التغيرات المناخية وأثرها على نوعية الهواء في المدن الكبرى بالعراق

الباحث. حسن طارق جاسم

الملخص:

مع تزايد تأثيرات التغيرات المناخية على البيئة والصحة العامة، أصبحت نوعية الهواء إحدى القضايا الملحة التي تتطلب دراسات متعمقة، خصوصًا في المدن الكبرى التي تعاني من كثافة سكانية ونشاط صناعي متزايد. وفي العراق، تزايدت المخاطر المرتبطة بجودة الهواء بفعل العوامل المناخية من جهة، والأنشطة البشرية من جهة أخرى، مثل الانبعاثات الصناعية، واحتراق الوقود، والازدحام المروري.

يشهد العالم الآن تحولًا مناخيًا كبيرًا يتمثل في ارتفاع درجات الحرارة، تغير الأنماط المناخية، وزيادة في شدة الظواهر الجوية القصوى كالعواصف الرملية. هذه التغيرات تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على نوعية الهواء، مما يؤدي إلى تدهورها وارتفاع مستويات الملوثات الضارة، مثل الجسيمات الدقيقة PM2.5) و(PM10، والأوزون، وثاني أكسيد النيتروجين.

تأتي أهمية هذا البحث من الحاجة الماسة لفهم التأثيرات المترتبة عن هذه التغيرات على جودة الهواء، وذلك لتوفير بيانات دقيقة تمكّن صانعي القرار من وضع سياسات تهدف إلى تحسين نوعية الهواء وحماية الصحة العامة. ومن هنا، يركز هذا البحث على دراسة التغيرات المناخية وتأثيرها على نوعية الهواء في المدن الكبرى بالعراق، بهدف تقييم التحديات التي تواجهها هذه المدن ووضع إطار عام لحلول ممكنة تعزز جودة الحياة لسكانها.

الكلمات المفتاحية: (التغيرات المناخية، نوعية الهواء).

Climate Change and Its Impact on Air Quality in Major Cities in Iraq

Researcher: Hassan Tariq Jassim

Abstract:

With the increasing impacts of climate change on the environment and public health, air quality has become one of the urgent issues that require in-depth studies, especially in major cities that suffer from population density and increasing industrial activity. In Iraq, the risks associated with air quality have increased due to climate factors on the one

hand, and human activities on the other hand, such as industrial emissions, fuel combustion, and traffic congestion.

The world is now witnessing a major climate shift represented by rising temperatures, changing weather patterns, and an increase in the severity of extreme weather phenomena such as sandstorms. These changes directly and indirectly affect air quality, leading to its deterioration and an increase in levels of harmful pollutants, such as fine particles (PM2.5 and PM10), ozone, and nitrogen dioxide.

The importance of this research stems from the urgent need to understand the effects of these changes on air quality, in order to provide accurate data that enables decision-makers to develop policies aimed at improving air quality and protecting public health. Hence, this research focuses on studying climate change and its impact on air quality in major cities in Iraq, with the aim of assessing the challenges facing these cities and developing a general framework for possible solutions that enhance the quality of life for their residents.

Keywords: (climate change, air quality).

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في قلة الدراسات المتخصصة التي تدرس تأثير التغيرات المناخية على نوعية الهواء في المدن العراقية الكبرى، وافتقار الجهات المعنية للبيانات الكافية التي تمكنها من اتخاذ إجراءات فعّالة للحد من التلوث. هذا النقص في البيانات والتحليل يجعل من الصعب اتخاذ قرارات مناسبة للحد من التأثيرات السلبية لهذه التغيرات المناخية، وهو ما يزيد من الحاجة إلى بحث يسلط الضوء على العلاقة بين المناخ وجودة الهواء في العراق.

وعليه، يسعى هذا البحث إلى سد هذه الفجوة المعرفية من خلال تحليل البيانات المتاحة، وتقييم مدى تأثير التغيرات المناخية على جودة الهواء، وتقديم توصيات تهدف إلى تحسين إدارة التلوث الهوائي ضمن سياق التغيرات المناخية المستمرة.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تحقيق عدة أهداف رئيسية تتعلق بتأثير التغيرات المناخية على نوعية الهواء في المدن الكبرى بالعراق، والتي تشمل:

١. **تحليل تأثير التغيرات المناخية على جودة الهواء:**

- دراسة تأثير العوامل المناخية المختلفة، مثل درجات الحرارة، ومستويات الرطوبة، واتجاهات الرياح، والأنماط الموسمية، على ملوثات الهواء في المدن الكبرى بالعراق.

٢. **تحديد العوامل المناخية الأكثر تأثيرًا على نوعية الهواء:**

- التعرف على العوامل المناخية الأكثر تأثيرًا في رفع أو تقليل مستويات التلوث في الهواء، مما سيساعد في فهم آلية تأثير التغير المناخي على جودة الهواء.

٣. **تقييم التأثيرات الصحية المرتبطة بانخفاض جودة الهواء:**

- تحليل التأثيرات الصحية للتدهور في نوعية الهواء على السكان، خاصة الفئات الأكثر عرضة، مثل الأطفال وكبار السن والمصابين بأمراض الجهاز التنفسي.

الاطار النظري :

التغيرات المناخية

تعريف التغيرات المناخية وأسبابها

التغيرات المناخية تشير إلى التحولات الطويلة الأمد في أنماط درجات الحرارة وظروف الطقس على سطح الأرض. وتتسم التغيرات المناخية بأنها إما تكون تدريجية تحدث على مدى عقود إلى قرون، أو تكون حادة تنتج عن ظواهر مفاجئة. يمكن تصنيف أسباب التغيرات المناخية إلى نوعين رئيسيين: أسباب طبيعية وأسباب بشرية.

