

التلوث البيئي وعلاقته بأمراض القلب والأوعية الدموية في ظل البيئة الضبابية**أ.م.د. كفاية حسن ميثم الياسري****جامعة بابل_ كلية التربية الأساسية****Environmental pollution and its relationship to cardiovascular diseases
in a Fuzzy environment****Asst. Prof. Dr. Kifaya Hassan Maitham Al-Yasiri****University of Babylon/ College of Basic Education****Kifaya.hassan@uobablon.edu.iq**

الخلاصة:

هدف البحث إلى تحليل تأثير التلوث البيئي على معدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية باستخدام تقنيات تحليل متقدمة مثل المنطق الضبابي والانحدار الخطي المتعدد. شملت الدراسة قياس مستويات الملوثات البيئية مثل الجسيمات الدقيقة (PM2.5) و (PM10)، أكاسيد النيتروجين (NOx)، ثاني أكسيد الكبريت (SO2)، الأوزون الأرضي، الكربون الأسود، وكذلك تأثيرات العوامل المناخية مثل درجات الحرارة القصوى والرطوبة العالية والضوضاء البيئية في ثلاث مناطق في محافظة بابل (قضاء الحلة- قضاء الهاشمية- ناحية الاسكندرية). أظهرت نتائج البحث ارتباطاً قوياً بين التلوث البيئي ومعدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، حيث تبين أن الجسيمات الدقيقة (PM2.5) و (PM10) والكربون الأسود هما الأكثر تأثيراً على صحة القلب بسبب قدرتهما على التغلغل العميق في الجهاز التنفسي والدورة الدموية، مما يؤدي إلى التهابات مزمنة وتصلب الشرايين واضطرابات ضربات القلب. كما أظهر ثاني أكسيد الكبريت (SO2) وأكاسيد النيتروجين (NOx) تأثيرات سلبية كبيرة من خلال زيادة الإجهاد التأكسدي والتهابات الأوعية الدموية، مما يعزز مخاطر ارتفاع ضغط الدم والنوبات القلبية. بالإضافة إلى ذلك، تبين أن التغيرات المناخية، مثل درجات الحرارة القصوى والرطوبة العالية، تؤدي إلى إجهاد حراري يزيد من العبء على القلب، بينما تؤثر الضوضاء البيئية بشكل غير مباشر على ارتفاع ضغط الدم واضطرابات القلب من خلال الإجهاد النفسي. وأوصى البحث بتطبيق سياسات شديدة لتقليل الانبعاثات الملوثة، مثل خفض استخدام الوقود الأحفوري وتشجيع الطاقة المتجددة، مع تعزيز الوعي بأثر التلوث على صحة القلب وتوفير برامج صحية للكشف المبكر عن الأمراض المرتبطة بالتلوث.

الكلمات المفتاحية: تلوث بيئي- المنطق الضبابي - الجسيمات الدقيقة- الكربون الاسود- اكاسيد

النيتروجين- الازوزن الارضي-ثاني اكسيد الكبريت- ارتباط-انحدار

Abstract:

The aim of the research was to analyze the impact of environmental pollution on cardiovascular disease rates using advanced analysis techniques such as fuzzy logic and multiple linear regressions. The study included measuring the levels of environmental pollutants such as fine particulate matter (PM2.5) and (PM10), nitrogen oxides (NOx), sulfur dioxide (SO2), ground level ozone, black carbon, as well as the effects of climatic factors such as extreme temperatures, high humidity and environmental noise in three areas in Babylon Governorate (Hillah District - Hashimiyah District – Al-Eescxandria sub-district). The research results showed a high association between environmental pollution and cardiovascular disease rates, as fine particulate matter (PM2.5) and (PM10) and black carbon were found to have the greatest impact on heart health due to their ability to penetrate deeply into the respiratory system and blood circulation, leading to chronic inflammation, atherosclerosis, and heart rhythm disturbances. Sulfur dioxide (SO2) and nitrogen oxides (NOx) also showed significant negative effects by increasing oxidative stress and vascular inflammation, which increases the risk of hypertension and heart attacks. In addition, climate changes, such as extreme temperatures and high humidity, were found to lead to heat stress that increases the burden on the heart, while environmental noise indirectly affects hypertension and heart disorders through psychological stress. The research recommended implementing strong policies to reduce polluting emissions, such as reducing the use of fossil fuels and encouraging renewable energy, while raising awareness of the impact of pollution on heart health and providing health programs for early detection of pollution-related diseases.

Keywords: Environmental pollution - Fuzzy logic - Fine particles - Black carbon - Nitrogen oxides - Earth Ozone - Sulfur dioxide - Correlation - Regression

المقدمة (Introduction)

يعد التلوث البيئي من أبرز القضايا الصحية التي تواجه المجتمعات في العصر الحديث، حيث يؤدي إلى تأثيرات سلبية متعددة على صحة الإنسان والبيئة. من بين هذه التأثيرات، يظهر ارتباط وثيق بين تلوث الهواء وأمراض القلب والأوعية الدموية، وهي أمراض تُعد من الأسباب الرئيسية للوفيات عالمياً. في ظل البيئة الضبابية التي تُعرف بزيادة تركيز الملوثات في الهواء نتيجة لعوامل طبيعية أو بشرية، تتفاقم هذه المشكلات الصحية بشكل كبير. تعمل الجسيمات الدقيقة مثل PM2.5 و PM10، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، إضافةً إلى الأوزون

الأرضي والكربون الأسود، على تعزيز التهابات الأوعية الدموية، تصلب الشرايين، وارتفاع ضغط الدم. يزيد التعرض لهذه الملوثات في الأجواء الضبابية من حدة الإجهاد التأكسدي والالتهابات المزمنة، مما يُضاعف خطر الإصابة بالنوبات القلبية والسكتات الدماغية.

مع تزايد الظواهر البيئية الضبابية، نتيجةً للأنشطة الصناعية، احتراق الوقود، وعوامل مناخية مثل الرطوبة العالية، تظهر الحاجة إلى فهم أعمق للعلاقة بين التلوث البيئي وأمراض القلب. تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على تأثير البيئة الضبابية كعامل مضاعف للتلوث البيئي، ودورها في زيادة العبء الصحي المرتبط بأمراض القلب والأوعية الدموية، مع التركيز على أهمية تطوير سياسات بيئية وصحية للتخفيف من هذه الآثار.

تتأثر صحة الإنسان بشكل مباشر بالعوامل البيئية المرتبطة بالموقع الجغرافي، حيث تلعب الجغرافيا دورًا محوريًا في فهم توزيع الملوثات البيئية وعلاقتها بأمراض القلب والأوعية الدموية. في مناطق الدراسة، تتفاوت مستويات التلوث البيئي وفقًا لعوامل متعددة مثل الكثافة السكانية، الأنشطة الصناعية، التغيرات المناخية، وأنماط استخدام الأرض.

على سبيل المثال، المناطق الحضرية المكتظة بالسكان والصناعات الثقيلة غالبًا ما تكون مركزًا لانبعاثات الملوثات مثل الجسيمات الدقيقة (PM2.5) و (PM10)، وأكاسيد النيتروجين، والكربون الأسود. هذه الملوثات تنتشر بفعل حركة الرياح وتتركز بشكل أكبر في ظروف بيئية ضبابية، مما يزيد من تعرض السكان للأضرار الصحية، خاصة في المناطق ذات الأنشطة الصناعية أو القريبة من الطرق الرئيسية. أما المناطق الريفية، فعلى الرغم من قلة الأنشطة الصناعية فيها، إلا أنها تتأثر بشكل غير مباشر بالتلوث الناتج عن حرق الوقود الزراعي أو التربة الجافة التي تحمل الغبار والجسيمات الأكبر. ومع تقلبات المناخ، مثل الرطوبة العالية ودرجات الحرارة القصوى، تظهر بيئة ضبابية تسهم في احتجاز الملوثات قرب سطح الأرض، مما يفاقم من تأثيرها الصحي.

تسلط الدراسة الجغرافية الضوء على توزع الملوثات وفقًا للموقع والظروف البيئية المحلية، مع التركيز على تحليل العلاقة والتأثير بين الأنماط المكانية للتلوث البيئي وارتفاع معدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. يساعد هذا التحليل في تحديد المناطق الأكثر تضررًا، مما يمهد لتطبيق استراتيجيات محلية فعالة للحد من هذه الآثار وتحسين جودة الحياة في مناطق الدراسة.

١- مشكلة البحث:

هل للتلوث البيئي علاقة بأمراض القلب والأوعية الدموية في منطقة الدراسة؟

تعد العلاقة بين التلوث البيئي وأمراض القلب والأوعية الدموية واحدة من أهم القضايا الصحية المعاصرة، إلا أن تحليل هذه العلاقة يواجه تحديات كبيرة بسبب الغموض وعدم اليقين في البيانات المتاحة. يتمثل هذا الغموض في صعوبة تحديد مستوى التعرض الفردي للملوثات البيئية بشكل دقيق نظراً لاختلاف الأنشطة اليومية، وتباين مستويات التلوث البيئي بحسب الزمن والمكان، وتداخل العوامل الأخرى مثل العمر ونمط الحياة والعوامل الوراثية. كما أن النماذج التقليدية المستخدمة لتحليل هذه البيانات غالباً ما تكون غير قادرة على تمثيل التعقيد الحقيقي والطبيعة الديناميكية للعلاقة بين التلوث وأمراض القلب، مما يؤدي إلى نتائج غير دقيقة أو غير مكتملة. بناءً على ذلك، تظهر الحاجة إلى منهجيات تحليل متقدمة مثل المنطق الضبابي، الذي يمكنه التعامل مع الغموض في البيانات وتقديم نتائج أكثر دقة، مما يعزز من فهم هذه العلاقة وتوجيه الجهود نحو تحسين السياسات البيئية والصحية للحد من المخاطر المرتبطة بالتلوث.

٢- فرضيات البحث:

لمستويات التلوث البيئي المختلفة ارتباط وتأثير على معدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

وتتفرع من هذه الفرضية الفرضيات الآتية:

١- لتلوث الهواء ارتباط وتأثير على معدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

٢- لتغيرات الطقس والمناخ ارتباط وتأثير على معدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

٣- أهمية البحث:

تبرز أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على العلاقة بين التلوث البيئي وأمراض القلب والأوعية الدموية، خاصة في ظل الغموض الذي يكتنف البيانات المتعلقة بهذه العلاقة. باستخدام المنطق الضبابي، يسعى البحث إلى توفير أدوات تحليل مبتكرة قادرة على التعامل مع عدم اليقين وتعقيد البيانات، مما يساهم في تقديم رؤى أعمق وأكثر دقة حول تأثير التلوث على صحة القلب. تكمن أهمية البحث أيضاً في دوره في دعم الجهود المبذولة لتحسين السياسات البيئية والصحية، من خلال تقديم توصيات مبنية على أسس علمية دقيقة. علاوة على ذلك، يساهم البحث في تعزيز الوعي العام بمخاطر التلوث البيئي، مما قد يؤدي إلى تعزيز التدابير الوقائية وتقليل العبء الصحي والاقتصادي الناجم عن أمراض القلب المرتبطة بالتلوث.

٤- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تحليل العلاقة بين التلوث البيئي وأمراض القلب والأوعية الدموية باستخدام المنطق الضبابي (Fuzzy Logic)، للتغلب على مشكلة الغموض وعدم اليقين في البيانات المتعلقة بمستويات التلوث والتعرض الفردي. ويسعى البحث إلى تطوير نموذج تحليلي دقيق يمكنه تمثيل التأثيرات المتداخلة للعوامل البيئية والصحية، مما يساعد على فهم أعمق لهذه العلاقة وتوفير معلومات موثوقة لصناع القرار لتحسين السياسات البيئية والصحية وتقليل مخاطر الإصابة بأمراض القلب المرتبطة بالتلوث البيئي.

٥. منهجية الدراسة (Study Methodology):

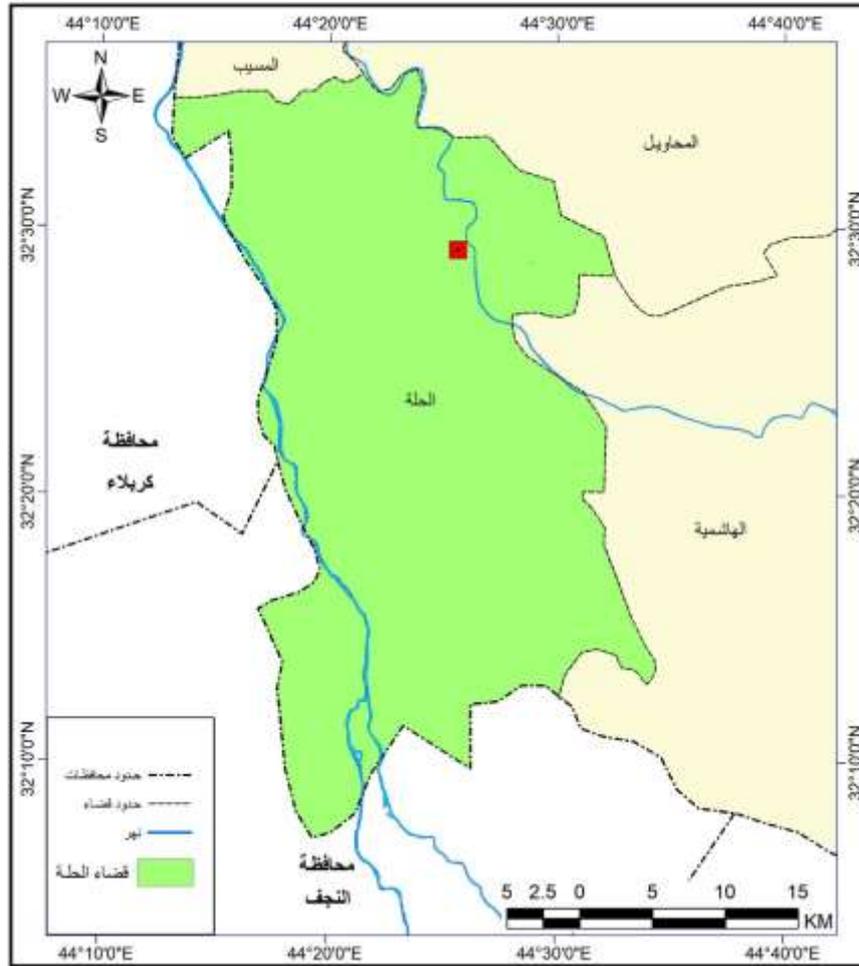
اعتمد البحث المنهج الوصفي الكمي والتحليلي المستند على المنطق الضبابي، الذي يعتمد على القياسات البيئية المستندة إلى نظم المعلومات الجغرافية (GIS). للبحث في علاقة الارتباط والتأثير بين الملوثات البيئية ومعدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية التي شملت ثلاث مناطق في محافظة بابل وهي (الحلة- الهاشمية - الاسكندرية). تم اخذ بيانات تمثل اعداد الاصابات بامراض القلب والأوعية الدموية من التقارير الاحصائية السنوية لوزارة الصحة. كذلك تم تحديد مستويات التلوث البيئي في البحث باستخدام أنظمة تحديد المواقع العالمية (GPS) ومحطات الارصاد الجوي واجهزة الكشف عن التلوث بمراقبة مصادر التلوث واخذ قياسات في المناطق قيد البحث، ومقارنتها بالمعايير العالمية المحددة التي أوصت بها منظمة الصحة العالمية. وكذلك تم إجراء نمذجة لحالات التلوث باستخدام نظام المعلومات الجغرافية وتحليل التعرض إحصائياً.

