوكسيد النتريك *(NO)*: غاز سام غير قابل للاشتعال عديم اللون ذو رائحة مُحببة في درجة حرارة الغرفة، يتحول بسرعة الى غاز ثاني اوكسيد النيتروجين *(NO2)* عند وجود الاوكسجين بكمية كافية، مصدرهُ عوادم السيارات والمُحركات التي تعمل بالديزل، وقيمة *PPM* 5 كحد أقصى للمسموح به (جيلاني ، 1994 :45). المُعدل الشـهري والسنوي لأوكسيد النتريك لسنة 2021 في محطتي الدراسة ضـمن الحـدود المـسموح بها. جدول (14) شكل (18).

الجدول رقم 14: المُعدل الشـهري والسنوي أوكسيد النتريك *(NO)* *PPM* لسنة 2021

المحطة	السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
مستشفى شوراو	2021	0.051	0.027	0.019	0.015	0.011	0.012	-	0.024	0.023	0.008	0.021	0.036	0.022
مديرية البيئة	2021	0.021	0.02	0.02	0.018	0.017	0.017	0.025	0.02	0.025	0.023	0.022	0.022	0.021

المصدر : وزارة البيئة، دائرة التخطيط والمتابعة، 2022. (- تعني بيانات غير متوفرة).



الشكل رقم 18 : كمية أوكسيد النتريك *(NO)* في محطتي مديرية البيئة ومستشفى شوراو في مُحافظة كركوك لسنة 2021.

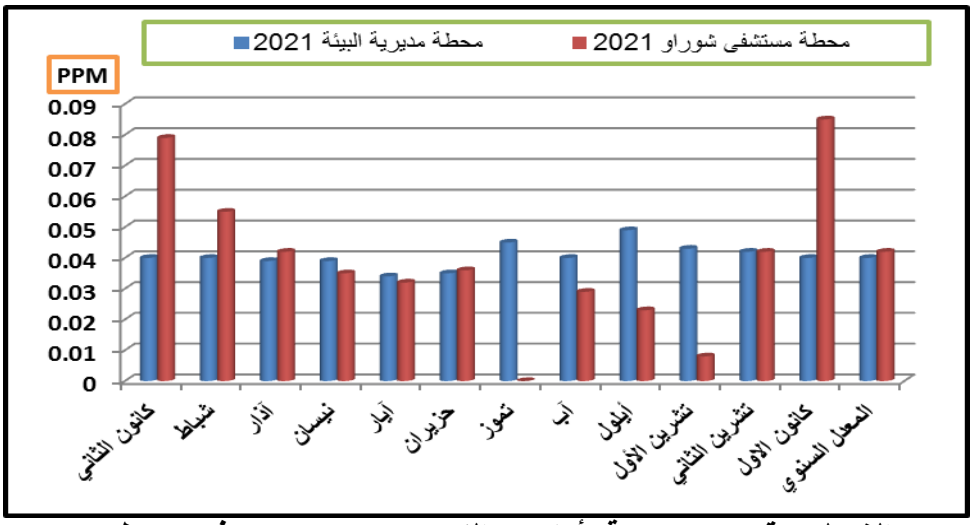
المصدر: بيانات جدول (14).

أكاسيد النيتروجين NO_x : مجموعة من سبعة غازات ومركبات تتكون من النيتروجين والأكسجين، وتعرف أحيانا مجتمعة باسم غازات أكاسيد النيتروجين يتكون نتيجة تفاعل درجة الحرارة المرتفعة للهيدروكربونات الموجودة في الوقود الأحفوري مع الهواء (الذي يتكون من 80% نيتروجين)، و عوادم السيارات والمُحركات التي تعمل بالديزل، وحرق الفحم والنفط والغاز، وان أعلى مُحددات مسموح بها *PPM* 0.01 (شرف ، 2008 :186)، جميع قيم أكاسيد النيتروجين *NOx* لسنة 2021 أعلى من الحدود المسموح بها لتأثرها بالانبعاثات الغازية من الشعلات النفطية وعوادم السيارات وكمية النفايات المنزلية المُرتفعة، عدا شهر تشرين الاول في محطة مستشفى شوراو، بسبب هطول الامطار واتجاه الرياح في هذا الشهر تحديداً. جدول (15). شكل (19).