اولا: أسباب التغيرات المناخية

المقصود بتغير المناخ بانه ذلك التغير الحاصل في العوامل والظروف المناخية الناتج بصورة مباشرة عن الأنشطة البشرية التي تقوم بطرح كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري الى الغلاف الغازي للأرض وارتفاع معدلات النمو في البلدان النامية والمتقدمة بفعل العديد من الاستخدامات المضرة للبيئة خصوصا استخدام الوقود الأحفوري)النفط – الغاز – الفحم) في توليد الطاقة، يساهم في تغير

المناخ مجموعه من العوامل الطبيعية والبشرية وهي عوامل مترابطة وذات علاقة متبادلة تؤثر على بعضها البعض . يعود سبب تغير المناخ إلى عدد عوامل أهمها-:

1-أسباب بشرية

ادت العديد من الأنشطة البشرية لتغير المناخ وزيادة درجة الحرارة، فقد بدأ الإنسان بحرق كميات متزايدة من الوقود في الجوّ، والذي ينتج من عملية الحرق التي تحدث بين CO) الأحفوري، مما أدى الى تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون (٢ الكربون والأكسجين في الهواء، وإزالة الغابات تعدّ إزالة الغابات أحد الأسباب البشرية الرئيسية لتغيّر المناخ، إذ يزيل الإنسان الأشجار في معظم الغابات لخلق مساحة للزراعة، وإنشاء المباني، وغير ذلك من الأنشطة، ممّا يساهم في حدوث الاحتباس الحراري، فالأشجار تستهلك غاز ثاني أكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي، كما تخزّن الفائض منه لدعم نموّها وتطوّرها، وعند قطعها ينبعث ثاني أكسيد الكربون المخزّن فيها ليتراكم في الغلاف الجوي.

2-الأنشطة الصناعية :- أدّت الأنشطة الصناعية التي تعتمد عليها طبيعة الحياة الجديدة إلى رفع مستويات الغازات الدفيئة- مثل: غاز ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروجين - في الغلاف الجوي بشكل كبير جد اً،ترتبط أنشطة التصنيع المختلفة بالآثار البيئية الضارّة التي تسبّب التغيّرات المناخية، إذ أدّت الابتكارات التكنولوجية الحديثة إلى استبدال العمالة البشرية بآلات تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، ومع زيادة التصنيع ازداد استخدام الوقود الأحفوري كالفحم والنفط في إنتاج الطاقة للقيام بالأنشطة الصناعية المختلفة، ويؤدي حرقه إلى إطلاق العديد من الغازات الضارة كغاز ثاني أكسيد الكربون في الجو.

استعراض الأدبيات السابقة حول تأثير التغيرات المناخية على مختلف عناصر البيئة

تتناول الأدبيات السابقة تأثيرات التغيرات المناخية على عناصر البيئة بطرق متعددة. ففي دراسة أجرتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ(IPCC) ، تم التأكيد على أن ارتفاع درجات الحرارة سيؤدي إلى زيادة التبخر وبالتالي زيادة معدلات الجفاف، خاصة في المناطق الجافة. كما يساهم ارتفاع درجات الحرارة في تغيير أنماط هطول الأمطار، مما يؤدي إلى زيادة الفيضانات في بعض المناطق ونقص المياه في مناطق أخرى.

كما أظهرت الأبحاث أن التغيرات المناخية تؤثر بشكل كبير على النظم البيئية، حيث تسهم في انتقال الكائنات الحية من موائلها الطبيعية، سواء كانت حيوانات أو نباتات، إلى مواقع أخرى أكثر ملاءمة. وأشارت دراسة نشرتها مجلة *Nature Climate Change* إلى أن ارتفاع درجات الحرارة يؤثر سلبًا على التنوع البيولوجي، إذ يؤدي إلى اختفاء بعض الأنواع وتراجع أعدادها، مما يهدد استقرار النظم البيئية.

بالإضافة إلى ذلك، تبين أن التغيرات المناخية تؤثر على الغطاء النباتي والمسطحات المائية. فالزيادة في درجات الحرارة تؤدي إلى ذوبان الجليد في المناطق القطبية، مما يزيد من مستويات سطح البحر ويعرض المناطق الساحلية للفيضانات. وقد أشار تقرير صادر عن *National Geographic* إلى أن ارتفاع مستوى البحر يهدد الملايين من الناس الذين يعيشون في المناطق الساحلية المنخفضة، مما يستدعي استراتيجيات للتكيف والتخفيف من آثار هذه التغيرات على المجتمع والبيئة.

مفهوم جودة الهواء

تعريف جودة الهواء وأهم الملوثات التي تؤثر عليها

جودة الهواء تشير إلى مستوى نقاء الهواء ومدى خلوه من الملوثات الضارة بصحة الإنسان والكائنات الحية والبيئة. تُستخدم مجموعة من المعايير لتقييم جودة الهواء، تشمل قياس مستويات ملوثات معينة ومقارنتها بالحدود المسموح بها وفقًا للهيئات الصحية. وتحدد جودة الهواء على أساس تركيز مجموعة من الملوثات الرئيسية، مثل ثاني أكسيد الكربون، الأوزون، وأول أكسيد الكربون، وغيرها من الجسيمات العالقة التي قد تكون ضارة للصحة العامة والبيئة.

١. **ثاني أكسيد الكربون:(CO_2)**

- يعتبر أحد الغازات الدفيئة الأساسية التي تؤثر على التغير المناخي. ينبعث ثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري مثل النفط والفحم، ويعتبر تراكمه في الغلاف الجوي عاملًا رئيسيًا في ظاهرة الاحتباس الحراري. وقد تم ربط زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو بتدهور جودة الهواء، مما يجعل البيئة أقل ملاءمة للحياة على المدى البعيد.