٦- حدود منطقة البحث:

تناولت الدراسة ثلاث مناطق في محافظة بابل وهي قضاء الحلة وقضاء الهاشمية وناحية الاسكندرية .

قضاء الحلة هي مدينة عراقية ومركز محافظة بابل، يبلغ عدد سكانها 656734 ألف نسمة حسب اسقاطات السكان لعام (٢٠٢٣)، بناها صدقة بن منصور أمير إمارة بني مزيد عام 1101 م. تبعد عن بغداد نحو ١٠٠ كم، وعن النجف نحو ٦٠ كم، وعن كربلاء نحو ٣٥ كم وتعتبر حلقة وصل مهمه بين محافظات الفرات الأوسط. كما أنها تقع بالقرب من مدينة بابل الأثرية والتي تعد من أهم المناطق التاريخية القديمة في العالم. يُعدُّ قضاء الحلة منطقة ذات أهمية تاريخية وثقافية، حيث يحتوي على العديد من المواقع الأثرية والدينية، مثل مدينة بابل الأثرية، ومسجد مشهد الشمس، ومقام النبي إبراهيم. كما يُعدُّ القضاء مركزاً زراعياً وصناعياً

مهماً في محافظة بابل. تشهد الحلة زيادة في البنى التحتية والمباني على الأرجح في عام ٢٠٢٤ في ظل النمو الاقتصادي. انظر الخريطة (١)



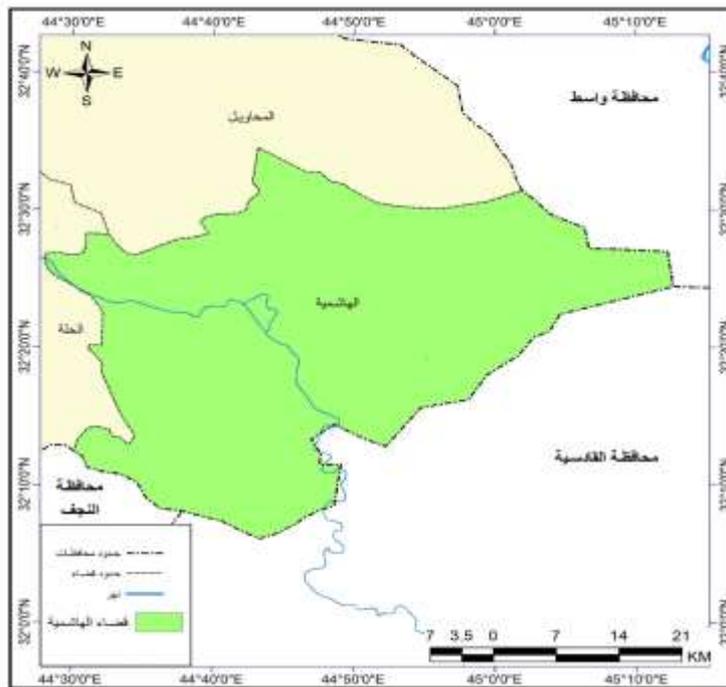
خريطة (١) موقع قضاء الحلة في محافظة بابل

المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية الهيئة العامة للمساحة ، قسم انتاج

الخرائط ، خارطة محافظة بابل الادارية ، بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢٤

قضاء الهاشمية أحد أقضية محافظة بابل في العراق والذي يقع إلى الجنوب من مركز المحافظة وسمي بالهاشمية نسبةً إلى العلويين الهاشميين الذين سكنوها قديماً وتشير المصادر التاريخية على وجود مدينة ذات عمارة إسلامية مميزة على ضفاف نهر (الجربوعية) زمن الدولة العباسية حيث كانت عاصمة العباسي أبو العباس السفاح ولاتزال هذه المدينة قائمة في الوقت الحاضر، لذلك تُمرّ بهذه المدينة تجد معالم دينية عديدة منهم (مرقد الأئمة الخمسة، مرقد

عباس الزور بن الحسن المثني، مرقد الحسن، مرقد العلوية شريفة بنت الحسن..والعديد) ويقع في مركزها مقام شامخاً للعبد الصالح الخضر، ويقع مركز القضاء على امتداد شط الهاشمية ويقسم إلى عدة احياء (حي البتول، حي الانتقضة، حي النصر، حي البركاوي، حي البسعر، حي الزهراء، حي الامانة، حي الرسول، حي المصطفى، حي الأمير، حي جعفرالطيبار، حي الدسيم، حي الخضراء، حي السجاد، حي الجامعة، حي السكك، حي الباقر، حي الصادق، حي الرافدين) وتنتشر على اطرافها عدة قرى منها «قرية التياس، قرية آل شاووش، قرية محيرجة، قرية ألجوجمال، قرية المزيدية، قرية الجربوعية» وتبلغ مساحة القضاء ١٠٢٦ كم مربع وعدد نفوسه 46378 نسمة، ويعتبر مركز القضاء خطاً ناقلاً ورابطاً بين الخط السريع الدولي وبين الخط العام وطريق الحسين من جهة وخط سكك الحديدية الرابط جنوب وشمال العراق، ويتسم بمناطقه الزراعية والريفية وبأجواء تنسم بالاعتدال تصل اعلى درجات حرارته ٤٥° وادنى درجة ٤°، ويعتبر مركز العراق الجغرافي حيث المسافة من شرق إلى غرب العراق تساوي المسافة من شمال إلى جنوب العراق ويتبع القضاء اربع نواحي هي ناحية القاسم وناحية المدحتية وناحية الشوملي وناحية الطليعة. انظر خريطة (٢)



خريطة (٢) الحدود الادارية لقضاء الهاشمية

المصدر : عمل الباحثة بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية الهيئة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خارطة محافظة بابل الادارية ، بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢٤

ناحية الإسكندرية، الواقعة في قضاء المسيب بمحافظة بابل، تعد من المناطق المهمة في وسط العراق، حيث تبعد حوالي ٤٠ كيلومترًا جنوب بغداد. تتميز بموقع استراتيجي يجعلها حلقة وصل بين أربع محافظات: بغداد شمالًا، بابل جنوبًا، الأنبار غربًا ويفصلها عنها نهر الفرات، وواسط شرقًا. حيث تقع عند الإحداثيات الجغرافية ٣٢,٩ درجة شمالًا و ٤٤,٣٥ درجة شرقًا، تعود تسميتها إلى الإسكندر الأكبر الذي اتخذها مقرًا لقيادة جيشه أثناء حملته لفتح بابل. تعد الإسكندرية مركزًا صناعيًا بارزًا يضم منشآت مثل المصنع العام لصناعة السيارات والمحطة الحرارية لتوليد الكهرباء، التي تعد ثاني أكبر محطة في العراق. كما تحتوي على مؤسسات تعليمية مهمة مثل الكلية التقنية ومعاهد تدريبية أخرى. تحتضن الناحية مواقع دينية وتاريخية، أبرزها جامع الإسكندرية الكبير الذي بُني عام ١٨٩٢ ومرقد أولاد مسلم بن عقيل الواقع بالقرب من مدينة المسيب. يبلغ عدد سكان الإسكندرية حوالي ١٩٧٨٩٦ ألف نسمة حسب اسقاطات عام (٢٠٢٣) ، وتعد منطقة حيوية ومهمة اقتصاديًا وصناعيًا في العراق. انظر خريطة (٣).



خريطة (٣) الحدود الإدارية لناحية الاسكندرية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية الهيئة العامة للمساحة، قسم إنتاج الخرائط، خارطة محافظة بابل الادارية، بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٢٤

المبحث الأول

المنطق الضبابي وأنواع الملوثات حسب التقسيم الجغرافي لمنطقة البحث

أولاً : المنطق الضبابي (Fuzzy Logic)

هو فرع من الذكاء الاصطناعي وعلم الحوسبة يُستخدم للتعامل مع الحالات التي تكون فيها البيانات غير دقيقة أو غير مؤكدة. بخلاف المنطق التقليدي الذي يعتمد على القيم الحاسمة (صح أو خطأ فقط)، فإن المنطق الضبابي يعتمد على مفهوم "درجة الصحة" التي يمكن أن تأخذ أي قيمة بين ٠ و ١. وهو من الأساليب الرياضية الحديثة الذي اثبت ان له قدرة عالية في حل المشاكل التطبيقية المختلفة لوجود الكثير من الظواهر تتعامل مع معلومات غير دقيقة وغير محددة بشكل واضح جاءت نظرية المنطق الضبابي لسد ثغرات كبيرة في المنطق التقليدي عند الاستدلال في ظروف غير مؤكدة وغير دقيقة بتخصيص درجة انتماء لأي عنصر في المجموعة ضمن المجال الحقيقي $[0,1]$ تحدد هذه الدرجة في انتماء العنصر الى المجموعة الجزئية الضبابية. (١)

١ - المجموعة الضبابية والمجموعة التقليدية (٢)

ان المفهوم العادي للمجموعة وكما يعرف بالمجموعة التقليدية بانها مجموعة تكون العناصر فيها إما تنتمي او لا تنتمي اليها، مع وجود حدود واضحة ودقيقة جداً لكل عنصر ينتمي اليها فلا يسمح للعنصر ان يكون في المجموعة او لا يكون فيها في الوقت نفسه. لتكن Ω مجموعة من فضاء الحلة المدروس ، وان A مجموعة جزئية منها ، فان كل عنصر x في A يمكن ان ينتمي أو لا ينتمي للمجموعة A . ولتكن $\mu_A(x)$ دالة مميزة للمجموعة A تعطي لكل عنصر في المجموعة Ω درجة إنتماء الى المجموعة A وتكون هذه الدالة ثنائية القيم $\{0,1\}$ إذ أن:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in A \\ 0, & \text{if } x \notin A \end{cases}$$

... (1)

فاذا كانت $\mu_A(x) = 1$ فان العنصر x ينتمي تماماً للمجموعة A

وإذا كانت $\mu_A(x) = 0$ فان العنصر x لا ينتمي تماماً للمجموعة A

أما المجموعة الضبابية (Fuzzy set) فهي مجموعة كل عنصر فيها يميز بدرجة انتماء، تحدد بواسطة بدالة انتماء (Membership function) في الفترة $[0, 1]$. (٣)

لتكن Ω مجموعة شاملة فان المجموعة الضبابية الجزئية \tilde{A} من Ω والمميزة بدالة انتماء $\mu_{\tilde{A}}(x)$ التي تنتج قيم بين $[0, 1]$ لكل قيم x في فضاء العينة الضبابية فالمجموعة الضبابية هي المجموعة الاتية:

$$\tilde{A} = \{(x_i, \mu_{\tilde{A}}(x_i)), x \in \Omega, i = 1, 2, 3, \dots, n, 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1\} \quad \dots (٢)$$

٢- دالة الإنتماء (Membership function)

وهي من الدوال الأساسية في نظرية المجموعات الضبابية عملها توليد إنتماءات العناصر ضمن المجموعة الضبابية ضمن الفترة $[0, 1]$ لتمثل درجة انتماء كل عنصر موجود في المجموعة الشاملة التقليدية ضمن المجموعة الضبابية (Fuzzy set) (٤)

ومن دوال الانتماء دالة الإنتماء المثلثية (Triangular membership Function) التي تكون محددة بثلاث معلمات هي حد أدنى (a) وحد أعلى (b) ومشروطة بقيمة مركزية (m) وتكون صيغتها كالآتي: (٥)

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a} & \text{if } a < x \leq m \\ \frac{b-x}{b-m} & \text{if } m < x < b \\ 1 & \text{if } x \geq b \end{cases} \quad \dots (2-)$$

٥)

إذ أن $a < m < b$ ، وتكون متماثلة اذا كانت القيم الحدية (Margin) $b - m$ يساوي $m - a$.