جدول رقم 15 : المُعدل الشهري والسنوي لأكاسيد النيتروجين NO_x *PPM* لسنة 2021

المحطة	السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
مستشفى شوراو	2021	0.079	0.055	0.042	0.035	0.032	0.036	-	0.029	0.023	0.008	0.042	0.085	0.042
مديرية البيئة	2021	0.04	0.04	0.039	0.039	0.034	0.035	0.045	0.04	0.049	0.043	0.042	0.04	0.04

المصدر : وزارة البيئة، دائرة التخطيط والمتابعة، 2022. (- تعني بيانات غير متوفرة).



الشكل رقم 19: كمية أكاسيد النيتروجين NO_x في محطتي مديرية البيئة ومستشفى شوراو في مُحافظة كركوك لسنة 2021 .

المصدر: بيانات جدول (15).

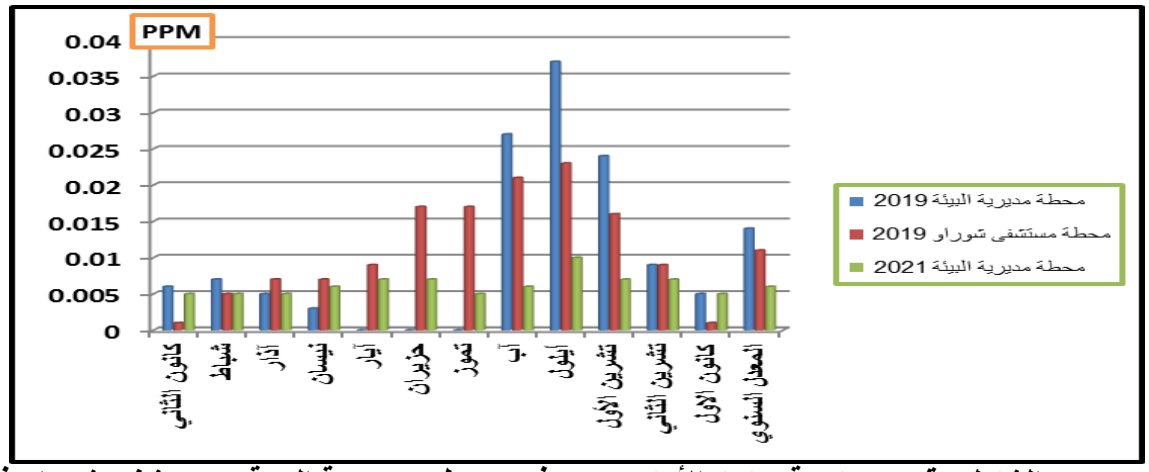
تركيز الأوزون O_3: غاز شديد التفاعل يُعتبر الأوزون غازًا طبيعياً يتواجد بشكل طبيعي وكذلك يتولّد بفعل الإنسان، و يُقصد بالأوزون الأرضي هو الأوزون الذي يتشكل فوق سطح الأرض فقط بارتفاع ميلين تقريبًا، على الرغم من أنّ تركيزه قليل جدًا مقارنة بالأوزون في طبقات الغلاف الجوي وعادةً ما ترتفع نسبته في الجوّ الحار وأوقات ركود الرياح، يزيد من خطر الوفاة المبكر بأمراض القلب والرئتين (سراج ، 2007 :46).

جميع قيم تركيز الأوزون $O3$ في محطتي مديرية البيئة ومستشفى شوراو في مُحافظة كركوك للمُدة (2019-2021) ضمن الحدود المسموح بها عالمياً. جدول (16). شكل (20).