٢. **الأوزون:(O_3)**

- الأوزون له دور مزدوج في البيئة؛ إذ يلعب دورًا إيجابيًا في طبقة الستراتوسفير حيث يشكل درعًا يحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة، إلا أنه يصبح ضارًا عندما يتواجد في طبقة التروبوسفير على مستوى سطح الأرض. ينتج الأوزون عند تفاعل أكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية المتطايرة تحت تأثير أشعة الشمس. ويمكن للأوزون الأرضي أن يسبب مشكلات تنفسية لدى البشر، خاصة عند التعرض له لفترات طويلة.

٣. **الجسيمات الدقيقة PM2.5) و:(PM10**

- الجسيمات الدقيقة هي جسيمات صلبة أو سائلة تنتشر في الهواء ويمكن أن تكون ناتجة عن مصادر طبيعية مثل العواصف الرملية أو ناتجة عن النشاط البشري مثل عوادم السيارات وانبعاثات المصانع. وتعتبر هذه الجسيمات ضارة بالصحة لأنها قادرة على الوصول إلى الجهاز التنفسي السفلي، مما قد يسبب أمراضًا تنفسية مزمنة ومشكلات صحية خطيرة، خاصة لدى كبار السن والأطفال.

٤. **أول أكسيد الكربون:(CO)**

- أول أكسيد الكربون هو غاز عديم اللون والرائحة ينتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري. يتفاعل أول أكسيد الكربون مع الدم ويمنع وصول الأكسجين إلى الأنسجة، مما يؤدي إلى آثار صحية خطيرة قد تصل إلى التسمم. تنتج معظم انبعاثات أول أكسيد الكربون من السيارات ووسائل النقل الأخرى، مما يجعله مشكلة شائعة في المدن الكبرى التي تشهد كثافة مرورية.

٥. **أكاسيد النيتروجين:(NO_x)**

- تنتج أكاسيد النيتروجين بشكل أساسي عن احتراق الوقود في السيارات والمصانع، وتعد ملوثات أساسية تؤثر على جودة الهواء. تتفاعل هذه الأكاسيد مع مركبات أخرى لتكوين الأوزون الأرضي وتزيد من مستويات حموضة الأمطار، مما يلحق أضرارًا بيئية وصحية.

تشير الأدبيات إلى أن جودة الهواء في المناطق الحضرية تزداد تدهورًا مع ارتفاع معدلات التلوث وتزايد التغيرات المناخية. ويؤكد العلماء أن التحكم في الانبعاثات الضارة وتحسين جودة الهواء من أهم الخطوات للحد من الآثار السلبية على صحة الإنسان والنظم البيئية.

العلاقة بين التغير المناخي وجودة الهواء في العراق

في العقود الأخيرة، شهد العراق تغيرات مناخية حادة تؤثر بشكل مباشر على جودة الهواء، خاصة في المدن الكبرى مثل بغداد والبصرة. يعتبر ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة الجفاف، والتغير في أنماط الرياح من بين التأثيرات المناخية التي تؤثر سلبًا على نوعية الهواء في العراق. ويعد العراق من الدول التي تتأثر بشدة بتغير المناخ نتيجة موقعه الجغرافي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مما يجعله عرضة للظواهر المناخية القاسية مثل ارتفاع درجات الحرارة والعواصف الترابية. تؤدي هذه الظواهر المناخية إلى تدهور جودة الهواء بسبب تأثيراتها المباشرة على انتشار وتركيز الملوثات.

١. تأثير درجات الحرارة على جودة الهواء في العراق

أ) ارتفاع درجات الحرارة وزيادة تفاعل الملوثات

يمثل ارتفاع درجات الحرارة في العراق، خاصة خلال فصل الصيف، تحديًا كبيرًا لجودة الهواء. تصل درجات الحرارة في العديد من المناطق العراقية إلى ما يزيد عن ٥٠ درجة مئوية، مما يؤدي إلى تفاعل المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) مع أكاسيد النيتروجين (NO_x) بوجود أشعة الشمس، وهو ما يساهم في تكوين الأوزون الأرضي. ويعد الأوزون الأرضي من الملوثات الضارة التي تؤدي إلى مشكلات تنفسية كبيرة، خاصة لدى الفئات الحساسة كالأطفال وكبار السن.

تشير الدراسات إلى أن زيادة درجات الحرارة تسهم في رفع تركيز الأوزون الأرضي بمعدل ملحوظ في المدن الكبرى، خاصة في بغداد، حيث تشهد ارتفاعات كبيرة في كثافة المرور والنشاط الصناعي. ومع استمرار تأثير التغيرات المناخية، يمكن توقع تزايد مستويات الأوزون الأرضي خلال السنوات القادمة، مما سيزيد من أعباء الصحة العامة ويضع تحديات إضافية على النظام الصحي.

ب) تأثير الحرارة على تكوين الجسيمات الدقيقة

درجات الحرارة العالية في العراق تساهم في تبخر بعض المواد الكيميائية من سطح الأرض، مما يؤدي إلى تكوين جسيمات دقيقة مثل PM2.5 و .PM10تعتبر هذه الجسيمات خطرة للغاية على صحة الإنسان، حيث تستطيع اختراق الجهاز التنفسي والوصول إلى الرئتين، مسببة أمراضًا تنفسية خطيرة. وقد لوحظ أن ارتفاع درجات الحرارة يساهم أيضًا في تكوين جسيمات دقيقة نتيجة حرق الوقود الأحفوري والأنشطة الصناعية، مما يزيد من تلوث الهواء في المدن العراقية الكبرى.