ثانياً: تلوث الهواء:

تعد أمراض القلب والأوعية الدموية واحدة من أبرز مسببات الوفيات عالمياً، وترتبط بشكل وثيق بالعوامل البيئية، وخاصة الملوثات. إن التعرض المستمر للملوثات البيئية، سواء كانت في الهواء، الماء، أو التربة، يُسهم بشكل كبير في زيادة مخاطر الإصابة بهذه الأمراض. تلعب الجسيمات الدقيقة وأكاسيد النيتروجين وغيرها من الملوثات دوراً رئيسياً في التسبب بمشكلات مثل ارتفاع ضغط الدم، تصلب الشرايين، واضطرابات ضربات القلب (٦). هناك العديد من العوامل البيئية التي يمكن أن تؤثر على الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، ومن أبرزها: (٧)

١- الجسيمات الدقيقة (PM2.5) و (PM10) : تدخل هذه الجسيمات إلى الرئتين وتصل إلى مجرى الدم، مما يؤدي إلى التهابات وتصلب الشرايين وتعرف كالآتي: (٨)

الجسيمات الدقيقة (PM2.5) : هي جسيمات دقيقة قطرها أقل من ٢,٥ ميكرومتر، ما يجعلها قادرة على التغلغل بعمق في الرئتين والوصول إلى مجرى الدم. تنبعث هذه الجسيمات من مصادر مثل عوادم السيارات، المصانع، وحرق المواد العضوية كالأخشاب. تسبب PM2.5 التهابات في الأوعية الدموية وتصلب الشرايين، مما يزيد من خطر الإصابة بأمراض القلب مثل النوبات القلبية والسكتات الدماغية. كما تؤدي إلى اضطرابات ضغط الدم واضطرابات ضربات القلب بسبب تأثيرها المباشر على الجهاز القلبي الوعائي. بفضل صغر حجمها، تبقى PM2.5 عالقة في الهواء لفترات طويلة، ما يزيد من احتمالية استنشاقها وتأثيرها على الصحة. (٩)

الجسيمات الدقيقة (PM10) : هي جسيمات أكبر حجمًا يصل قطرها إلى ١٠ ميكرومترات، وتتكون من الغبار، الرماد، وألياف صناعية. تنشأ بشكل رئيسي من الأنشطة الإنشائية، النقل، والرياح التي تنقل الرمال من المناطق الصحراوية. تؤثر PM10 بشكل رئيسي على الجهاز التنفسي العلوي، مسببة تهيج الرئتين وصعوبة التنفس. على الرغم من أن قدرتها على اختراق مجرى الدم أقل من PM2.5، إلا أنها قد تؤدي إلى إجهاد القلب بسبب تقليل تدفق الأكسجين إلى الأنسجة. ينتج عن التعرض المستمر لهذه الجسيمات مشكلات صحية طويلة الأمد، خاصة لدى الأشخاص الذين يعانون من أمراض القلب والرئة المزمنة. (١٠)

٢- أكاسيد النيتروجين (NOx) : تزيد من الإجهاد التأكسدي والتهابات الأوعية الدموية وتشير إلى مجموعة من المركبات الكيميائية، أبرزها أكسيد النيتريك (NO) وثنائي أكسيد النيتروجين (NO₂)، تنبعث هذه المركبات بشكل رئيسي من احتراق الوقود في السيارات، المصانع، ومحطات توليد الطاقة. تُعتبر أكاسيد النيتروجين ملوثات خطيرة تؤثر على الصحة العامة، حيث تسبب تهيج الجهاز التنفسي، وزيادة خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية إذ تعمل على تعزيز الإجهاد التأكسدي داخل الجسم، مما يؤدي إلى تلف الخلايا البطانية للأوعية الدموية ويزيد من خطر تصلب الشرايين وارتفاع ضغط الدم. كما أن التعرض المزمن لهذه الأكاسيد يرتبط بزيادة معدل النوبات القلبية واضطرابات ضربات القلب، خاصة لدى الأشخاص المعرضين بالفعل لمشكلات صحية مزمنة. (١١)

٣- ثاني أكسيد الكبريت (SO₂) : يسبب اضطرابات في التنفس والقلب، خاصة لدى مرضى القلب وهو غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة ينتج أساسًا عن احتراق الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط في محطات الطاقة والصناعات الثقيلة. يُعتبر SO₂ ملوثًا خطيرًا يؤثر على الصحة العامة، حيث يهيج الجهاز التنفسي العلوي ويسبب صعوبة في التنفس، خاصة لدى مرضى الربو والمصابين

بأمراض الرئة المزمنة. عند استنشاقه، يمكن أن يؤدي إلى انخفاض مستويات الأكسجين في الدم، مما يضع عبئاً إضافياً على القلب. كما يرتبط التعرض طويل الأمد لـ SO_2 بزيادة خطر الإصابة بارتفاع ضغط الدم وتصلب الشرايين نتيجة الالتهابات المزمنة التي يسببها في الأوعية الدموية. بالإضافة إلى ذلك، يسهم هذا الغاز في تكوين الأمطار الحمضية، مما يؤثر سلباً على البيئة وصحة الإنسان على المدى البعيد. (١٢)

٤- الأوزون الأرضي : يضر بوظائف الرئة ويؤثر على ضغط الدم وهو مكون رئيسي من ملوثات الهواء، يتكون عندما تتفاعل أكاسيد النيتروجين (NOx) والمركبات العضوية المتطايرة ($VOCS$) مع أشعة الشمس. يختلف عن الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير الذي يحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية، حيث يُعتبر الأوزون الأرضي ملوثاً ضاراً على مستوى سطح الأرض. يؤدي استنشاق الأوزون الأرضي إلى تهيج الجهاز التنفسي، مما يسبب صعوبة في التنفس ويزيد من مشكلات الرئة، خاصة لدى مرضى الربو. يؤثر الأوزون أيضاً على القلب من خلال زيادة الإجهاد التأكسدي والتهابات الأوعية الدموية، ما يعزز خطر الإصابة بارتفاع ضغط الدم وأمراض القلب التاجية. على المدى الطويل، يمكن أن يؤدي التعرض المستمر له إلى تلف دائم في الرئة وزيادة مخاطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. (١٣)

٥- الكربون الأسود :يؤدي إلى ترسبات في الشرايين ويزيد من خطر الإصابة بالنوبات القلبية وهو مكون من الجسيمات الدقيقة الناتجة عن الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري، الأخشاب، والكتلة الحيوية. يُعتبر أحد أخطر ملوثات الهواء نظراً لتأثيره الكبير على الصحة والبيئة. يتميز بقدرته على اختراق الجهاز التنفسي والوصول إلى مجرى الدم، حيث يُسبب التهابات مزمنة تؤدي إلى تصلب الشرايين وزيادة خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. كما يرتبط الكربون الأسود بارتفاع ضغط الدم واضطرابات ضربات القلب، خاصة لدى الفئات الأكثر عرضة مثل مرضى القلب وكبار السن. بالإضافة إلى ذلك، يُساهم في الاحتباس الحراري بتأثيره على امتصاص الحرارة في الغلاف الجوي، مما يزيد من مشكلات المناخ التي تؤثر بشكل غير مباشر على الصحة العامة. تعد مكافحة انبعاثات الكربون الأسود خطوة ضرورية لتحسين جودة الهواء وتقليل الأعباء الصحية المرتبطة به. (١٤)

ثانياً: تغيرات الطقس والمناخ:

١- درجات الحرارة القصوى : تؤثر درجات الحرارة القصوى، سواء المرتفعة أو المنخفضة، بشكل مباشر على صحة القلب والأوعية الدموية. عند ارتفاع درجات الحرارة، يعمل الجسم على تبريد

نفسه من خلال زيادة تدفق الدم إلى الجلد والتعرق، مما يضع عبئاً إضافياً على القلب. هذا الجهد الإضافي قد يؤدي إلى ارتفاع معدل ضربات القلب وانخفاض ضغط الدم، مما يزيد من خطر الإصابة بالنوبات القلبية، خاصة لدى كبار السن ومرضى القلب. من ناحية أخرى، تؤدي درجات الحرارة المنخفضة إلى تضيق الأوعية الدموية لاحتفاظ الجسم بالحرارة، مما يرفع ضغط الدم ويزيد من عبء العمل على القلب. هذا التضيق يمكن أن يسبب نوبات قلبية أو سكتات دماغية، خاصة لدى الأشخاص الذين يعانون من أمراض القلب والأوعية الدموية. (١٥)

٢- الرطوبة العالية: تُعد الرطوبة العالية من العوامل البيئية التي تؤثر بشكل مباشر على صحة القلب والأوعية الدموية. عندما ترتفع نسبة الرطوبة في الجو، يصبح الجسم أقل قدرة على التخلص من الحرارة الزائدة عبر التعرق، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم الداخلية. هذا الإجهاد الحراري يُسبب زيادة في معدل ضربات القلب وضغط الدم، حيث يعمل القلب بجهد أكبر لتبريد الجسم. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تُفاقم الرطوبة العالية من أعراض الأشخاص الذين يعانون من أمراض القلب، مثل صعوبة التنفس والشعور بالإرهاق. في الحالات القصوى، قد تؤدي الرطوبة العالية إلى إجهاد حراري أو حتى نوبات قلبية، خاصة عند ممارسة النشاط البدني في ظروف مناخية رطبة. (١٦)

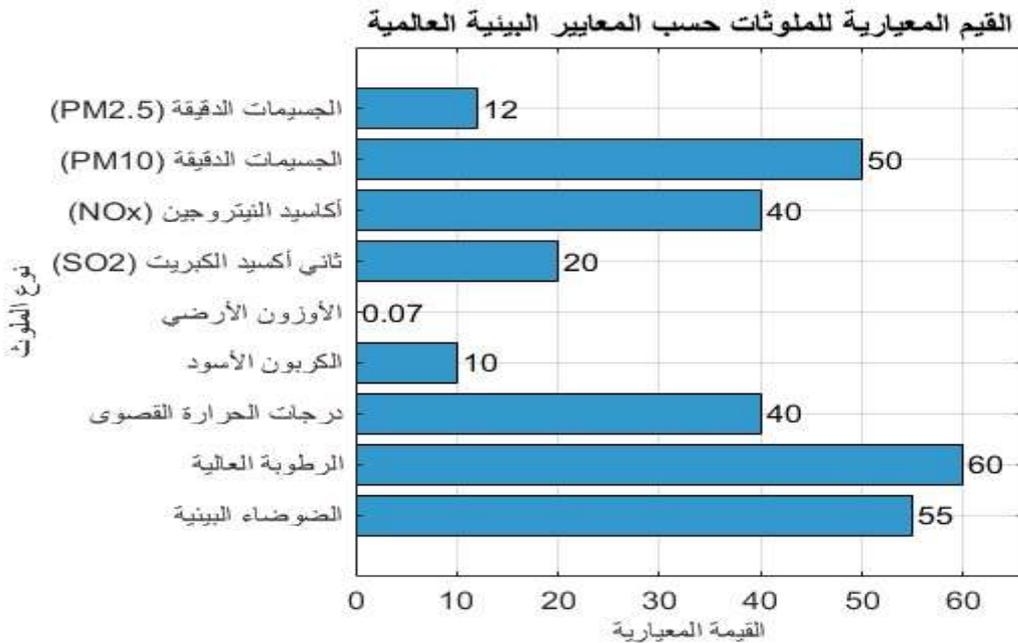
ثالثاً: الضوضاء البيئية:

الضوضاء البيئية، الناتجة عن حركة المرور، الأنشطة الصناعية، أو الطائرات، تُعتبر ملوثاً غير مرئي يؤثر سلباً على صحة الإنسان، وخاصة على القلب والأوعية الدموية. تؤدي المستويات المرتفعة من الضوضاء إلى زيادة التوتر والإجهاد النفسي، مما يرفع مستويات هرمونات التوتر، مثل الكورتيزول والأدرينالين، في الجسم. هذا يزيد من ضغط الدم ويؤدي إلى اضطرابات في ضربات القلب، مما يرفع من خطر الإصابة بأمراض القلب التاجية والسكتات الدماغية. كما أن التعرض المزمن للضوضاء، خاصة أثناء النوم، يمكن أن يعطل دورة النوم الطبيعية، مما يُضعف قدرة الجسم على التعافي وتجديد الخلايا. يؤدي هذا إلى إرهاق القلب والأوعية الدموية على المدى الطويل. تُظهر الدراسات أن الأشخاص الذين يعيشون في بيئات ذات ضوضاء مرتفعة أكثر عرضة للإصابة بتصلب الشرايين وأمراض القلب المزمنة. (١٧)

جدول (١) القيم المعيارية للملوثات حسب المعايير البيئية العالمية (١٨)

نوع الملوث	القيمة المعيارية
الجسيمات الدقيقة (PM2.5)	١٢ ميكروغرام/م ³ (سنوياً)

٥٠ ميكروغرام/م ³ (٢٤ ساعة)	الجسيمات الدقيقة (PM10)
٤٠ ميكروغرام/م ³ (سنوياً لـ NO ₂)	أكاسيد النيتروجين (NO _x)
٢٠ ميكروغرام/م ³ (٢٤ ساعة)	ثاني أكسيد الكبريت (SO ₂)
(جزء في المليون (٨ ساعات 0.070))	الأوزون الأرضي
١٠ < ميكروغرام/م ³	الكربون الأسود
٤٠ < %	درجات الحرارة القصوى
٦٠ < %	الرطوبة العالية
٥٥ < ديسيبل	الضوضاء البيئية



الشكل (١) القيم المعيارية للملوثات حسب المعايير البيئية العالمية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

جدول (٢) القيم المقاسة قبل التضييب للملوثات في قضاء الحلة

نوع الملوث	القيمة المقاسة قبل التضييب
الجسيمات الدقيقة (PM2.5)	٣٦
الجسيمات الدقيقة (PM10)	١٠٠
أكاسيد النيتروجين (NO _x)	٨٠

مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية

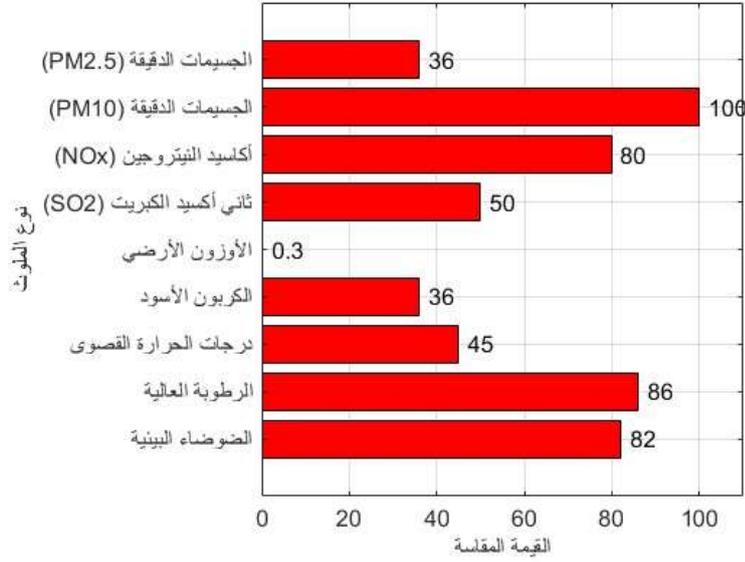
التلوث البيئي وعلاقته بأمراض القلب والاعوجاج الدموية في ظل البيئة الضبابية

مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية الأساسية – جامعة بابل

٥٠	ثاني أكسيد الكبريت (SO ₂)
٠,٣	الأوزون الأرضي
٣٦	الكربون الأسود
٤٥	درجات الحرارة القصوى
٨٦	الرطوبة العالية
٨٢	الضوضاء البيئية

جدول (٣) القيم المقاسة بعد التضييب للملوثات في قضاء الحلة

القيم المقاسة بعد الضبابية	انتماء مرتفع (High)	انتماء متوسط (Medium)	انتماء منخفض (Low)	نوع الملوث
39.6	0.7	0.3	0.1	الجسيمات الدقيقة (PM _{2.5})
110	0.8	0.3	0	الجسيمات الدقيقة (PM ₁₀)
96	0.6	0.4	0.2	أكاسيد النيتروجين (NO _x)
70	0.8	0.5	0.1	ثاني أكسيد الكبريت (SO ₂)
0.51	0.9	0.6	0.2	الأوزون الأرضي
39.6	0.7	0.4	0	الكربون الأسود
45	0.7	0.2	0.1	درجات الحرارة القصوى
94.6	0.7	0.4	0	الرطوبة العالية
98.4	0.6	0.5	0.1	الضوضاء البيئية



الشكل (٢) القيم المقاسة قبل التضييب للملوثات في قضاء الحلة
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)



الشكل (٣) القيم المقاسة بعد التضييب للملوثات في قضاء الحلة
المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

عند مقارنة القيم المقاسة للملوثات في قضاء الحلة قبل التضييب مع المعايير البيئية العالمية، يتضح تجاوز كبير لجميع الملوثات الحدود المسموح بها، مما يعكس مستويات خطيرة

من التلوث البيئي الذي يهدد الصحة العامة. على سبيل المثال، بلغت قيمة الجسيمات الدقيقة (PM2.5) قبل التضييب ٣٦ ميكروغرام/م³ مقارنة بالحد المسموح عالمياً البالغ ١٢ ميكروغرام/م³، مما يعكس انبعاثات مرتفعة من الغبار والمركبات، كما ارتفعت بعد التضييب إلى ٣٩,٦ ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٧، مما يعكس استمرار الخطر البيئي. بالنسبة للجسيمات الدقيقة (PM10)، تضاعفت القيم المقاسة البالغة ١٠٠ ميكروغرام/م³ عن المعيار البالغ ٥٠ ميكروغرام/م³، وارتفعت بعد التضييب إلى ١١٠ ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٨، مما يعكس تأثير الأنشطة الصناعية والزراعية. أكاسيد النيتروجين (NOx) سجلت ٨٠ ميكروغرام/م³ مقارنة بالقيمة المعيارية ٤٠ ميكروغرام/م³، وارتفعت بعد التضييب إلى ٩٦ ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٦، نتيجة انبعاثات المصانع والمركبات. ثاني أكسيد الكبريت (SO2) سجل قبل التضييب ٥٠ ميكروغرام/م³ مقارنة بالحد المسموح البالغ ٢٠ ميكروغرام/م³، ووصل بعد التضييب إلى ٧٠ ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٨، مما يعكس تأثير حرق الوقود الأحفوري. أما الأوزون الأرضي، فقد بلغت القيم المقاسة ٠,٣ جزء في المليون قبل التضييب مقارنة بالمستوى المعياري البالغ ٠,٧٠ جزء في المليون، ووصلت إلى ٠,٥١ جزء في المليون بعد التضييب مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٩، مما يعكس تراكم الملوثات الكيميائية الضوئية. الكربون الأسود تجاوز الحد المعياري البالغ ١٠ ميكروغرام/م³ بقيم بلغت ٣٦ ميكروغرام/م³ قبل التضييب و٣٩,٦ ميكروغرام/م³ بعد التضييب مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٧، مما يشير إلى انبعاثات مستمرة من الأنشطة الصناعية. درجات الحرارة القصوى بلغت ٤٥%، متجاوزة الحد المعياري البالغ ٤٠%، واستمرت كذلك بعد التضييب مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٧، مما يعكس تأثير الظروف المناخية على التلوث. الرطوبة العالية بلغت ٨٦% قبل التضييب و٩٤,٦% بعد التضييب، وهو أعلى بكثير من الحد المسموح البالغ ٦٠%، مما يساهم في تراكم الملوثات الجوية. أخيراً، الضوضاء البيئية سجلت ٨٢ ديسيبل قبل التضييب وارتفعت إلى ٩٨,٤ ديسيبل بعد التضييب مع انتماء مرتفع بنسبة ٠,٦، مما يعكس التأثير الكبير للنشاطات البشرية والصناعية.

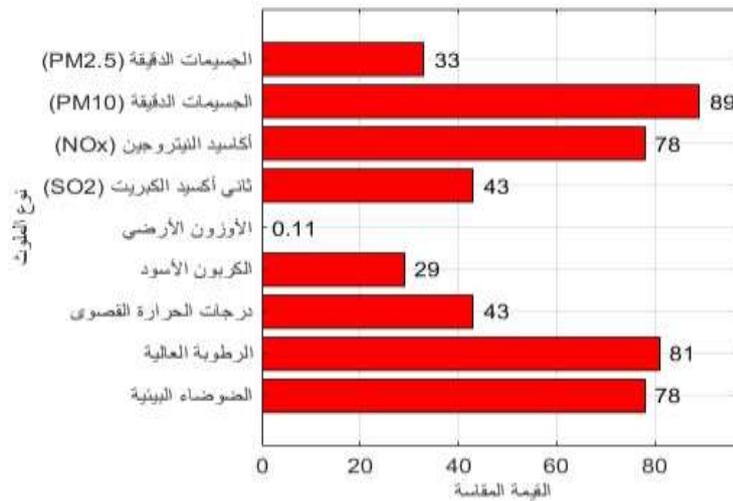
جدول (٤) القيم المقاسة قبل التضييب للملوثات في قضاء الهاشمية

نوع الملوث	القيمة المقاسة قبل التضييب
الجسيمات الدقيقة (PM2.5)	٣٣
الجسيمات الدقيقة (PM10)	٨٩
أكاسيد النيتروجين (NOx)	٧٨

٤٣	ثاني أكسيد الكبريت (SO ₂)
٠,١١	الأوزون الأرضي
٢٩	الكربون الأسود
٤٣	درجات الحرارة القصوى
٨١	الرطوبة العالية
٧٨	الضوضاء البيئية

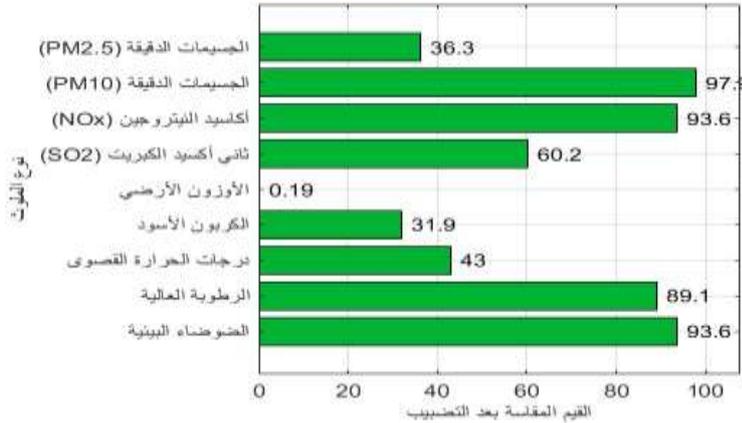
جدول (٥) القيم المقاسة بعد التضييب للملوثات في قضاء الهاشمية

نوع الملوث	انتماء منخفض (Low)	انتماء متوسط (Medium)	انتماء مرتفع (High)	القيم المقاسة بعد الضبابية
الجسيمات الدقيقة (PM _{2.5})	0.1	0.3	0.7	36.3
الجسيمات الدقيقة (PM ₁₀)	0	0.3	0.8	97.9
أكاسيد النيتروجين (NO _x)	0.2	0.4	0.6	93.6
ثاني أكسيد الكبريت (SO ₂)	0.1	0.5	0.8	60.2
الأوزون الأرضي	0.2	0.6	0.9	0.19
الكربون الأسود	0	0.4	0.7	31.9
درجات الحرارة القصوى	0.1	0.2	0.7	43
الرطوبة العالية	0	0.4	0.7	89.1
الضوضاء البيئية	0.1	0.5	0.6	93.6



الشكل (٤) القيم المقاسة قبل التضييب للملوثات في قضاء الهاشمية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)



الشكل (٥) القيم المقاسة بعد التصويب للملوثات في قضاء الهاشمية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

عند مقارنة القيم المقاسة للملوثات في قضاء الهاشمية قبل التصويب مع القيم بعد التصويب، يتضح وجود تجاوزات كبيرة للحدود المسموح بها بيئياً في جميع الملوثات. القيم المقاسة قبل التصويب تُظهر تركيزاً مرتفعاً للجسيمات الدقيقة (PM2.5) و (PM10)، حيث بلغت 33 ميكروغرام/م³ و 89 ميكروغرام/م³ على التوالي، مقارنة بالحدود العالمية المسموح بها والتي لا تتجاوز 12 ميكروغرام/م³ و 50 ميكروغرام/م³. وبعد التصويب، ارتفعت القيم إلى 36.3 ميكروغرام/م³ و 97.9 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.7 و 0.8، على التوالي، مما يشير إلى تلوث حاد ناتج عن الأنشطة الصناعية والمرورية. أما أكاسيد النيتروجين (NOx)، فقد بلغت القيم المقاسة قبل التصويب 78 ميكروغرام/م³، متجاوزة الحد المعياري البالغ 40 ميكروغرام/م³، وزادت بعد التصويب إلى 93.6 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.6، مما يعكس التأثير المستمر لانبعاثات المصانع ووسائل النقل. بالنسبة لثاني أكسيد الكبريت (SO2)، ارتفعت القيم من 43 ميكروغرام/م³ قبل التصويب إلى 60.2 ميكروغرام/م³ بعد التصويب مع انتماء مرتفع بنسبة 0.8، مما يعكس الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري. أما بالنسبة للأوزون الأرضي، فقد كانت القيم المقاسة قبل التصويب 0.11 جزء في المليون، وهي ضعف القيمة المعيارية المسموح بها عالمياً (0.070) جزء في المليون، وارتفعت بعد التصويب إلى 0.19 جزء في المليون مع انتماء مرتفع بنسبة 0.9، مما يعكس تراكم الملوثات الكيميائية الضوئية. الكربون الأسود سجل 29 ميكروغرام/م³ قبل التصويب، أي ما يقارب ثلاثة أضعاف الحد المسموح به (أقل من 10

ميكروغرام/م³، وبلغ بعد التضييب 31.9 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.7، مما يشير إلى انبعاثات عالية من المركبات والمصانع. بالنسبة لدرجات الحرارة القصوى، ظلت عند 43% قبل وبعد التضييب، متجاوزة القيمة المعيارية البالغة 40%، مما يزيد من تأثير الملوثات على الصحة العامة. الرطوبة العالية سجلت 81% قبل التضييب وارتفعت إلى 89.1% بعد التضييب، مما يعكس ظروفًا بيئية تزيد من تركيز الملوثات في الهواء. أخيرًا، الضوضاء البيئية بلغت 78 ديسيبل قبل التضييب وارتفعت إلى 93.6 ديسيبل بعد التضييب مع انتماء مرتفع بنسبة 0.6، مما يعكس الضغوط البيئية الناتجة عن الأنشطة البشرية والصناعية.

