البحوث والدراسات

تلوث الهواء في منطقة أبها الحضرية (منطقة عسير - جنوب غربي المملكة العربية السعودية)

د. مرعي بن حسين القحطاني*

ملخص:

أجريت الدراسة الحالية "تلوث الهواء في أبها الحضرية" في منطقة عسير جنوب غربي المملكة العربية السعودية؛ حيث تشتمل المنطقة على مدن أبها، خميس مشيط، وأحد رفيدة، إضافة إلى ٣٤١ تجمعاً قروياً، تغطي مساحة قدرها ١٨٢٥ كم^{٢}، يعيش عليها ما يربو على ٨٠٠ ألف نسمة. وعلى الرغم من أهمية هذه المنطقة من الناحية السياحية والتجارية والخدمية، فإنها تعاني مشكلة تنامي مصادر التلوث، خاصة تلوث الهواء. وقد أسفر عن هذه الدراسة النتائج التالية:

١ - تؤكد الدراسة أن الثقافة البيئية لدى مجتمع المنطقة متدنية بشكل يستلزم تبني خطة عمل عاجلة لتثقيف المجتمع وتذكيره بواجباته نحو البيئة.

٢ - تشير النتائج إلى أن احتمالية تزايد ملوثات الهواء في منطقة الدراسة واردة ما لم يتم العمل على تقليص مصادره، وكخطوة أولى، توصي الدراسة بنقل مكبات النفايات ومحطات معالجة الصرف الصحي ومزارع الدواجن إلى أماكن مناسبة خارج منطقة الدراسة.

٣ - أن منطقة الدراسة تعاني تجريفاً غير مبرر للأراضي وبدرجة تفوق الحاجات التنموية. وتوصي الدراسة بضرورة الحد من ذلك التجريف والتوسع في أعمال التشجير المثبتة لحركة الرمال والأتربة.

* دكتوراه في الجغرافيا، جامعة هلل، المملكة المتحدة، عام ١٩٩٨م، أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك خالد، أبها، المملكة العربية السعودية.

٤ – **أن درجة تركيز بعض ملوثات الهواء في منطقة أبها الحضرية قد فاقت بعض المعايير العالمية، وأصبح هناك ضرورة لتدارك ذلك، والعمل على ضبط مصادر تلك الملوثات عند معدلاتها الآمنة بيئياً.**

٥ – **زيادة معدل الإصابة ببعض الأمراض التي يعتقد أن تلوث الهواء يساعد على انتشارها، مثل أمراض الجهاز التنفسي، وأمراض الحساسية، وأمراض الربو.**

مقدمة:

لو سئل عن مفهوم التلوث **(Pollution Sense)** قبل عقدين من الزمن لكانت الإجابة سريعة تقول: إنه القذارة والأوساخ وما تشمئز منه النفس من معنى مادي (عالم، ١٩٩٧م)، ولكن التلوث اليوم أخذ مفهوماً جديداً وجاء بمفردات ومصطلحات مبتكرة تهم البشرية عامة، مثل التوازن البيئي وتغير الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. ويمكن تعرف المفهوم الحالي للتلوث من خلال عرض عدد من آراء بعض الأكاديميين والمختصين بهذا الصدد في الأسطر التالية:

فقد عرف عبدالمقصود (١٩٩٨م) التلوث البيئي بأنه "إفساد المكونات البيئية، حيث تتحول هذه المكونات من عناصر مفيدة إلى عناصر ضارة (ملوثات) مما يفقدها الكثير من دورها في صنع الحياة".

أما الأعوج (١٩٩٩م) فيعرف التلوث بأنه "كل تغير يطرأ على الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ويؤثر سلباً على الكائن الحي أو على الموارد الطبيعية".

كما ورد في تعريف البنك الدولي للتلوث سنة ١٩٩٣م أنه "نتيجة للتكنولوجيات المستخدمة المؤدية إلى إضافة عناصر أو مواد بكميات كبيرة إلى الغلاف الهوائي أو الغلاف المائي أو الغلاف الأرضي بشكل يفوق قدرات هذه الأغلفة على احتواء هذه العناصر بما يؤثر سلباً في درجة التوازن الإيكولوجي، ويؤدي إلى فقدان خصائصها وعدم ملاءمة استخدامها (أبو سعدة، ٢٠٠٠م).