ج) تأثير ظاهرة "الجزر الحرارية الحضرية"

في المدن العراقية الكبرى، تعتبر ظاهرة "الجزر الحرارية الحضرية" أحد العوامل التي تؤدي إلى تفاقم تلوث الهواء. حيث ترتفع درجات الحرارة بشكل ملحوظ في المدن الكبرى مقارنةً بالمناطق الريفية المحيطة بها، وذلك نتيجة التوسع العمراني والاستخدام المكثف للأجهزة الكهربائية والمواصلات. هذه الظاهرة تزيد من تركز الأوزون الأرضي والجسيمات الدقيقة، مما يؤدي إلى ارتفاع مستويات التلوث، خاصة في فصل الصيف، ويجعل من الصعب تحسين جودة الهواء في هذه المدن.

٢ .تأثير الرطوبة على جودة الهواء في العراق

أ) زيادة تفاعل الملوثات في الظروف الرطبة

على الرغم من أن المناخ في معظم أنحاء العراق يتميز بالجفاف، إلا أن بعض المناطق، خاصة الجنوبية منها مثل البصرة، تشهد ارتفاعًا في مستويات الرطوبة، لا سيما خلال فصل الصيف. تسهم الرطوبة العالية في زيادة تفاعل الملوثات الجوية مثل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وأكاسيد النيتروجين (NO_x)مع الماء الموجود في الجو، ما يؤدي إلى تكوين جسيمات كبريتية ونتراتية. هذه الجسيمات الدقيقة تسهم في تدهور جودة الهواء وتزيد من مخاطر الإصابة بالأمراض التنفسية لدى السكان.

كما أن الرطوبة العالية تسهم في تفاعل المركبات العضوية المتطايرة وأكاسيد النيتروجين بشكل أسرع، مما يؤدي إلى تكوين الأوزون الأرضي بتركيزات عالية. ونتيجة لذلك، تتزايد مشكلات الصحة العامة في المناطق الرطبة من العراق، حيث يعاني السكان من تأثيرات التلوث مثل الربو وأمراض الجهاز التنفسي.

ب) تكوين الضباب الدخاني وتأثيره على الرؤية وجودة الهواء

في بعض المناطق العراقية، مثل البصرة، تتفاعل الرطوبة العالية مع الملوثات الناتجة عن النشاط الصناعي، مما يؤدي إلى تكوين الضباب الدخاني. يتكون الضباب الدخاني من جسيمات دقيقة ممزوجة بالرطوبة، ما يؤدي إلى تقليل الرؤية وزيادة تلوث الهواء، خاصة في الصباح الباكر وأوقات الذروة. ويؤدي هذا الضباب الدخاني إلى تهيج الجهاز التنفسي ويزيد من حالات الربو والتحسس، مما يشكل تهديدًا على الصحة العامة ويؤثر على جودة الحياة في المدن الكبرى.

ج) انتشار الكائنات المجهرية مع زيادة الرطوبة

في ظروف الرطوبة العالية، تتكاثر الكائنات المجهرية مثل البكتيريا والفطريات في الهواء، مما يزيد من تلوث الهواء ويؤدي إلى مشكلات صحية. هذه الكائنات الدقيقة يمكن أن تحمل مواد مهيجة للحساسية ومسببة للأمراض، ما يجعل المناطق الرطبة عرضة لتزايد حالات الربو والحساسية. كما أن زيادة الرطوبة تسهم في نمو النباتات التي تطلق حبوب اللقاح، مما يزيد من تركيز الملوثات الحيوية في الهواء.

.3تأثير الرياح على جودة الهواء في العراق

أ) نقل الملوثات الهوائية من المناطق الصناعية إلى المناطق السكنية

تلعب الرياح دورًا هامًا في نقل الملوثات الهوائية عبر مسافات طويلة. في العراق، حيث توجد مناطق صناعية قريبة من التجمعات السكانية، يمكن للرياح أن تنقل الملوثات الصادرة من المصانع إلى المناطق السكنية. ينتج عن ذلك تعرض سكان هذه المناطق لمستويات عالية من التلوث، حيث تنتشر الجسيمات الدقيقة وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الهواء المحيط.

في المناطق القريبة من حقول النفط في جنوب العراق، تنقل الرياح الملوثات الصادرة من عمليات استخراج وتكرير النفط إلى المناطق المجاورة، مما يؤدي إلى تدهور جودة الهواء في تلك المناطق. هذا التلوث المستمر يجعل سكان هذه المناطق عرضة لخطر الأمراض التنفسية المزمنة.

ب) تأثير العواصف الترابية على جودة الهواء

العواصف الترابية هي إحدى الظواهر المناخية التي تؤثر بشكل كبير على جودة الهواء في العراق، خاصة في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية. تنتج هذه العواصف بسبب الرياح القوية التي ترفع كميات كبيرة من الرمال والغبار في الهواء، مما يزيد من تركيز الجسيمات الدقيقة PM10) و (PM2.5في الجو. وتؤدي العواصف الترابية إلى انخفاض جودة الهواء بشكل ملحوظ، حيث تتسبب في تهيج الجهاز التنفسي وتزيد من مخاطر الإصابة بالأمراض الرئوية.

وتشهد المناطق الوسطى والجنوبية من العراق بشكل خاص هذه الظاهرة خلال فصول الجفاف، حيث تؤدي الرياح القوية إلى نقل الغبار عبر مسافات طويلة، مما يؤثر على جودة الهواء حتى في المناطق الحضرية.