الجدول رقم 16: كمية تركيز الأوزون O_3 في محطتي مديرية البيئة ومستشفى شوراو في مُحافظة كركوك للمُدة (2019-2021)

المحطة	السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
مستشفى شوراو	2019	0.001	0.005	0.007	0.007	0.009	0.017	0.017	0.021	0.023	0.016	0.009	0.001	0.011
مديرية البيئة	2019	0.006	0.007	0.005	0.003	-	-	-	0.027	0.037	0.024	0.009	0.005	0.014
	2021	0.005	0.005	0.005	0.006	0.007	0.007	0.005	0.006	0.01	0.007	0.007	0.005	0.006

المصدر : وزارة البيئة، دائرة التخطيط والمتابعة، 2022. (- تعني بيانات غير متوفرة).



الشكل رقم 20: كمية تركيز الأوزون O_3 في محطتي مديرية البيئة ومستشفى شوراو في مُحافظة كركوك للمُدة (2019-2021)

المصدر: بيانات جدول (16).

الاستنتاجات :

1- تعمل مصافي النفط في المُحافظة على فصل النفط الخام عن الغاز المنبعث والتي تتسبب عند حرقه، بأدخنة سوداء، وقد انتشرت هذه الأدخنة ورائحة الغاز المنبعث في الحقول النفطية بسبب عدم فصل النفط عن الغاز لأنها قديمة الصنع، سنة 1959.

2- جاء العراق ثانيًا بعد روسيا عالميا للسنة الرابعة على التوالي بين أعلى الدول إحراقًا للغاز الطبيعي.

3- سجلت سنة 2019 قيما أعلى من الحدود المسموح بها للغبار المُتساقط في الاشهر (كانون الثاني، آذار، نيسان، كانون الاول)، وفي سنة 2020 الاشهر (آذار، نيسان) فقط، أما سنة 2021 فسجل شهر نيسان فقط.

4- جميع الاشهر والمُعدل السنوي ثاني أوكسيد الكبريت *(SO2)* في محطة مستشفى شوراو للسنتين (2019، 2020) معاً ضمن المُحددات البيئية العالمية والعراقية، عكس سنة 2021 فقط في شهري (تشرين الثاني، وكانون الاول) معاً، أما شهر تشرين الاول ضمن المحددات العالمية فقط، وبالنسبة لمحطة مديرية البيئة فأن جميع الاشهر والمُعدل السنوي للمُدة (2019-2021) أعلى من المحددات العالمية والعراقية معاً، عدا شهر نيسان لسنة 2019 فقد سجلت قيمة ضمن المحددات العالمية فقط.

5- جميع قيم أكاسيد النيتروجين *NOx* لسنة 2021 أعلى من الحدود المسموح بها، عدا شهر تشرين الاول في محطة مستشفى شوراو.

6- المُعدل السنوي لسنة 2019 لثاني أوكسيد النيتروجين *NO 2* في محطة مديرية البيئة فقط سجل قيمة أعلى من الحدود المسموح بها وفق المعايير العراقية فقط.

7- جميع قيم أول أكسيد الكربون *Co* ، وتركيز الأوزون *O3* وكذلك لأوكسيد النتريك*NO* لسنة 2021 في محطتي الدراسة ضمن الحدود المسموح بها بيئياً.

التوصيات:

1- التقليل من الإستثمار في الوقود الأحفوري والتّوجّه نحو الإنتقال إلى مصادر الطّاقة المتجدّدة الأقل كلفة والأكثر أمانًا واستدامةً كالطّاقة الشّمسيّة والرّيحيّة والكهرومائية.

2- ضرورة الزام اصحاب المولدات الكهربائية الاهلية باستخدام وقود الكاز المخصص لعمل هذه المُحركات وعدم استعمال مزج الدهن التالف من محركات السيارات مع النفط، وكذلك منعهم من استخدام النفط الاسود فقط.

3- تطبيق التكامل بين توليد البخار والطاقة الكهربائية، وذلك بالاستفادة من فرصة توليد الطاقة بكلف منخفضة من خلال تعزيز التكامل من إنتاج البخار اللازم لعملية التكرير في الحقل وتوليد الطاقة الكهربائية ومن ثم تصدير الفائض الى الشبكة العامة الوطنية للكهرباء.