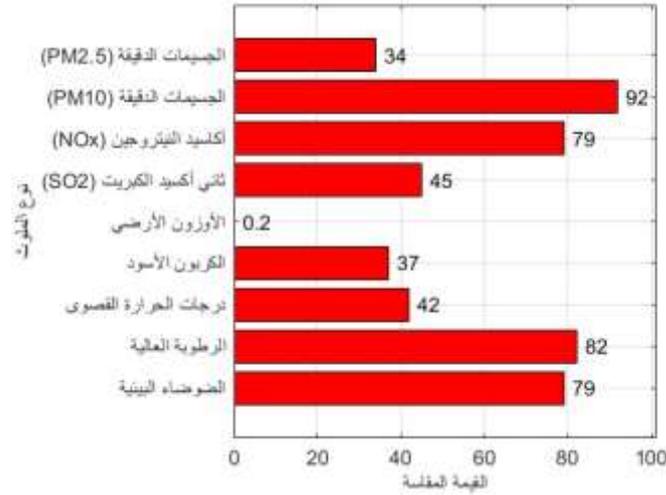
جدول (٦) القيم المقاسة قبل التضييب للملوثات في ناحية الاسكندرية

نوع الملوث	القيمة المقاسة قبل التضييب
الجسيمات الدقيقة (PM2.5)	34
الجسيمات الدقيقة (PM10)	92
أكاسيد النيتروجين (NOx)	79
ثاني أكسيد الكبريت (SO2)	45
الأوزون الأرضي	0.2
الكربون الأسود	37
درجات الحرارة القصوى	42
الرطوبة العالية	82
الضوضاء البيئية	79

جدول (٧) القيم المقاسة بعد التضييب للملوثات في ناحية الاسكندرية

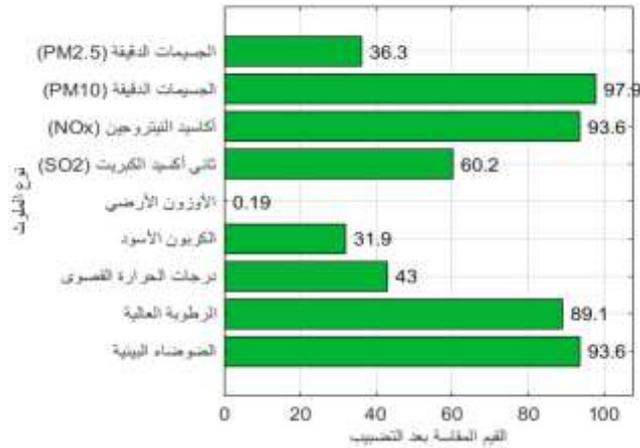
نوع الملوث	انتماء منخفض (Low)	انتماء متوسط (Medium)	انتماء مرتفع (High)	القيم المقاسة بعد الضبابية
الجسيمات الدقيقة (PM2.5)	0.1	0.3	0.7	36.3
الجسيمات الدقيقة (PM10)	0	0.3	0.8	97.9
أكاسيد النيتروجين (NOx)	0.2	0.4	0.6	93.6

60.2	0.8	0.5	0.1	ثاني أكسيد الكبريت (SO2)
0.19	0.9	0.6	0.2	الأوزون الأرضي
31.9	0.7	0.4	0	الكربون الأسود
43	0.7	0.2	0.1	درجات الحرارة القصوى
89.1	0.7	0.4	0	الرطوبة العالية
93.6	0.6	0.5	0.1	الضوضاء البيئية



الشكل (٦) القيم المقاسة قبل التضييب للملوثات في ناحية الاسكندرية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)



الشكل (٧) القيم المقاسة بعد التضييب للملوثات في ناحية الاسكندرية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

عند تحليل القيم المقاسة للملوثات في ناحية الإسكندرية قبل التضييب ومقارنتها بالقيم بعد التضييب، نجد تجاوزاً كبيراً للحدود البيئية المعيارية، مما يعكس وضعاً بيئياً خطيراً يستدعي التدخل العاجل. بالنسبة للجسيمات الدقيقة (PM2.5)، تم قياس 34 ميكروغرام/م³ قبل التضييب، متجاوزة الحد المعياري البالغ 12 ميكروغرام/م³ بثلاثة أضعاف تقريباً، وارتفعت القيم بعد التضييب إلى 36.3 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.7، مما يعكس استمرار التلوث الناتج عن الأنشطة الصناعية وحركة المرور. وبالنسبة للجسيمات الدقيقة (PM10)، بلغت القيم المقاسة قبل التضييب 92 ميكروغرام/م³ مقارنة بالقيمة المعيارية البالغة 50 ميكروغرام/م³، وارتفعت القيم بعد التضييب إلى 97.9 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.8، مما يؤكد خطورة الغبار العالق في الهواء. أما أكاسيد النيتروجين (NOx)، فبلغت القيم قبل التضييب 79 ميكروغرام/م³، وهي ضعف القيمة المعيارية البالغة 40 ميكروغرام/م³، وارتفعت بعد التضييب إلى 93.6 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.6، مما يشير إلى انبعاثات كبيرة من المركبات والمصانع. ثاني أكسيد الكبريت (SO2) سجل 45 ميكروغرام/م³ قبل التضييب، متجاوزاً القيمة المعيارية البالغة 20 ميكروغرام/م³، ووصل بعد التضييب إلى 60.2 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.8، مما يعكس حرق الوقود الأحفوري في المنطقة. القيم المقاسة للأوزون الأرضي بلغت 0.2 جزء في المليون قبل التضييب، وهي أعلى بثلاثة أضعاف من القيمة المعيارية البالغة 0.070 جزء في المليون، وبلغت بعد التضييب 0.19 جزء في المليون مع انتماء مرتفع بنسبة 0.9، مما يعكس التأثير الكبير للتفاعلات الكيميائية الضوئية في الجو. الكربون الأسود سجل 37 ميكروغرام/م³ قبل التضييب، متجاوزاً القيمة المعيارية البالغة 10 ميكروغرام/م³، وبلغت القيم بعد التضييب 31.9 ميكروغرام/م³ مع انتماء مرتفع بنسبة 0.7، مما يشير إلى استمرار التأثير السلبي لانبعاثات المصانع. درجات الحرارة القصوى بلغت 42% قبل التضييب وارتفعت إلى 43% بعد التضييب مع انتماء مرتفع بنسبة 0.7، متجاوزة القيمة المعيارية البالغة 40%، مما يزيد من تأثير الملوثات على الصحة العامة. الرطوبة العالية سجلت 82% قبل التضييب وارتفعت إلى 89.1% بعد التضييب، وهو أعلى بكثير من الحد المعياري البالغ 60%، مما يسهم في زيادة تركيز الملوثات في الهواء. أما الضوضاء البيئية، فقد بلغت 79 ديسيبل قبل التضييب وارتفعت إلى 93.6 ديسيبل بعد التضييب مع انتماء مرتفع بنسبة 0.6، مما يعكس تأثير الأنشطة البشرية والصناعية.

عند مقارنة القيم المقاسة للملوثات بين المناطق الثلاث، سواء قبل التضييب أو بعد التضييب، نجد تفاوتاً في مستويات التلوث، لكن جميع المناطق تظهر تجاوزات خطيرة للقيم المعيارية، مما يعكس تهديداً بيئياً وصحياً مشتركاً. ومع ذلك، فإن مستويات التلوث تختلف من منطقة لأخرى بناءً على الأنشطة الصناعية، حركة المرور، والظروف المناخية. قضاء الحلة هو الأكثر تلوثاً في جميع المؤشرات تقريباً، أما قضاء الهاشمية وناحية الإسكندرية تظهران مستويات تلوث مرتفعة أيضاً، لكن أقل نسبياً من قضاء الحلة.

المبحث الثاني

التحليل الكمي لأمراض القلب والأوعية الدموية

تعد أمراض القلب والأوعية الدموية مجموعة معقدة من الأمراض التي تؤثر على القلب والأوعية الدموية وتعد السبب الرئيسي للوفاة في العديد من البلدان. التحليل الكمي هو أسلوب منهجي يعتمد على جمع البيانات الرقمية وتحليلها باستخدام الأدوات الإحصائية. في مجال الصحة العامة وأمراض القلب والأوعية الدموية، يُعتبر التحليل الكمي أداة أساسية لفهم مدى انتشار الأمراض، تحديد عوامل الخطر المرتبطة بها، وتقييم فعالية التدخلات العلاجية والوقائية وكما يأتي:

مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية

التلوث البيئي وعلاقته بأمراض القلب والاعوية الدموية في ظل البيئة الضبابية

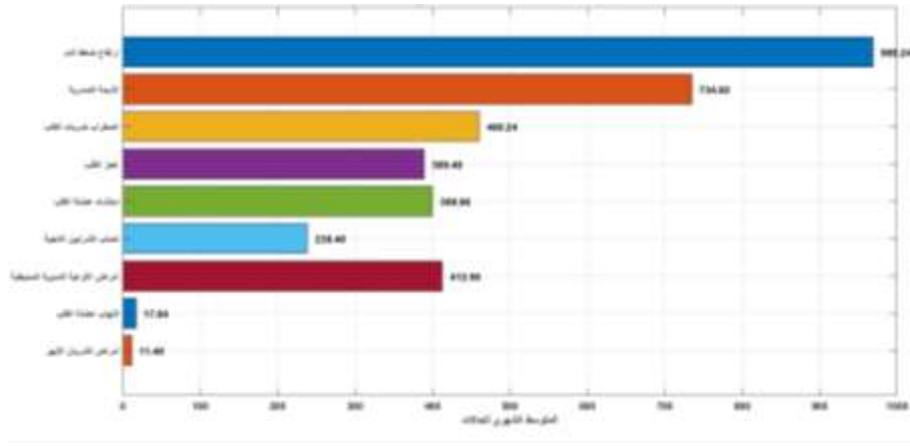
مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية الأساسية – جامعة بابل

جدول (٨) امراض القلب والاعوية الدموية في قضاء الحلة من سنة ٢٠٢٠ ولغاية ٢٠٢٤

التاريخ	تصاب الضحايا الثانوية	ارتفاع ضغط الدم	ذبحة صدرية	عجز القلب	امراض سمعات القلب	اضطراب ضربات القلب	امراض الاعوية الدموية المعيشية	امراض الضريان التهمير	الذهاب صلبة القلب	احتشاء عضلة القلب
01/01/2020	114	487	377	243	9	241	189	6	222	154
01/02/2020	92	454	393	209	5	215	194	4	280	187
01/03/2020	92	255	405	173	6	196	242	5	246	155
01/04/2020	133	348	406	193	11	234	235	5	248	228
01/05/2020	133	390	353	220	11	276	234	7	234	232
01/06/2020	112	425	346	220	10	226	188	8	254	250
01/07/2020	127	505	363	171	8	222	207	8	238	227
01/08/2020	149	574	396	249	12	238	230	7	269	208
01/09/2020	133	658	334	207	8	225	176	4	303	194
01/10/2020	124	603	345	248	11	201	158	4	239	248
01/11/2020	89	259	393	157	10	241	207	4	304	242
01/12/2020	140	713	392	210	5	208	181	8	302	189
01/01/2021	87	349	334	206	6	232	246	7	315	201
01/02/2021	110	750	407	202	9	267	196	6	269	240
01/03/2021	142	342	354	230	12	259	181	4	226	157
01/04/2021	135	266	333	205	11	210	220	8	276	156
01/05/2021	115	675	376	189	10	254	218	5	253	244
01/06/2021	131	641	330	151	8	198	221	4	252	191
01/07/2021	133	607	332	193	5	243	227	5	251	189
01/08/2021	139	691	332	151	10	252	217	4	251	206
01/09/2021	140	296	410	152	9	238	223	5	315	192
01/10/2021	110	460	353	199	10	242	232	8	297	215
01/11/2021	143	425	382	229	8	224	156	7	301	248
01/12/2021	86	387	402	229	5	212	227	4	227	196
01/01/2022	82	561	401	248	7	271	249	8	308	169
01/02/2022	101	629	356	236	8	232	224	5	242	180
01/03/2022	141	436	331	233	9	196	245	7	278	178
01/04/2022	104	303	348	206	10	240	250	5	288	241
01/05/2022	147	338	383	249	9	219	162	4	273	225
01/06/2022	128	648	329	151	8	273	241	4	256	156
01/07/2022	123	739	426	238	10	237	245	4	291	250
01/08/2022	152	494	425	157	5	277	228	7	263	198
01/09/2022	109	596	419	210	8	278	214	4	278	241
01/10/2022	97	743	371	169	11	193	249	6	238	214
01/11/2022	117	470	377	173	8	259	202	6	223	165
01/12/2022	123	490	423	175	7	217	234	5	308	230
01/01/2023	99	698	416	188	8	279	178	7	309	224
01/02/2023	118	560	359	200	7	251	179	7	268	245
01/03/2023	153	331	395	170	6	224	242	4	289	237
01/04/2023	137	743	422	187	11	212	158	5	267	226
01/05/2023	82	313	422	222	9	268	242	6	219	152
01/06/2023	108	500	391	184	12	226	217	7	245	161
01/07/2023	120	741	383	160	11	280	192	8	224	182
01/08/2023	126	271	379	179	10	213	156	5	251	203
01/09/2023	149	380	343	171	6	188	240	8	280	219
01/10/2023	134	583	362	185	6	243	212	6	277	159
01/11/2023	111	362	329	199	10	239	207	8	229	227
01/12/2023	141	453	376	163	12	233	182	8	239	212
01/01/2024	149	289	359	248	9	204	161	4	270	156
المجموع	5960	24231	18373	9737	426	11506	10314	285	12985	9999
المتوسط	238.4	969.24	734.92	389.48	17.04	460.24	412.56	11.4	519.4	399.96

الجدول (١) يبين ان إجمالي حالات أمراض القلب والأوعية الدموية في قضاء الحلة خلال الفترة من ٢٠٢٠ إلى ٢٠٢٤ بلغ مستويات مرتفعة، حيث تصدر ارتفاع ضغط الدم القائمة بإجمالي 24,231 حالة ومتوسط شهري 969.24 حالة، مما يعكس عبئاً صحياً كبيراً مرتبطاً بنمط الحياة غير الصحي. يليه الذبحة الصدرية بإجمالي 18,373 حالة ومتوسط شهري 734.92 حالة، ثم اضطراب ضربات القلب بإجمالي 11,506 حالة ومتوسط 460.24 حالة شهرياً، مما يشير إلى مشاكل شائعة في نظم القلب. أما عجز القلب فسجل 9,737 حالة بمتوسط شهري 389.48

حالة، بينما بلغ احتشاء عضلة القلب إجمالي 9,999 حالة ومتوسط 399.96 حالة شهرياً، مما يعكس تأثير عوامل الخطر المزمنة. تصلب الشرايين التاجية سجل 5,960 حالة بمتوسط 238.4 حالة شهرياً، وهو مؤشر على تزايد أمراض الشرايين. من جهة أخرى، سجلت أمراض الأوعية الدموية المحيطية إجمالي 10,314 حالة بمتوسط 412.56 حالة شهرياً، بينما بلغت حالات التهاب عضلة القلب 426 حالة فقط بمتوسط شهري 17.04 حالة، وأمراض الشريان الأبهر سجلت 285 حالة بمتوسط 11.4 حالة شهرياً، مما يجعلها من الأمراض الأقل شيوعاً.