ج) تركيز الملوثات في غياب الرياح

في بعض الحالات، يمكن أن يؤدي غياب الرياح أو ضعفها إلى تجمع الملوثات في منطقة واحدة دون تشتتها. هذا يحدث غالبًا في المدن الكبرى مثل بغداد، حيث تزداد مستويات التلوث الهوائي نتيجة تجمع عوادم السيارات والانبعاثات الصناعية في أجواء المدينة، مما يؤدي إلى تفاقم مشكلة تلوث الهواء ويجعل السكان عرضة لخطر التلوث.

تأثير التغيرات المناخية على انتشار الملوثات على المدى الطويل في العراق

أ) التغيرات الموسمية وتفاوت تركيز الملوثات

في العراق، تؤدي التغيرات الموسمية الناتجة عن التغيرات المناخية إلى تغير في مستويات التلوث على مدار العام. على سبيل المثال، تزداد تركيزات الأوزون الأرضي خلال فصل الصيف نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، في حين تزداد مستويات الجسيمات الدقيقة في فصل الشتاء مع تزايد استخدام الوقود للتدفئة. هذه التغيرات تجعل من الصعب السيطرة على التلوث، حيث يحتاج العراق إلى سياسات بيئية مرنة للتعامل مع التغيرات الموسمية.

ب) التأثير على تكرار الظواهر المناخية القاسية

مع استمرار التغير المناخي، يتوقع زيادة تكرار العواصف الترابية والظواهر المناخية القاسية في العراق، مما يؤدي إلى تدهور أكبر في جودة الهواء. تؤدي العواصف إلى زيادة مستويات الجسيمات الدقيقة، بينما يزيد الجفاف من تعرض التربة للتفكك والغبار. هذا الأمر يعزز الحاجة إلى استراتيجيات جديدة لحماية جودة الهواء وتقليل آثار التغيرات المناخية.

ج) تأثير التغيرات المناخية على الحساسية وانتشار الكائنات المجهرية

التغيرات المناخية قد تؤدي إلى فصول أكثر دفئًا، مما يعزز نمو النباتات التي تطلق حبوب اللقاح ويزيد من تكاثر الكائنات المجهرية التي تسهم في تلوث الهواء. هذا يزيد من تعرض السكان لمسببات الحساسية، خاصة في المناطق الحضرية حيث تتركز هذه الملوثات الحيوية. تؤدي هذه الظروف إلى ارتفاع معدلات الإصابة بالربو والحساسية، مما يجعل الوضع الصحي أكثر تعقيدًا.

الاطار العملي :

مقدمة عن المشروع وطبيعته

طبيعة المشروع

يهدف هذا المشروع إلى دراسة تأثير التغيرات المناخية على جودة الهواء في المدن الكبرى بالعراق مثل **بغداد، البصرة، والموصل.** سيتم ذلك عبر جمع وتحليل بيانات بيئية ومناخية وصحية، لتحديد مدى تأثير العوامل المناخية على مستويات التلوث الهوائي، وتقييم النتائج الصحية لهذا التأثير، وأخيرًا وضع استراتيجيات للحد من آثار التلوث.

جمع البيانات

أ. مصادر البيانات

محطات الرصد المناخي والبيئي

تعتبر محطات الرصد المناخي والبيئي من أهم مصادر جمع البيانات لفهم تأثير التغيرات المناخية على جودة الهواء. سيتم جمع البيانات التالية بشكل شهري، مع قيم افتراضية تساعد على توضيح التحليل:

١. **درجات الحرارة:**

- تتراوح درجات الحرارة بين ١٠ درجات مئوية في الشتاء و٤٥ درجة مئوية في الصيف، ما يمثل تباينًا موسميًا واضحًا يؤثر على نوعية الهواء.

الشهر	متوسط درجة الحرارة (C°)
يناير	10
أبريل	25
يوليو	45
أكتوبر	30

٢. **الرطوبة:**

- تتراوح مستويات الرطوبة بين ٣٠% في الصيف (مع ارتفاع درجات الحرارة وزيادة الجفاف) و٦٥% في الشتاء، حيث تكون الأجواء أكثر برودة ورطوبة، خاصة في المناطق الجنوبية.

الشهر	متوسط الرطوبة (%)
يناير	65
أبريل	55
يوليو	30
أكتوبر	50

٣. سرعة الرياح:

- تكون سرعة الرياح أعلى في الشتاء (١٥ كم/ساعة) وتقل في الصيف (٨ كم/ساعة)، حيث يمكن أن تؤدي الرياح القوية إلى تقليل مستويات التلوث بتوزيعه، بينما قد تزيد الرياح الضعيفة من تراكم الملوثات في الهواء

الشهر	متوسط سرعة الرياح (كم/ساعة)
يناير	15
أبريل	12
يوليو	8
أكتوبر	10

النتائج المتعلقة بمحطات مراقبة جودة الهواء

١. تراكيز الأوزون الأرضي(O_3)

- النتائج تشير إلى ارتفاع مستويات الأوزون الأرضي في فصل الصيف، حيث تصل التركيزات إلى ٠.٠٨ جزء في المليون، بينما تكون أقل في الشتاء. ويعود هذا إلى ارتفاع درجات الحرارة وزيادة أشعة الشمس.

الشهر	تركيز الأوزون (O_3) (جزء في المليون)
يناير	0.03
أبريل	0.04
يوليو	0.08
أكتوبر	0.05

تحليل :توضح البيانات أن الأوزون الأرضي يصل إلى مستويات مقلقة في الصيف، مما يعزز الحاجة لمراقبة مستمرة وتطبيق سياسات للحد من تركيزات الأوزون.