4- المُراقبة الدورية وقياس الانبعاثات المتولدة من المصانع الاهلية، وفرض غرامات مالية للتي لا تلتزم بالتعليمات البيئية.

المصادر:

1- ابراهيم ،مصطفى ابراهيم(2003): **البيئة والتلوث**، مركز الاسكندرية للكتاب، الاسكندرية، مصر، ط1.

2- أشرف ، حمد إبراهيم محمد(2008): **جغرافية المناخ والبيئة**، دار المعرفة الجامعية، القاهرة، مصر، ط1.

3- ثابت، حسان ثابت واخرون(2022): **مخاطر التغيرات المناخية ودورها في تطور مُحاسبة الكاربون:التطبيقات والقضايا المُعاصرة**، مجلة كلية الكوت الجامعة، عدد خاص بالمؤتمر العلمي الخامس.

4- جيلاني ، هشام عبد الله(1994): **اختبارات توزيع ملوثات النتروجين في جو مدينة جدة**، رسالة ماجستير ، جامعة الملك عبد العزيز ، كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة ، قسم الأرصاد.

5- الحسن، شكري ابراهيم(2011): **التلوث البيئي في مدينة البصرة**، اطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة البصرة.

6- الدليمي (2013): صبحي احمد مخلف، محمد طه نايل الحياني، **الصناعات الانشائية في مُحافظة كركوك**، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية، المجلد ، العدد 2.

7- سراج ، عبد العزيز رمضان(2007): **تقدير غاز الاوزون السطحي مع الاشعة الفوق بنفسجية خلال فصلي الشتاء والربيع لسنة 2007 في مكة المُكرمة**، مجلة الملك عبد العزيز، المُجلد 22 (1).

8- الشركة العامة للإسمنت الشمالية (2011): معمل سمنت كركوك، سجلات المعمل.

9- عبد الله ، مجدي أحمد محمد (2013): **التلوث والتغيرات المناخية والإنسان**، الإسكندرية، مصر، ط1، دار المعرفة الجامعية – طبع – نشر – توزيع.

10- العاني ، خ. و البرازي، ن. (1979): **جغرافية العراق**. بغداد: مطبعة جامعة بغداد.

11- العوادات، محمد(2000): **النظام البيئي والتلوث**، الرياض ، السعودية، مطبعة مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ط1.

12- فيولوتوف، في اي واخرون(2020): **قاعدة بيانات مُتعددة الأقمار الصناعية حول نوعيّة الهواء وانبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) طويلة الأجل**. *L4 Global V1, Greenbelt, MD, USA, Goddard* الولايات المتحدة الأمريكية، مركز خدمات بيانات

ومعلومـات علـوم الأرض. العدد (23) علـى الرابـط:
https://doi.org/10.5067/MEASURES/SO2/DATA403
13- المالكي، مالك ناصر عبود(2019):**التغير في إتجاهات الرياح السطحية في العراق**، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، العدد 36، الجزء الاول.
14- مكي ، عماد(2012): **خيارات ترشيد استهلاك الطاقة في صناعة النفط**، مجلة منظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط (أوابك)، المُجلد 38، العدد 142.
15- المفوضية الأوروبية (2021):مركز البحوث المشتركة *JRC* وكالة التقييم البيئي الهولندية *PBL* . ***EDGAR*قاعدة بيانات الانبعاثات العالمية** ، الإصدار: 4.3.1، 2021.
http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=431, 2016
16- وزارة البيئة (2011): **تقرير دراسة المصافي النفطية في العراق لعام 2010** .
17- وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء. (2016): **الإحصائيات البيئية للعراق**. قسم إحصاء البيئة. الجدول (1-14).
18- وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الاحصائية لسنة 2022.
19- وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، الاسقاطات السكانية في العراق للمدة (2019-2022).
20- وزارة الاسكان والبلديات والأشغال العامة (2022): مديرية البلديات العامة، قسم البيئة، مديرية بلدية مُحافظة كركوك ، دائرة المخلفات الصلبة والبيئة، 2022.
21- وزارة الإعمار والاسكان والبلديات والأشغال العامة (2022):مديرية البلديات العامة، قسم البيئة، مديرية بلدية مُحافظة كركوك.
22- وزارة النقل (2022):الهيأة العامة للأنواء والرصد الزلزالي، بيانات غير منشورة.
23- وزارة النفط (2022): دائرة الدراسات والتخطيط والمتابعة، قسم البيئة.
24- الوكالة الدولية للطاقة IEA،(2022): **تقرير منشور في الموقع الالكتروني** Oil: future world shortages are being drastically underplayed, say experts"https://www.iaea.org
25- يازجي ، نسيم (2008): **البيئة وحمايتها**، منشورات دار علاء الدين، ط1، دمشق، سوريا.