شكل (٨) امراض القلب والاعوية الدموية في قضاء الحلة من سنة ٢٠٢٠ ولغاية ٢٠٢٤

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية

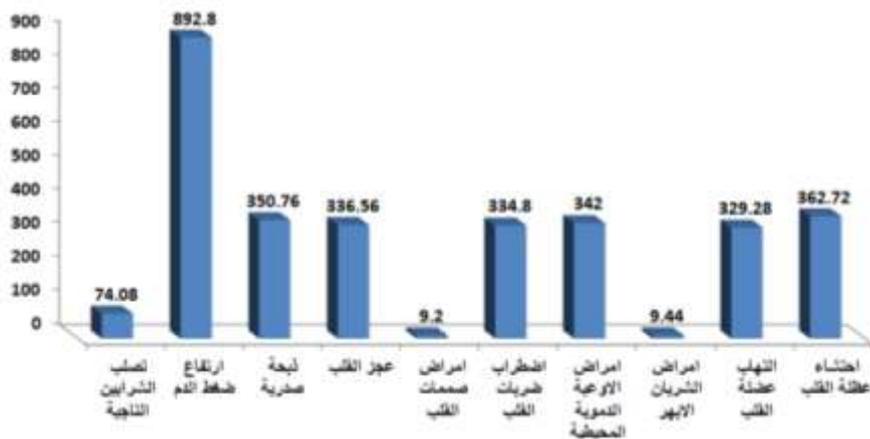
التلوث البيئي وعلاقته بأمراض القلب والاعوية الدموية في ظل البيئة الضبابية

مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية الأساسية – جامعة بابل

جدول (٩) امراض القلب والاعوية الدموية في قضاء الهاشمية من سنة ٢٠٢٠ ولغاية ٢٠٢٤

التاريخ	تصلب الشرايين التاجية	ارتفاع ضغط الدم	ثبحة صدرية	عجز القلب	امراض صمامات القلب	اضطراب منقبضات القلب	امراض الاعوية الدموية المحيطية	امراض الشريان الابهر	التهاب عضلة القلب	احتشاء عظمة القلب
01/01/2020	44	448	181	216	5	177	153	5	125	135
01/02/2020	13	415	197	182	1	151	158	3	183	168
01/03/2020	24	216	209	146	2	132	206	4	149	136
01/04/2020	31	309	210	166	7	170	199	4	151	209
01/05/2020	32	351	157	193	7	212	198	6	137	213
01/06/2020	20	386	150	193	6	162	152	7	157	231
01/07/2020	24	466	167	144	4	158	171	7	141	208
01/08/2020	30	535	200	222	8	174	194	6	172	189
01/09/2020	43	619	138	180	4	161	140	3	206	175
01/10/2020	44	564	149	221	7	137	122	3	142	229
01/11/2020	72	220	197	130	6	177	171	3	207	223
01/12/2020	49	674	196	183	1	144	145	7	205	170
01/01/2021	26	310	138	179	2	168	210	6	218	182
01/02/2021	40	711	211	175	5	203	160	5	172	221
01/03/2021	36	303	158	203	8	195	145	3	129	138
01/04/2021	19	227	137	178	7	146	184	7	179	137
01/05/2021	11	636	180	162	6	190	182	4	156	225
01/06/2021	51	602	134	124	4	134	185	3	155	172
01/07/2021	37	568	136	166	1	179	191	4	154	170
01/08/2021	36	652	136	124	6	188	181	3	154	187
01/09/2021	2	257	214	125	5	174	187	4	218	173
01/10/2021	47	421	157	172	6	178	196	7	200	196
01/11/2021	69	386	186	202	4	160	120	6	204	229
01/12/2021	7	348	206	202	1	148	191	3	130	177
01/01/2022	51	522	205	221	3	207	213	7	211	150
01/02/2022	70	590	160	209	4	168	188	4	145	161
01/03/2022	52	397	135	206	5	132	209	6	181	159
01/04/2022	39	264	152	179	6	176	214	4	191	222
01/05/2022	31	299	187	222	5	155	126	3	176	206
01/06/2022	27	609	133	124	4	209	205	3	159	137
01/07/2022	25	700	230	211	6	173	209	3	194	231
01/08/2022	54	455	229	130	1	213	192	6	166	179
01/09/2022	2	557	223	183	4	214	178	3	181	222
01/10/2022	51	704	175	142	7	129	213	5	141	195
01/11/2022	64	431	181	146	4	195	166	5	126	146
01/12/2022	44	451	227	148	3	153	198	4	211	211
01/01/2023	40	659	220	161	4	215	142	6	212	205
01/02/2023	51	521	163	173	3	187	143	6	171	226
01/03/2023	60	292	199	143	2	160	206	3	192	218
01/04/2023	23	704	226	160	7	148	122	4	170	207
01/05/2023	52	274	226	195	5	204	206	5	122	133
01/06/2023	59	461	195	157	8	162	181	6	148	142
01/07/2023	28	702	187	133	7	216	156	7	127	163
01/08/2023	3	232	183	152	6	149	120	4	154	184
01/09/2023	57	341	147	144	2	124	204	7	183	200
01/10/2023	57	544	166	158	2	179	176	5	180	140
01/11/2023	8	323	133	172	6	175	171	7	132	208
01/12/2023	64	414	180	136	8	169	146	7	142	193
01/01/2024	33	250	163	221	5	140	125	3	173	137
المجموع	1852	22320	8769	8414	230	8370	8550	236	8232	9068
المتوسط	74.08	892.8	350.76	336.56	9.2	334.8	342	9.44	329.28	362.72

من جدول (٩) يتبين ان إجمالي حالات أمراض القلب والأوعية الدموية في المنطقة بلغ مستويات مرتفعة، إذ أظهرت القيم أن ارتفاع ضغط الدم كان الأكثر شيوعاً بين أمراض القلب والأوعية الدموية بإجمالي ٢٢,٣٢٠ حالة ومتوسط شهري ٨٩٢,٨ حالة، مما يعكس تأثير العوامل المرتبطة بنمط الحياة غير الصحي. تبعته الذبحة الصدرية بإجمالي ٨,٧٦٩ حالة ومتوسط شهري ٣٥٠,٧٦ حالة، ما يشير إلى انتشار مشاكل نقص التروية القلبية. اضطراب ضربات القلب سجل ٨,٣٧٠ حالة بمتوسط شهري ٣٣٤,٨ حالة، بينما عجز القلب بلغ ٨,٤١٤ حالة بمتوسط ٣٣٦,٥٦ حالة شهرياً، مما يظهر شيوع الأمراض التي تؤثر على وظائف القلب. احتشاء عضلة القلب جاء بإجمالي ٩,٠٦٨ حالة ومتوسط ٣٦٢,٧٢ حالة شهرياً، مما يعكس أثر عوامل الخطر المزمنة مثل ارتفاع الكوليسترول. أما تصلب الشرايين التاجية فقد سجل ١,٨٥٢ حالة بمتوسط شهري ٧٤,٠٨ حالة، وهو مؤشر على تزايد أمراض الشرايين. أمراض الأوعية الدموية المحيطية سجلت ٨,٥٥٠ حالة بمتوسط ٣٤٢ حالة شهرياً، بينما جاءت الأمراض الأقل شيوعاً مثل التهاب عضلة القلب بـ ٨,٢٣٢ حالة ومتوسط شهري ٣٢٩,٢٨ حالة، وأمراض الشريان الأبهر بـ ٢٣٦ حالة فقط بمتوسط ٩,٤٤ حالة شهرياً، مما يعكس ندرتها النسبية.



شكل (٩) أمراض القلب والأوعية الدموية في قضاء الهاشمية من سنة ٢٠٢٠ ولغاية ٢٠٢٤

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية

التلوث البيئي وعلاقته بأمراض القلب والاعوية الدموية في ظل البيئة الضبابية

مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية الأساسية – جامعة بابل

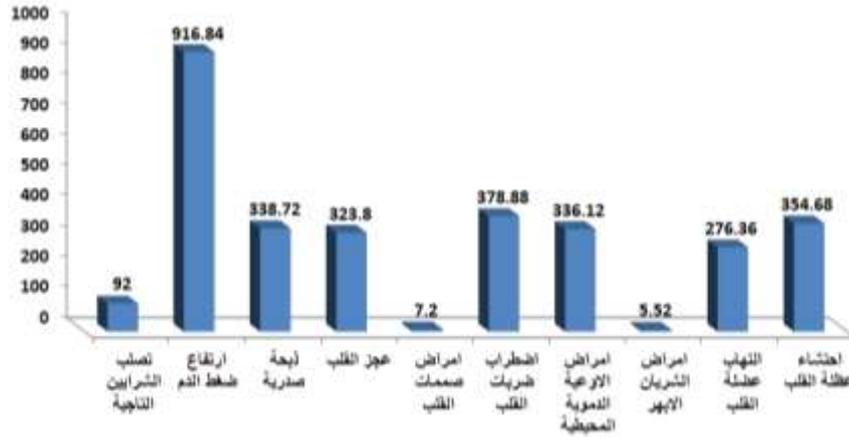
جدول (١٠) امراض القلب والاعوية الدموية في ناحية الاسكندرية من سنة ٢٠٢٠ ولغاية ٢٠٢٤

التاريخ	تصلب الشرايين التاجية	ارتفاع ضغط الدم	ذبحة صدرية	عجز القلب	امراض صمغيات القلب	اضطراب ضربات القلب	امراض الاعوية الدموية المحيطية	امراض الشريان الاكبر	التهاب عضلة القلب	احتشاء عضلة القلب
01/01/2020	52	455	173	210	3	189	150	3	98	131
01/02/2020	68	429	191	176	0	174	155	1	156	164
01/03/2020	75	230	203	140	1	146	203	2	122	130
01/04/2020	53	332	204	160	6	193	196	2	124	205
01/05/2020	30	364	151	187	6	232	195	4	110	209
01/06/2020	61	399	144	187	5	185	149	5	130	227
01/07/2020	14	469	161	138	3	181	168	5	114	204
01/08/2020	41	548	194	216	7	197	191	4	145	185
01/09/2020	74	632	132	174	3	184	137	1	179	171
01/10/2020	42	577	143	211	6	160	119	1	115	225
01/11/2020	32	233	191	124	5	200	168	1	180	219
01/12/2020	50	687	190	177	0	167	142	5	178	166
01/01/2021	76	323	132	173	1	191	207	4	191	178
01/02/2021	75	724	205	169	4	226	157	3	145	215
01/03/2021	44	316	152	179	7	218	142	1	102	134
01/04/2021	13	240	131	172	6	169	181	5	152	133
01/05/2021	35	649	174	156	5	213	179	2	129	221
01/06/2021	82	615	128	118	3	157	182	1	128	168
01/07/2021	76	581	130	160	0	202	188	2	127	166
01/08/2021	76	665	130	118	5	211	178	1	127	183
01/09/2021	61	270	208	119	4	197	184	2	191	169
01/10/2021	35	435	151	166	5	201	193	5	173	192
01/11/2021	15	400	180	196	3	183	117	4	177	225
01/12/2021	75	362	200	196	0	171	188	1	103	173
01/01/2022	65	536	199	215	2	230	210	5	184	146
01/02/2022	64	604	154	203	3	191	185	2	118	157
01/03/2022	22	411	129	200	4	155	206	4	154	155
01/04/2022	71	278	146	173	5	199	211	2	164	218
01/05/2022	37	310	181	216	4	178	123	1	149	202
01/06/2022	76	620	127	118	3	232	202	1	132	133
01/07/2022	13	711	224	205	5	196	206	1	167	227
01/08/2022	14	466	223	124	0	236	189	4	139	175
01/09/2022	25	568	217	177	3	237	175	1	154	218
01/10/2022	15	715	169	136	6	152	210	3	114	191

142	99	3	163	218	3	140	175	442	46	01/11/2022
207	184	2	195	176	2	142	221	462	71	01/12/2022
201	185	4	139	238	3	155	214	670	42	01/01/2023
222	144	4	140	210	2	167	157	532	14	01/02/2023
214	165	1	203	183	1	137	193	303	70	01/03/2023
203	143	2	119	171	6	154	220	715	23	01/04/2023
129	95	3	203	227	4	189	220	285	49	01/05/2023
138	121	4	178	185	7	151	189	472	64	01/06/2023
159	100	5	153	239	6	127	181	713	25	01/07/2023
180	127	2	117	172	5	146	177	243	35	01/08/2023
196	156	5	201	147	1	138	141	352	62	01/09/2023
136	153	3	173	202	1	152	160	555	22	01/10/2023
204	105	5	168	198	5	166	127	334	19	01/11/2023
189	115	5	143	192	7	130	174	425	26	01/12/2023
132	146	1	122	161	4	212	152	264	75	01/01/2024
8867	6909	138	8403	9472	180	8095	8468	22921	2300	المجموع
354.68	276.36	5.52	336.12	378.88	7.2	323.8	338.72	916.84	92	المتوسط

يشير الجدول (١٠) إلى احصاءات أمراض القلب والأوعية الدموية في ناحية الإسكندرية من عام ٢٠٢٠ حتى ٢٠٢٤، حيث تم تسجيل 22,921 حالة ارتفاع ضغط الدم، مما يشير إلى كونها المشكلة الأكثر شيوعاً، بمعدل شهري يقارب 917 حالة. يليها تصلب الشرايين التاجية بعدد 2300 حالة وبمعدل شهري 92 حالة، مما يعكس تأثير العوامل المسببة لتضيق الشرايين. حالات الذبحة الصدرية بلغت 8,468 حالة بمعدل شهري 339 حالة، ما يظهر تكراراً لهذه المشكلة كأحد مضاعفات تصلب الشرايين. أما عجز القلب، فقد سجل 8,095 حالة بمعدل 324 حالة شهرياً، مما يدل على ارتباط وثيق بينه وبين الحالات الأخرى مثل ارتفاع ضغط الدم. الأمراض المرتبطة بصمامات القلب كانت الأقل شيوعاً بين الأمراض المسجلة، بعدد 180 حالة فقط على مدى ٥ سنوات، بمعدل 7 حالات شهرياً، بينما سجلت اضطرابات ضربات القلب 9,472 حالة بمعدل 379 حالة شهرياً، ما يعكس انتشاراً ملحوظاً لهذه المشكلة. أما أمراض الأوعية الدموية المحيطية فقد سجلت 8,403 حالة بمعدل شهري يقارب 336 حالة، مما يعكس دورها الكبير في التأثير على صحة المرضى. كما سجلت أمراض الشريان الأبهر 138 حالة فقط بمعدل منخفض 6 حالات شهرياً، وهو العدد الأدنى بين جميع الأمراض المدرجة. التهابات عضلة القلب كانت بارزة نسبياً، حيث بلغ عدد الحالات 6,909 معدل شهري 276 حالة. وأخيراً، سجل احتشاء عضلة

القلب 8,867 حالة بمعدل 355 حالة شهرياً، مما يوضح خطورة هذه المشكلة وعلاقتها بالعوامل القلبية الأخرى.