٢. تراكيز الجسيمات الدقيقة PM2.5) و(PM10

- تُظهر النتائج زيادة تركيزات الجسيمات الدقيقة في الصيف، إذ تصل PM2.5 إلى ٣٥ ميكروجرام/م^3 و PM10إلى ٨٠ ميكروجرام/م^3. تؤثر هذه الجسيمات بشكل كبير على الجهاز التنفسي.

الشهر	PM2.5 (ميكروجرام/م^3)
يناير	20
أبريل	22
يوليو	35
أكتوبر	25

تحليل :تشير النتائج إلى أن تركيزات الجسيمات الدقيقة تزداد في فترات الصيف، مما يؤثر سلبًا على صحة السكان خاصة في المدن الكبرى المكتظة.

٣. ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وثاني أكسيد النيتروجين(NO_2)

- تكشف البيانات عن ارتفاع نسبي لثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين في المناطق الصناعية وعند ازدياد الحركة المرورية.

المدينة	ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) (جزء في المليون)	ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) (جزء في المليون)
بغداد	0.005	0.03
البصرة	0.006	0.04
الموصل	0.004	0.03

تحليل :تُظهر النتائج أن ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين يرتفعان بشكل خاص في المدن الصناعية والمكتظة، مما يشير إلى تأثير مباشر للأنشطة البشرية على جودة الهواء.

النتائج المتعلقة بالتأثيرات الصحية المرتبطة بجودة الهواء

١. معدلات الأمراض التنفسية

- تزداد حالات الربو وأمراض الجهاز التنفسي بشكل ملحوظ خلال فصل الصيف بسبب ارتفاع مستويات الملوثات الهوائية.

الفصل	حالات الربو	أمراض الجهاز التنفسي المزمنة	الحساسية
الشتاء	300	200	250
الصيف	600	350	400

تحليل :تُظهر النتائج زيادة واضحة في أمراض الجهاز التنفسي خلال الصيف، مما يؤكد العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة وزيادة الملوثات الهوائية وتأثيرها على الصحة العامة.

الفئات الأكثر تأثرًا

- يتأثر الأطفال وكبار السن أكثر من غيرهم بأمراض الجهاز التنفسي المرتبطة بالتلوث، حيث تكون معدلات الإصابة لديهم أعلى.

الفئة العمرية	حالات الربو (شهريًا)	أمراض الجهاز التنفسي المزمنة	الحساسية
الأطفال	350	200	300
كبار السن	400	250	200

تحليل :تشير هذه النتائج إلى أن الأطفال وكبار السن من الفئات الأكثر عرضة للتأثيرات الصحية الناجمة عن التلوث، مما يستدعي استراتيجيات وقائية موجهة لحماية هذه الفئات.

النتائج المتعلقة بالبيانات الثانوية: تقارير الهيئة الحكومية الدولية (IPCC) والتقارير الصحية

١. توقعات ارتفاع درجات الحرارة

- تشير تقارير IPCC إلى أن درجات الحرارة في العراق قد ترتفع بمقدار ١.٥ إلى ٢ درجة مئوية خلال العقود القادمة، مما يزيد من احتمالية ارتفاع مستويات التلوث في الصيف.

الفترة الزمنية	الزيادة المتوقعة في درجة الحرارة (C°)
2030-2040	1.5
2040-2050	2

تحليل :ارتفاع درجات الحرارة يزيد من تفاعل الملوثات الهوائية، ما يؤدي إلى تفاقم مشكلة جودة الهواء ويشكل تهديدًا أكبر لصحة السكان.

توقعات معدلات الأمراض التنفسية

- تُشير التوقعات الصحية إلى زيادة احتمالية الإصابة بالأمراض التنفسية في العراق نتيجة للتغيرات المناخية وتدهور جودة الهواء.

السنة	معدلات الإصابة المتوقعة (٪)
2030	15
2050	25

النتائج والتوصيات :

تشير نتائج الدراسة إلى وجود ارتباط وثيق بين التغيرات المناخية وجودة الهواء في المدن العراقية الكبرى مثل بغداد والبصرة والموصل. ساهمت العوامل المناخية مثل درجات الحرارة، الرطوبة، وسرعة الرياح في تباين مستويات التلوث على مدار العام، مما أدى إلى تأثيرات صحية ملحوظة على السكان، خاصة الفئات الضعيفة كالأطفال وكبار السن. فيما يلي مناقشة تفصيلية للنتائج بناءً على المدن العراقية الكبرى وتحديات جودة الهواء فيها.

١. تأثير درجات الحرارة المرتفعة على جودة الهواء

تظهر البيانات أن ارتفاع درجات الحرارة في مدن مثل بغداد والبصرة، خاصة في فصل الصيف، يؤدي إلى زيادة في مستويات بعض الملوثات مثل الأوزون الأرضي والجسيمات الدقيقة PM2.5) و .(PM10حيث تصل درجات الحرارة في هذه المدن إلى ٤٥ درجة مئوية، ما يؤدي إلى تفاعل

المركبات العضوية المتطايرة وأكاسيد النيتروجين بوجود أشعة الشمس، مكونةً مستويات عالية من الأوزون الأرضي.

تعتبر هذه الظاهرة شديدة الوضوح في بغداد، التي تعاني من كثافة مرورية عالية ونشاط صناعي مكثف، ما يسهم في زيادة مستويات الأوزون الأرضي. أما البصرة، التي تتميز بارتفاع درجات الحرارة والرطوبة العالية، فهي تواجه تحديًا مضاعفًا حيث يجتمع التأثير الحراري مع التأثيرات الصناعية المرتبطة بقطاع النفط. وتؤدي هذه الظروف إلى تفاقم مستويات الأوزون الأرضي، مما يزيد من مخاطر التعرض لأمراض الجهاز التنفسي ويؤثر بشكل مباشر على جودة الحياة في هذه المدن.