المصادر العربية المُترجمة:

1- Al-Ani, Kh. And Al-Barazi, N. (1979): The Geography of Iraq. Baghdad: Baghdad University Press.
2- Al-Awadat, Muhammad (2000): Ecosystem and Pollution, Riyadh, Saudi Arabia, King Abdulaziz City for Science and Technology Press, 1st edition.
3- Al-Dulaimi (2013): Subhi Ahmed Mukhlif, Muhammad Taha Nayel Al-Hayani, Construction Industries in Kirkuk Governorate, Anbar University Journal of Human Sciences, Volume, Issue 2.
4- Al-Hassan, Shukri Ibrahim (2011): Environmental pollution in the city of Basra, doctoral thesis, unpublished, College of Arts, University of Basra.

5- Al-Maliki, Malik Nasser Abboud (2019): Change in surface wind directions in Iraq, Journal of the College of Education, Wasit University, No. 36, Part One.
6- Ashraf, Hamad Ibrahim Muhammad (2008): Geography of Climate and Environment, Dar Al-Ma'rifa University, Cairo, Egypt, 1st edition.
7- European Commission (2021): Joint Research Center (JRC) and Dutch Environmental Assessment Agency (PBL). EDGAR Global Emissions Database, Version 4.3.1:,2021.
http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=431, 2016
8- Gilani, Hisham Abdullah (1994): Tests of the distribution of nitrogen pollutants in the atmosphere of the city of Jeddah, Master's thesis, King Abdulaziz University, College of Meteorology, Environment and Dry Area Agriculture, Department of Meteorology.
9- Ibrahim, Mustafa Ibrahim (2003): Environment and Pollution, Alexandria Book Center, Alexandria, Egypt, 1st edition.
10- International Energy Agency (IEA), (2022): A report published on the website "Oil: future world shortages are being severely underplayed, say experts" https://www.iaea.org
11- Makki, Imad (2012): Options for rationalizing energy consumption in the oil industry, Journal of the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC), Volume 38, Issue 142.
12- Ministry of Environment (2011): Oil refinery study report in Iraq for the year 2010.
13- Ministry of Planning, Central Bureau of Statistics. (2016): Environmental statistics for Iraq. Department of Environmental Statistics. Table (1-14).
14- Ministry of Planning, Central Bureau of Statistics, Statistical Collection for the year 2022.
15- Ministry of Planning, Central Bureau of Statistics, population projections in Iraq for the period (2019-2022).
16- Mar, Housing, Municipalities and Public Works (2022): Directorate of General Municipalities, Environment Department, Kirkuk Governorate Municipality Directorate, Solid Waste and Environment Department, 2022.
17- Ministry of Construction, Housing, Municipalities and Public Works (2022): General Municipalities Directorate, Environment Department, Kirkuk Governorate Municipality Directorate.
18- Ministry of Transport (2022): General Authority for Weather and Seismic Monitoring, unpublished data.