شكل (١٠) امراض القلب والاعوية الدموية في ناحية الاسكندرية من سنة ٢٠٢٠ ولغاية ٢٠٢٤

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١)

المبحث الثالث

تحليل علاقة الارتباط والتأثير بين التلوث البيئي والاصابات بامراض القلب والاعوية الدموية

يُعدّ التلوث البيئي من أبرز التحديات التي تواجه العالم في العصر الحديث، حيث تتعدد مصادره وتتنوع تأثيراته السلبية على صحة الإنسان. من بين الآثار الصحية الأكثر إثارة للقلق هو تأثير التلوث البيئي على صحة القلب والأوعية الدموية، حيث تشير العديد من الدراسات إلى وجود ارتباط وثيق بين التعرض للملوثات البيئية، مثل تلوث الهواء والجسيمات الدقيقة والغازات السامة، وزيادة معدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. تتبع أهمية تحليل علاقة الارتباط والتأثير بين التلوث البيئي وأمراض القلب من الحاجة إلى فهم العوامل التي تسهم في زيادة مخاطر هذه الأمراض. يُعتبر تلوث الهواء على وجه الخصوص، بما يشمل من جسيمات دقيقة (PM2.5) و (PM10) وأكاسيد النيتروجين والكربون، من العوامل المسببة للالتهابات المزمنة واضطرابات الأوعية الدموية، مما يزيد من احتمالية الإصابة بأمراض مثل ارتفاع ضغط الدم، تصلب الشرايين، والنوبات القلبية. يهدف هذا التحليل إلى دراسة العلاقة السببية بين مستويات التلوث البيئي ومعدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية باستخدام معامل الارتباط بيرسون وكانت النتائج كالآتي:

جدول (١١) مصفوفة الارتباط بين عوامل التلوث البيئي ومعدل الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية

أمراض ملوثات	تصلب الشرايين التاجية	ارتفاع ضغط الدم	ذبحة صدرية	عجز القلب	أمراض صمامات القلب	اضطراب ضربات القلب	أمراض الأوعية الدموية المحيطة	أمراض الشريان الأبهر	التهاب عضلة القلب	احتشاء عضلة القلب
PM2.5 (الجسيمات الدقيقة)	0.81	0.85	0.82	0.90	0.83	0.87	0.86	0.84	0.81	0.89
PM10 (الجسيمات الدقيقة)	0.85	0.78	0.79	0.86	0.81	0.85	0.84	0.82	0.78	0.87
أكاسيد النيتروجين (NOx)	0.82	0.79	0.88	0.84	0.76	0.8	0.79	0.77	0.74	0.83
ثاني أكسيد الكبريت (SO2)	0.9	0.86	0.84	0.70	0.79	0.84	0.82	0.8	0.75	0.85
الأوزون الأرضي	0.83	0.81	0.76	0.79	0.90	0.83	0.8	0.79	0.76	0.82
الكربون الأسود	0.87	0.85	0.8	0.84	0.83	0.89	0.87	0.85	0.8	0.9
درجات الحرارة القصى	0.86	0.84	0.79	0.82	0.8	0.87	0.77	0.76	0.73	0.81
الرطوبة العالية	0.77	0.72	0.78	0.67	0.71	0.75	0.76	0.56	0.54	0.66
الضوضاء البيئية	0.81	0.90	0.74	0.75	0.76	0.86	0.73	0.78	0.90	0.86

من خلال نتائج جدول (١١) يتبين ما يأتي:

١. تُظهر الجسيمات الدقيقة PM2.5 تأثيرًا قويًا على صحة القلب والأوعية الدموية، حيث ترتبط بزيادة مخاطر تصلب الشرايين التاجية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨١)، وارتفاع ضغط الدم (٠,٨٥)، والذبحة الصدرية (٠,٨٢). كما تؤثر بشكل كبير على عجز القلب بمعامل ارتباط بلغ (٠,٩٠) واضطراب ضربات القلب (٠,٨٧) وأمراض صمامات القلب (٠,٨٣)، مما يجعلها واحدة من أكثر الملوثات تأثيرًا سلبيًا على هذه الأمراض. علاوة على ذلك، تُظهر هذه الجسيمات علاقة واضحة مع أمراض الأوعية الدموية المحيطة (٠,٨٦)،

وأعراض الشريان الأبهر (٠,٨٤)، والتهاب عضلة القلب (٠,٨١)، واحتشاء عضلة القلب (٠,٨٩).

٢. الجسيمات الدقيقة PM10 أيضًا ترتبط بزيادة مخاطر تصلب الشرايين التاجية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٥)، وارتفاع ضغط الدم (٠,٧٨)، والذبحة الصدرية (٠,٧٩)، لكن تأثيرها أقل نسبيًا مقارنة بـ PM2.5. تظهر علاقة بين PM10 وعجز القلب بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٦)، بالإضافة إلى ارتباطها بأمراض صمامات القلب (٠,٨١) واضطراب ضربات القلب (٠,٨٥). كما تؤثر على أمراض الأوعية الدموية المحيطية (٠,٨٤)، وأمراض الشريان الأبهر (٠,٨٢)، والتهاب عضلة القلب (٠,٧٨)، مع وجود علاقة ملحوظة باحتشاء عضلة القلب (٠,٨٧).

٣. أكاسيد النيتروجين (NOx) لها تأثير ملحوظ على الذبحة الصدرية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٨)، واضطراب ضربات القلب (٠,٨٠)، وعجز القلب (٠,٨٤). كما ترتبط بتصلب الشرايين التاجية (٠,٨٢)، وارتفاع ضغط الدم (٠,٧٩)، مع تأثير أقل نسبيًا على أمراض صمامات القلب (٠,٧٦) والأوعية الدموية المحيطية (٠,٧٩). تؤثر أكاسيد النيتروجين أيضًا على أمراض الشريان الأبهر (٠,٧٧) والتهاب عضلة القلب (٠,٧٤)، ما يشير إلى دورها في زيادة مخاطر هذه الحالات. كما تتأثر احتشاء عضلة القلب بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٣).

٤. ثاني أكسيد الكبريت (SO2) يُظهر تأثيرًا واضحًا على تصلب الشرايين التاجية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٩٠)، وارتفاع ضغط الدم (٠,٨٦)، والذبحة الصدرية (٠,٨٤)، لكنه يؤثر بدرجة أقل على عجز القلب (٠,٧٠) مقارنة بالملوثات الأخرى. يرتبط ثاني أكسيد الكبريت أيضًا باضطراب ضربات القلب (٠,٨٤)، وأمراض الأوعية الدموية المحيطية (٠,٨٢)، مع تأثير ملحوظ على التهاب عضلة القلب (٠,٧٥) واحتشاء عضلة القلب (٠,٨٥).

٥. الأوزون الأرضي يرتبط بتفاقم تصلب الشرايين التاجية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٣)، وارتفاع ضغط الدم (٠,٨١)، والذبحة الصدرية (٠,٧٦). كما يؤثر على عجز القلب بمعامل ارتباط بلغ (٠,٧٩)، وله ارتباط قوي بأمراض صمامات القلب (٠,٩٠) واضطراب ضربات القلب (٠,٨٣). بالإضافة إلى ذلك، يُظهر ارتباطًا مع أمراض الأوعية الدموية المحيطية (٠,٨٠)، وأمراض الشريان الأبهر (٠,٧٩)، والتهاب عضلة القلب (٠,٧٦). تأثيره على احتشاء عضلة القلب يظهر بمعامل ارتباط (٠,٨٢).

٦. الكربون الأسود يُعتبر من أكثر الملوثات تأثيرًا على أمراض القلب والأوعية الدموية، حيث يرتبط بزيادة مخاطر تصلب الشرايين التاجية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٧)، واضطراب ضربات القلب (٠,٨٩)، واحتشاء عضلة القلب (٠,٩٠). كما يؤثر على ارتفاع ضغط الدم (٠,٨٥)، والذبحة الصدرية (٠,٨٠)، وعجز القلب (٠,٨٤). يُظهر الكربون الأسود تأثيرًا ملحوظًا على الأوعية الدموية المحيطية (٠,٨٧)، وأمراض الشريان الأبهر (٠,٨٥)، والتهاب عضلة القلب (٠,٨٠).

٧. درجات الحرارة القصوى ترتبط بتصلب الشرايين التاجية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٦)، وارتفاع ضغط الدم (٠,٨٤)، والذبحة الصدرية (٠,٧٩). كما تؤثر على عجز القلب (٠,٨٢)، واضطراب ضربات القلب (٠,٨٧)، مع ارتباط بأمراض الأوعية الدموية المحيطية (٠,٧٧) والشريان الأبهر (٠,٧٦). يظهر تأثيرها أقل وضوحًا على التهاب عضلة القلب (٠,٧٣)، لكنها تؤثر على احتشاء عضلة القلب بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨١).
٨. الرطوبة العالية تُظهر علاقة أقل قوة مقارنة بالملوثات الأخرى، لكنها ترتبط بتفاقم تصلب الشرايين التاجية بمعامل ارتباط بلغ (٠,٧٧)، وارتفاع ضغط الدم (٠,٧٢)، والذبحة الصدرية (٠,٧٨). تؤثر أيضًا على عجز القلب (٠,٦٧)، واضطراب ضربات القلب (٠,٧٥)، مع تأثير على الأوعية الدموية المحيطية (٠,٧٦)، والشريان الأبهر (٠,٥٦)، والتهاب عضلة القلب (٠,٥٤). يظهر تأثيرها على احتشاء عضلة القلب بمعامل ارتباط بلغ (٠,٦٦).

٩. الضوضاء البيئية لها تأثير قوي على ارتفاع ضغط الدم بمعامل ارتباط بلغ (٠,٩٠)، والذبحة الصدرية (٠,٧٤)، وتصلب الشرايين التاجية (٠,٨١). تؤثر أيضًا على اضطراب ضربات القلب (٠,٨٦)، والأوعية الدموية المحيطية (٠,٧٣)، مع تأثير على الشريان الأبهر (٠,٧٨) والتهاب عضلة القلب (٠,٩٠). كما تتأثر احتشاء عضلة القلب بمعامل ارتباط بلغ (٠,٨٦).

تشير هذه النتائج إلى أن الملوثات البيئية المختلفة لها تأثيرات خطيرة ومتعددة الجوانب على صحة القلب والأوعية الدموية. تُظهر الجسيمات الدقيقة (PM2.5) و (PM10) أعلى تأثيرات مقارنة بالملوثات الأخرى، حيث ترتبط بزيادة مخاطر تصلب الشرايين، وارتفاع ضغط الدم، واضطرابات ضربات القلب، واحتشاء عضلة القلب. يُعزى ذلك إلى قدرتها على التغلغل العميق داخل الرئتين والوصول إلى الدورة الدموية، مما يسبب التهابات مزمنة وإجهادًا تأكسديًا. أكاسيد

النيتروجين (NO_x) وثنائي أكسيد الكبريت (SO_2) يظهران تأثيرات ملحوظة على اضطرابات ضربات القلب، الذبحة الصدرية، والتهاب عضلة القلب، مع دور كبير في زيادة الضغط على عضلة القلب بسبب تضيق الأوعية الناتج عن الالتهاب المزمن. أما الأوزون الأرضي، فيُسهم بشكل واضح في تلف الخلايا والإجهاد التأكسدي، مما يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم واضطرابات ضربات القلب. الكربون الأسود يُعتبر من أخطر الملوثات نظرًا لتأثيره الواسع والقوي على جميع أمراض القلب المدرجة، مما يجعله عاملاً رئيسياً في تسريع تقدم أمراض القلب المزمنة. في المقابل، تظهر التغيرات المناخية مثل درجات الحرارة القصوى والرطوبة العالية تأثيرات إضافية، حيث تزيد من العبء الحراري والإجهاد على القلب، مما يؤدي إلى تفاقم الحالات المزمنة مثل عجز القلب واضطرابات ضربات القلب. الضوضاء البيئية، على الرغم من كونها غير مادية، تُظهر تأثيرًا ملحوظًا على ارتفاع ضغط الدم واضطرابات ضربات القلب نتيجة الإجهاد النفسي والجسدي الذي تسببه، مما يشير إلى أهمية النظر إليها كعامل بيئي مؤثر.

من ذلك نستنتج وجود علاقة قوية بين التعرض للملوثات البيئية وزيادة مخاطر أمراض القلب والأوعية الدموية. الالتهاب المزمن، الإجهاد التأكسدي، وتأثيرات الإجهاد الحراري والنفسي تُعتبر الآليات الرئيسية التي تساهم في هذه التأثيرات. تشير هذه النتائج إلى ضرورة تطبيق سياسات بيئية أكثر شدة لتقليل التعرض لهذه الملوثات، مع التركيز على تعزيز الوعي العام حول تأثير البيئة على صحة القلب والأوعية الدموية.