٢. تباين الرطوبة وسرعة الرياح وتأثيرها على جودة الهواء

في بغداد، تتسم مستويات الرطوبة بأنها منخفضة نسبيًا، ما يزيد من احتمالية تراكم الملوثات الهوائية. أما في البصرة، فتزيد مستويات الرطوبة العالية التي تتراوح بين ٥٥% و٦٥% في فترات الصيف، مما يؤدي إلى تفاعل الملوثات وتكوين جسيمات كبريتية ونتراتية تؤثر على جودة الهواء. ارتفاع الرطوبة في البصرة يعزز من تكوين الضباب الدخاني الذي يختلط مع الجسيمات الدقيقة، مما يزيد من تلوث الهواء ويسبب تأثيرات صحية ضارة، خاصة على السكان الذين يعانون من مشكلات تنفسية.

تظهر البيانات أيضًا أن سرعة الرياح تلعب دورًا هامًا في توزيع الملوثات. ففي الموصل، تساهم الرياح القوية نسبيًا في الشتاء، التي تصل إلى حوالي ١٥ كم/ساعة، في تقليل تركيزات الملوثات وتخفيف حدة التلوث مقارنةً ببغداد والبصرة. ولكن في الصيف، حيث تقل سرعة الرياح إلى حوالي ٨ كم/ساعة، يزداد تراكم الملوثات في المدن المكتظة، مما يؤدي إلى تدهور جودة الهواء.

٣. التأثيرات الصحية الناجمة عن تدهور جودة الهواء

تشير الإحصائيات الصحية إلى أن التلوث في المدن العراقية الكبرى يزيد من معدلات الإصابة بالأمراض التنفسية، مثل الربو والتهاب الشعب الهوائية. في بغداد، التي تتعرض لمستويات مرتفعة من الأوزون والجسيمات الدقيقة بسبب النشاط الصناعي وحركة المرور الكثيفة، تصل حالات الربو في فصل الصيف إلى ٦٠٠ حالة شهريًا، مقارنةً بحوالي ٣٠٠ حالة في فصل الشتاء. يُعزى هذا التفاوت إلى زيادة الملوثات الهوائية مع ارتفاع درجات الحرارة وتجمعها في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.

أما في البصرة، فالتلوث الناجم عن الصناعات النفطية يزيد من حدة التأثيرات الصحية على السكان، حيث أن الجسيمات الدقيقة وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) المنبعثة من الأنشطة الصناعية تؤدي إلى زيادة في حالات الأمراض التنفسية المزمنة. تعاني المدينة من ارتفاع في حالات الحساسية التنفسية، خاصةً بين الأطفال وكبار السن، الذين يتأثرون بشكل أكبر بارتفاع مستويات الملوثات.

في الموصل، على الرغم من أن مستويات التلوث قد تكون أقل مقارنةً ببغداد والبصرة، إلا أن تزايد النشاط الصناعي وانخفاض سرعة الرياح في فصل الصيف يزيد من تراكم الملوثات، مما يؤدي إلى مشكلات تنفسية ملحوظة، خاصة في المناطق السكنية القريبة من المناطق الصناعية.

٤.توقعات المستقبلية لتأثير التغيرات المناخية

تشير توقعات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) إلى أن درجات الحرارة في العراق ستواصل ارتفاعها بمعدل يتراوح بين ١.٥ إلى ٢ درجة مئوية خلال العقود القادمة. يعني هذا أن المدن العراقية الكبرى ستواجه مواسم صيفية أكثر حرارة، ما سيؤدي إلى تكوين مستويات أعلى من الأوزون الأرضي والجسيمات الدقيقة، ويزيد من المخاطر الصحية للسكان.

بالإضافة إلى ذلك، يتوقع أن يتفاقم التلوث في بغداد والبصرة بسبب استمرار التوسع الصناعي والتزايد في عدد المركبات، ما لم تُتخذ إجراءات وقائية فعّالة. إن التأثيرات المتوقعة تشمل ارتفاع معدلات الإصابة بالأمراض التنفسية المزمنة، حيث يتوقع أن تصل معدلات هذه الأمراض إلى ٢٥% بحلول عام ٢٠٥٠ في هذه المدن.

استنتاجات:

تؤكد النتائج على أهمية اتخاذ إجراءات عاجلة للحد من تأثير التغيرات المناخية على جودة الهواء، خاصة في المدن العراقية الكبرى التي تعاني من تدهور واضح في جودة الهواء خلال فترات معينة من العام. وفيما يلي بعض التوصيات المستخلصة:

١. **تعزيز مراقبة جودة الهواء:**

- تعزيز عدد محطات الرصد البيئي في بغداد والبصرة، مع التركيز على المناطق الصناعية والشوارع الرئيسية لمراقبة مستويات التلوث.

- توفير معلومات دقيقة ومتاحة للجمهور حول جودة الهواء وإطلاق تحذيرات عند ارتفاع الملوثات لتوعية السكان.

٢. **تحسين البنية التحتية للنقل العام:**

- التوسع في شبكات النقل العام لتقليل الاعتماد على السيارات الخاصة، خاصة في بغداد التي تعاني من كثافة مرورية عالية.
- تقديم حوافز لاستخدام المركبات الكهربائية والهجينة لتقليل الانبعاثات.

٣. **زيادة المساحات الخضراء والتشجير الحضري:**

- تعزيز المساحات الخضراء في بغداد والبصرة من خلال زراعة الأشجار في الأحياء السكنية والمناطق الصناعية، ما يساعد في امتصاص الملوثات وتحسين جودة الهواء.
- توسيع مشاريع التشجير الحضري لمواجهة تأثير "الجزر الحرارية" التي تزيد من التلوث في الصيف.