19- Ministry of Oil (2022): Department of Studies, Planning and Follow-up, Department of Environment.
20- Northern General Cement Company (2011): Kirkuk Cement Factory, factory records.
Abdullah, Magdy Ahmed Muhammad (2013): Pollution, climate change, and humans, Alexandria, Egypt, 1st edition, Dar Al-Ma'rifa Al-Jami'a - Printing - Publishing - Distribution.
21- Siraj, Abdul Aziz Ramadan (2007): Estimation of surface ozone gas with ultraviolet radiation during the winter and spring seasons of 2007 in Mecca, King Abdul Aziz Magazine, Volume 22 (1).
22- Thabet, Hassan Thabet and others (2022): The risks of climate change and their role in the development of carbon accounting: applications and contemporary issues, Journal of Kut University College, special issue of the Fifth Scientific Conference.
23- Violotov, V. E. et al. (2020): Multi-satellite database on air quality and long-term sulfur dioxide (SO2) emissions. L4 Global V1, Greenbelt, MD, USA, Goddard USA, Earth Sciences Data and Information Services Center. Issue (23) at the link:
https://doi.org/10.5067/MEASURES/SO2/DATA403
24- Yazji, Naseem (2008): The environment and its protection, Dar Aladdin Publications, 1st edition, Damascus, Syria.

المصادر الاجنبية:

1- Herman Koren and Michael Bisesi, Handbook of Environmental Health: Pollutant Interactions in Air, Water, and Soil,Vol. 2, CRC Press, Florida, 2003.
2- Michael J.Gittins, "Air Pollution", in W.H. Bassett (ed.), Clay's Handbook of Environmental Health, 18th ed., E & FN Spon, London, 1999.
1- Tong ZHU, Effects of hydrogen addition on NOx formation in a no premixed methane low-NOx combustor, J-STAGE Advance Publication, The Japan Society of 4- 4- 4- Mechanical Engineers, 2023, pp 316. :
DOI: 10.1299/mej.23-00316
2- Zhao, B , NO_x emissions in China: historical trends and future perspectives., et al. 13, 2013, Atmospheric Chemistry and Physics,

Spatial Analysis Of Air Pollution In Kirkuk Governorate, Comparative Study (2019-2020)

Assist. teacher Raja Kazem Matar
Al-Nahrain University/University Presidency - Technology Incubator Division
werthirr@gmail.com

Abstract:

The study dealt with the assessment of air pollution in Kirkuk Governorate for the period (2019-2021), where the monthly and annual rates of a group of gases measured in the center of Kirkuk Governorate at (Shoraw Hospital Station), which is located within the geographic coordinates (35°31'27"N - 44°22'50"), and (Environment Directorate station), which is located within the geographical coordinates (35°27'18"N - 44°22'54"E), as Iraq came second after Russia in the world for the fourth year in a row among the countries that burn the highest natural gas. The year 2019 recorded values higher than the permissible limits for falling dust in the months (January, March, April, December), and in the year 2020 the months (March, April) only, As for the year 2021, the month of April was recorded only, and all months and the annual rate of sulfur dioxide (SO2) at the Shoraw Hospital station for the two years (2019, 2020) together are within the global and Iraqi environmental determinants, unlike the year 2021 only in the months (November and December). Together, the month of October is within the global parameters only, and as for the Environment Directorate station, all months and the annual average for the period (2019-2021) are higher than the global and Iraqi parameters combined, except for the month of April of 2019, which recorded a value within the global parameters only .All values of nitrogen oxides (NOx) for the year 2021 were higher than the permissible limits, except for the month of October at the Shoraw Hospital station, and the annual rate for the year 2019 for nitrogen dioxide (NO2) at the Environment Directorate station only recorded a value higher than the permissible limits according to Iraqi standards only. As for the values of carbon monoxide (CO), ozone (O3) and nitric oxide (NO) for the year 2021 at the two study stations, they are within the environmentally permissible limits.

Keywords: Kirkuk, pollution, nitrogen oxides, Carbon monoxide, ozone concentration.