ولغرض بيان تأثير كل ملوث على معدل الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية تم استعمال نموذج الانحدار الخطي المتعدد لبيان ذلك كما في جدول (١٢) :

جدول (١٢) نتائج تحليل الانحدار المتعدد

الملوثات	معامل الانحدار	الخطأ المعياري	t	Sig.
Const.	3.034	0.542	5.600	0.000
(الجسيمات الدقيقة) PM2.5	2.150	0.172	12.536	0.000
(الجسيمات الدقيقة) PM10	2.190	0.152	14.443	0.000
أكاسيد النيتروجين (NO_x)	1.145	0.158	7.271	0.000
ثنائي أكسيد الكبريت (SO_2)	2.352	0.172	13.691	0.000
الأوزون الأرضي	1.355	0.159	8.504	0.000
الكربون الأسود	5.088	0.166	30.613	0.000
درجات الحرارة القصوى	2.008	0.186	10.791	0.000
الرطوبة العالية	1.095	0.158	6.920	0.000
الضوضاء البيئية	2.006	0.147	13.625	0.000

يشير الجدول (١٢) إلى أن جميع الملوثات المدرجة في الدراسة لها تأثير دال إحصائيًا على معدل الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. ويعد الكربون الأسود يُعتبر الملوث الأكثر خطورة، حيث يؤدي ارتفاع تركيزه بوحدة واحدة إلى زيادة معدل الإصابة بـ ٥,٠٨٨ وحدة، مما يشير إلى تأثيره الحاد على الصحة القلبية. الجسيمات الدقيقة PM10 تأتي في المرتبة الثانية بتأثير يبلغ ٢,١٩ وحدة لكل وحدة زيادة في تركيزها، تليها الجسيمات الدقيقة PM2.5 التي ترتبط بزيادة قدرها ٢,١٥ وحدة، مما يعكس خطورة التلوث الناتج عن هذه الجسيمات على صحة القلب والأوعية الدموية. ثاني أكسيد الكبريت (SO2) له تأثير كبير أيضًا، حيث يؤدي ارتفاع تركيزه إلى زيادة بمعدل الإصابة تبلغ ٢,٣٥٢ وحدة، مما يبرز دوره كملوث رئيسي يجب الانتباه إليه. الضوضاء البيئية ودرجات الحرارة القصوى لهما تأثير مشابه تقريبًا، حيث ترتبط زيادتهما بارتفاع معدل الإصابة بـ ٢,٠٠٦ و ٢,٠٠٨ وحدة على التوالي، مما يُظهر دور الضوضاء والمناخ في التأثير على الصحة. الأوزون الأرضي وأكاسيد النيتروجين (NOx) يظهر تأثيرًا أقل قوة مقارنةً بالملوثات السابقة، حيث ترتبط زيادتهما بارتفاع معدلات الإصابة بـ ١,٣٥٥ و ١,١٤٥ وحدة على التوالي، لكن تأثيرهما لا يزال دالًا إحصائيًا. أخيرًا، الرطوبة العالية تُعد الأقل تأثيرًا بين العوامل المدروسة، حيث ترتبط زيادتها بارتفاع بمعدل الإصابة يبلغ ١,٠٩٥ وحدة فقط، لكنها لا تزال تُعتبر ملوثًا ذا تأثير دال إحصائيًا.

نستنتج من ذلك أنه يُظهر الكربون الأسود، والجسيمات الدقيقة (PM10) و (PM2.5)، وثاني أكسيد الكبريت التأثير الأكبر على معدل الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، مما يبرز الحاجة إلى تبني إجراءات للحد من انبعاثاتها لحماية الصحة العامة.

الاستنتاجات:

١- يوجد ارتباطًا قويًا بين الملوثات البيئية، ومعدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. هذه العلاقة تسلط الضوء على خطورة التعرض المزمن لهذه الملوثات.

٢- هنالك تأثير كبير للكربون الأسود والجسيمات الدقيقة على معدلات الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية

٣- يؤدي التعرض المستمر للملوثات مثل أكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت إلى التهابات في الأوعية الدموية وإجهاد تأكسدي يزيد من خطر الإصابة بأمراض القلب المزمنة.

٤- درجات الحرارة القصوى والرطوبة العالية تؤدي إلى إجهاد حراري واضطرابات

٥- أن المناطق التي تشهد مستويات تلوث عالية تسجل معدلات إصابة مرتفعة بأمراض القلب والاعوية الدموية.

٦- تلوث الهواء يساهم في حدوث التهابات مزمنة واضطرابات في وظائف القلب

التوصيات:

١- ضرورة تطبيق إجراءات فورية للحد من التلوث البيئي، مثل تقليل انبعاثات المصانع والمركبات، وزيادة التوعية بأثر التلوث على الصحة القلبية.

٢- طوير وتنفيذ قوانين صارمة للحد من انبعاثات الملوثات الهوائية مثل الكربون الأسود والجسيمات الدقيقة (PM10) و (PM2.5) وأكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت من المصادر الصناعية والمركبات

٣- جيع استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح للحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري الذي يُعد المصدر الرئيسي للتلوث.

٤- انشاء محطات مراقبة ملوثات الهواء في المناطق الأكثر تلوثاً وتحليل البيانات بانتظام لتحديد الإجراءات المناسبة للحد من تأثير الملوثات

٥- زيادة زراعة الأشجار في المدن والضواحي لتحسين جودة الهواء، حيث تسهم النباتات في امتصاص الملوثات وتقليل الإجهاد البيئي.

٦- إطلاق حملات توعية تستهدف المجتمعات الأكثر تعرضاً للتلوث لتوضيح تأثير الملوثات البيئية على الصحة وكيفية الحد من المخاطر من خلال تغييرات في نمط الحياة.

٧- الاستثمار في البنية التحتية لوسائل النقل العامة النظيفة الحافلات الصديقة للبيئة، وتشجيع استخدام الدراجات والمشى.

٨- دعم الأبحاث حول العلاقة بين التلوث البيئي وأمراض القلب لتطوير حلول مبتكرة لمعالجة المشكلة، بما في ذلك تحسين أنظمة الرعاية الصحية.

٩- توفير خدمات صحية مخصصة للكشف المبكر عن أمراض القلب المرتبطة بالتلوث، مع التركيز على المجتمعات القريبة من مصادر التلوث البيئي.

المصادر:

١. الياسري، كفاية حسن ميثم ، تلوث وتردي التربة في قضاء الحلة ، دراسة تحليلية في جغرافية البيئة ، رسالة ماجستير (غ-م) ، كلية التربية للعلوم الانسانية – جامعة بابل – ، ٢٠١٣، ص ١٧ ،
٢. (١) السروى، احمد، (٢٠١١)، " الملوثات الهوائية (المصادر -التأثير -التحكم والعلاج)"،دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع. الصفحات ٢٢٠-٢٢٥.
٣. (١) توتان ، كارولين ، (٢٠١٢)، "الهواء وتلوثه"، عويدات للطبع والنشر . عمان ، الاردن.

4. de Barros, Laécio Carvalho, Bassanezi, Rodney Carlos, Lodwick , Weldon Alexander, (2017), "A First Course in Fuzzy Logic, Fuzzy Dynamical Systems, and Biomathematics-Theory and Applications",© Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISSN 1434-9922 ISSN 1860-0808 (electronic), Studies in Fuzziness and Soft Computing .
5. Kwang H. Lee, (2004) , " First Course on Fuzzy Theory and Applications" , ISSN 16-15-3871, ISBN 3-540-22988-4 Springer ,Berlin Heidelberg NewYork, ppt:1-20
6. Danyaro , Kamaludden Usman; Jaafer , Jafrreezal ; Liew , Shahir, (2010), " Combability between fuzzy sets and crisp sets : a semantic web approach , selected TOPICS in education and educational technology , ISSN: 1792-5061, ISBN: 978-960-474-232-5, 240-244.
7. Rutkowski, Leszek , (2004), " Neuro – fuzzy system Structures, Learning and Performance Evaluation", Kluwer academic publishers , New-York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.
8. Chaira , Tamalika, (2019), "Fuzzy Set and Its Extension -The Intuitionistic Fuzzy Set", John Wiley & Sons, Inc.
9. T.S. Almeida et al., (2020), "Direct analysis of particulate matter (PM10) for the determination of Be, Cd and Pb using high resolution-continuum source electro thermal atomic absorption spectrometry: assessment of the potential correlation between analytic content and meteorological parameters), Spectrochim. Acta B At. Spectrosc.

- 10.Speranza , Antonio ; Caggiano, Rosa, (2023), " Meteorological variables and PM10 exceedance effect on aerosol particles in a low emission zone using compositional data analysis", Journal of Geochemical Exploratio, Volume 255.
- 11.J. Gu et al., (2022), "Low emission zones reduced PM10 but not NO2 concentrations in Berlin and Munich, Germany", J. Environ. Manage.
- 12.Eman M. Khalaf; Mohammad Javad Mohammadi; Sulistiyani Sulistiyani; Alexis Ramirez, (2024), " Effects of sulfur Reviews on Environmental Health 39(2). DOI:10.1515/reveh-2022-0237
- 13.Colette, A. et al., (2015), "Is the ozone climate penalty robust in Europe?", Environmental Research Letters 10(8), 084015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/084015>
- 14.Zhang , Hua ; Wang, Zhili, (2011), " Advances in the Study of Black Carbon Effects on Climate", Advances in Climate Change Research, Volume 2, Issue 1,, Pages 23-30
- 15.Giang, Pham Ngan ; Dung , Do Van ; Giang , Kim Bao ; Vinhc , Hac Van ; Rocklöv, Joacim , (2014), " The effect of temperature on cardiovascular disease hospital admissions among elderly people in Thai Nguyen Province, Vietnam", Glob Health Action, /gha.v7.23649. doi: 10.3402/gha.v7.23649
- 16.Gabriella Guarnieri ; Bianca Olivieri ; Gianenrico Senna ; Andrea Vianello, (2023), "Relative Humidity and Its Impact on the Immune System and Infections", Int J Mol Sci, . 29;24(11):9456. doi: 10.3390/ijms24119456.
- 17.Thomas Münzel ; Tommaso Gori ; Wolfgang Babisch ; Mathias Basner, (2014), " Cardiovascular effects of environmental noise exposure ", Eur Heart J, 1;35(13):829–836. doi: 10.1093/eurheartj/ehu030
- 18.WHO, (2024), " Air-Quality-Guidelines", www.c40knowledgehub.org.

(1) de Barros, Laécio Carvalho, Bassanezi, Rodney Carlos, Lodwick , Weldon Alexander, (2017), "A First Course in Fuzzy Logic, Fuzzy Dynamical Systems, and Biomathematics-Theory and Applications", © Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISSN 1434-9922 ISSN 1860-0808 (electronic), Studies in Fuzziness and Soft Computing .

(2) Kwang H. Lee, (2004) , " First Course on Fuzzy Theory and Applications" , ISSN 16-15-3871, ISBN 3-540-22988-4 Springer ,Berlin Heidelberg NewYork, ppt:1-20

(3) Danyaro , Kamaludden Usman; Jaafer , Jafreezal ; Liew , Shahir, (2010), " Combability between fuzzy sets and crisp sets : a semantic web approach , selected TOPICS in education and educational technology , ISSN: 1792-5061, ISBN: 978-960-474-232-5, 240-244.

(4) Rutkowski, Leszek , (2004), " Neuro – fuzzy system Structures, Learning and Performance Evaluation", Kluwer academic publishers , New-York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.

(5) Chaira , Tamalika, (2019), "Fuzzy Set and Its Extension -The Intuitionistic Fuzzy Set", John Wiley & Sons, Inc.

(٦) الياسري، كفاية حسن ميثم ، تلوث وتردي التربة في قضاء الحلة ، دراسة تحليلية في جغرافية البيئة ، رسالة ماجستير (غ-م) ، كلية التربية للعلوم الانسانية – جامعة بابل - ، ٢٠١٣، ص ١٧

(7) T.S. Almeida et al., (2020), "Direct analysis of particulate matter (PM10) for the determination of Be, Cd and Pb using high resolution-continuum source electro thermal atomic absorption spectrometry: assessment of the potential correlation between analytic content and meteorological parameters), Spectrochim. Acta B At. Spectrosc.

(٨) السروي، احمد، (٢٠١١)، " الملوثات الهوائية (المصادر-التأثير-التحكم والعلاج)"، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع. الصفحات ٢٢٠-٢٢٥.

(٩) توتان ، كارولين ، (٢٠١٢)، "الهواء وتلوثه"، عويدات للطبع والنشر . عمان ، الاردن.

(١٠) Speranza , Antonio ; Caggiano, Rosa, (2023), " Meteorological variables and PM10 exceedance effect on aerosol particles in a low emission zone using compositional data analysis", Journal of Geochemical Exploratio, Volume 255.

¹¹ J. Gu et al., (2022), "Low emission zones reduced PM10 but not NO2 concentrations in Berlin and Munich, Germany", J. Environ. Manage.

(12) Eman M. Khalaf; Mohammad Javad Mohammadi; Sulistiyani Sulistiyani; Alexis Ramirez, (2024), " Effects of sulfur Reviews on Environmental Health 39(2). DOI:10.1515/reveh-2022-0237

(13) Colette, A. et al., (2015), "Is the ozone climate penalty robust in Europe?", Environmental Research Letters 10(8), 084015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/084015>

(١٤) Zhang , Hua ; Wang, Zhili, (2011), " Advances in the Study of Black Carbon) Effects on Climate", Advances in Climate Change Research, Volume 2, Issue 1,, Pages 23-30

(15) Giang, Pham Ngan ; Dung , Do Van ; Giang , Kim Bao ; Vinhc , Hac Van ; Rocklöv, Joacim , (2014), " The effect of temperature on cardiovascular disease hospital admissions among elderly people in Thai Nguyen Province, Vietnam", Glob Health Action, /gha.v7.23649. doi: 10.3402/gha.v7.23649

(16) Gabriella Guarnieri ; Bianca Olivieri ; Gianenrico Senna ; Andrea Vianello, (2023), "Relative Humidity and Its Impact on the Immune System and Infections", Int J Mol Sci, . 29;24(11):9456. doi: 10.3390/ijms24119456.

(17) Thomas Münzel ; Tommaso Gori ; Wolfgang Babisch ; Mathias Basner, (2014), " Cardiovascular effects of environmental noise exposure ", Eur Heart J, 1;35(13):829–836. doi: 10.1093/eurheartj/ehu030

(18) WHO, (2024), " Air-Quality-Guidelines ", www.c40knowledgehub.org.