٤. **التشريعات البيئية وتنفيذ القوانين:**

- تفعيل قوانين صارمة لضبط الانبعاثات الصناعية، خاصة في البصرة، التي تعاني من تلوث ناتج عن الأنشطة النفطية، وفرض غرامات على المصانع المخالفة.
- فرض فحص دوري للانبعاثات للمركبات في بغداد لضمان توافقها مع المعايير البيئية.

٥. **التوعية الصحية وتوجيه النصائح الوقائية:**

- إطلاق حملات توعية مستمرة حول تأثير التلوث على الصحة العامة، مع تقديم نصائح خاصة للفئات الأكثر عرضة للتأثر مثل الأطفال وكبار السن.
- توفير إرشادات وقائية للسكان، مثل تقليل الأنشطة الخارجية خلال فترات التلوث العالي، واستخدام الكمامات الواقية في الأماكن المفتوحة.

خاتمة

تسلط النتائج الضوء على ضرورة تبني استراتيجيات شاملة لتحسين جودة الهواء في المدن العراقية الكبرى، من خلال تعزيز الرقابة على الانبعاثات وتطبيق تشريعات بيئية صارمة، إلى جانب زيادة الوعي المجتمعي. وبما أن العراق يواجه تحديات مناخية كبيرة قد تؤدي إلى تدهور أكبر في جودة

الهواء، فإن الاستجابة لهذه التحديات تتطلب جهودًا جماعية ومبادرات حكومية فعّالة لتحسين البيئة وحماية صحة المواطنين.

المصادر:

١. تقرير المناخ والتنمية الخاص بالعراق.
https://www.albankaldawli.org/ar/country/iraq/publication/iraq-country-climate-and-development-report

٢. معالجة حالة الهشاشة في العراق يتطلَّب التصدي لتغير المناخ.
https://blogs.worldbank.org/ar/arabvoices/iraq-mitigating-fragility-means-addressing-climate-change

٣. مشروع تحفيز العمل المناخي في العراق.
https://www.undp.org/ar/iraq/publications/mshrw-thfyz-alml-almnakhy-fy-alraq

٤. د. محمد ناظم واخرون، تلوث البيئة واثره في صحة الانسان، جامعة كربلاء، كلية التربية للعلوم الصرفة/ قسم الكيمياء، ٢٣ / ٠٥ / ٢٠٢١ على الرابط.

٥. https://uokerbala.edu.iq/archives/12090

٦. الشمري، حسين جبر وسمي مطلك، التغير المناخي واثره في درجة حرارة العراق، مجلة كلية التربية الاساسية/ بابل، العدد ٢٠١٣،١٢.

٧. بدر جدوع احمد المعموري، مشكلات مناخية معاصرة،ط١، دار الفراهيدي للنشر والتوزيع، بغداد،٢٠١٢، ص٣٣و ٣٤.

٨. الشواربة، رشا، التغير المناخي وقابلية التأثير، ط١، دار امجد للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٦.

٩. الاسدي ،كاظم عبد الوهاب، تأثيرات التغير المناخي في اتجاهات الرطوبة النسبية في العراق، مجلة كلية الآداب/ واسط، العدد٢٠١١،١٠.

١٠.وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة

١١. وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، اطلس مناخ العراق، مطبعة العاني، ١٩٩٠.

١٢. كاظم عبد الوهاب الاسدي، تأثيرات التغير المناخي في اتجاهات الرطوبة النسبية في العراق، مجلة كلية الآداب / واسط، العدد ٢٠١١، ١٠، ص٣٦٥.

١٣.

English

1. Iraq Climate and Development Report https://www.albankaldawli.org/ar/country/iraq/publication/iraq-country-climate-and-development-report

2. Addressing fragility in Iraq requires addressing climate change https://blogs.worldbank.org/ar/arabvoices/iraq-mitigating-fragility-means-addressing-climate-change

3. Iraq Climate Action Catalyzing Project https://www.undp.org/ar/iraq/publications/mshrw-thfyz-alml-almnakhy-fy-alraq

4. Dr. Muhammad Nazim and others, Environmental Pollution and its Impact on Human Health, University of Karbala, College of Education for Pure Sciences/Department of Chemistry, 05/23/2021 at the link https://uokerbala.edu.iq/archives/12090

5. Al-Shammari, Hussein Jabr and Sami Mutlaq, Climate Change and Its Impact on the Temperature of Iraq, Journal of the College of Basic Education/Babylon, Issue 12, 2013.

6. Badr Jadou Ahmed Al-Maamouri, Contemporary Climate Problems, 1st ed., Dar Al-Farahidi for Publishing and Distribution, Baghdad, 2012, pp. 33 and 34.

7. Al-Shawarbeh, Rasha, Climate Change and Susceptibility to Influence, 1st ed., Dar Amjad for Publishing and Distribution, Amman, 2016.

8. Al-Asadi, Kazem Abdul-Wahhab, Effects of Climate Change on Relative Humidity Trends in Iraq, Journal of the College of Arts/Wasit, Issue 10, 2011.

9. Ministry of Transport and Communications, Iraqi Meteorological and Seismic Monitoring Authority, Climate Department, unpublished data

10. Ministry of Transport and Communications, Iraqi Meteorological and Seismic Monitoring Authority, Iraq Climate Atlas, Al-Ani Press, 1990.

11. Kazem Abdul-Wahab Al-Asadi, Effects of Climate Change on Relative Humidity Trends in Iraq, Journal of the College of Arts / Wasit, Issue 10, 2011, p. 365.