وعلى الرغم من أن المصادر الطبيعية تمثل أحد ملوثات البيئة، فإن سعي

الإنسان لتسخير إمكانات البيئة لخدمة مصالحه ومتطلباته، إضافة إلى أن جشعه الشديد جعل العديد من نشاطاته لها جوانب تخريبية تمثلت فيما يلي:

تراجع خطوط الدفاع الأمامية التي يشكلها الغطاء النباتي الطبيعي، نتيجة القضاء على مساحات واسعة داخل المجتمعات النباتية، انقراض أنواع عديدة من الحيوانات، تصحر أراض زراعية، انتشار أمراض عديدة ذات ارتباط قوي بالتلوث. لقد أدى بروز مشكلة التلوث البيئي بأشكاله كافة إلى معاناة المدن وضواحيها وبقاع مختلفة من المناطق الريفية من هذه المشكلة، ولم تعد مصادر التلوث محلية فحسب، بل أصبحت ملوثات البيئة المنقولة من مناطق بعيدة تشكل هي الأخرى مشكلة تصعب السيطرة عليها، وما هذه المشكلة إلا محصلة للتطور الحضاري والعلمي والتقني الذي بقدر ما كان نعمة على البشرية، بقدر ما حمل في طياته من مؤثرات سلبية يمكن عدها من نتائج هذا التطور. لقد تجاوز تأثير آلة الإنسان الحدود الطبيعية والسياسية مما جعل آثاره البيئية تمتد إلى الجو والبحر بعد الأرض.

واليوم تقف البشرية أمام منعطف خطير ومهم في تاريخها الإنساني من حيث العلاقة بعلم الطبيعة وعناصر البيئة المحيطة. فخلال ما يربو قليلاً على قرن من الزمن ومنذ بدء ما يسمى "الثورة الصناعية"، وفي إطار السعي لرفع المستوى الاقتصادي والتنموي إلى مستويات لم تشهدها البشرية من قبل، فقد أدت بعض هذه الأنشطة إلى إحداث أضرار بالغة بعناصر البيئة المحيطة بالإنسان، وتفاقمت هذه الأضرار بسرعة شديدة إلى الحد الذي يرى فيه البعض تهديداً لما حققته البشرية من تقدم وتنمية ومستويات اقتصادية مرتفعة. وقد أدى تفاقم هذه الأضرار إلى بروز ظاهرة تعد من أخطر الظواهر على الجنس البشري، وهي ظاهرة التلوث البيئي**(Environmental Pollution)**، ومصدر الخطورة كامن في تعدد أضراره وتشعبها. لقد كانت الغاية على مدى التاريخ البشري هي حماية الإنسان من تقلبات البيئة وغوائلها، واليوم أصبح النداء عالمياً بضرورة حماية البيئة من عبث الإنسان ومما يحدثه أو يتسبب في إحداثه من تلويث للبيئة. ولما كانت البيئة على هذه الدرجة من الأهمية فمن الضروري

أن يأتي أي نشاط تنموي نتقدم به إنتاجياً كان أو استهلاكياً ملبياً لمتطلبات المحافظة على مكونات البيئة بما يحقق التوازن والتوازي بين قدرات البيئة وإمكاناتها وبين طموحات التنمية التي ينبغي ألا تتعدى هذه القدرات والإمكانات.

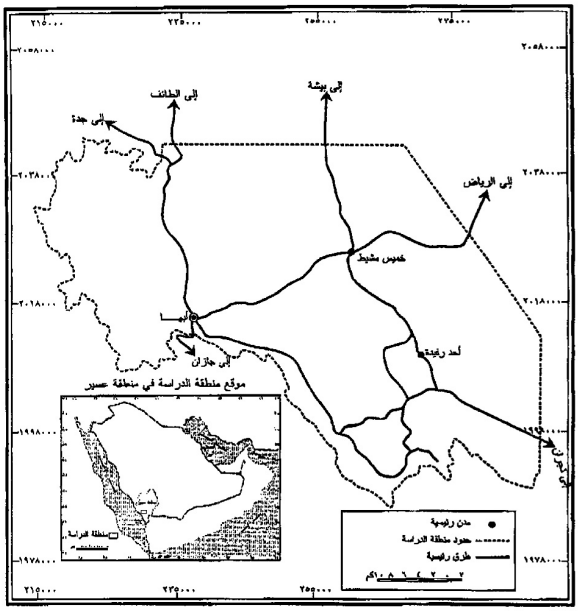
هذه الرؤية المتوازنة بين البيئة والتنمية هو ما تدعو إليه فكرة "التنمية المستدامة (**Sustainable Development**) التي دعت إليها قمة الأرض في ريودي جانيرو سنة ١٩٩٢" (كامل، ٢٠٠٤م). ومع تأثير التنمية على البيئة بوجه عام، فإن التنمية العمرانية قد برزت بوصفها إحدى الحلقات الرئيسة والمهمة لما لها من تأثير في جملة من النشاطات الاقتصادية والاجتماعية والنفسية والصحية، التي تمس واحداً أو أكثر من أشكال التلوث، وتنعكس بدورها على جل حياة الإنسان. لقد أصبح التلوث وتدهور البيئة ظاهرة عالمية واكبت التقدم العلمي حتى إنها شملت الدول النامية والمتقدمة على حد سواء، ولكن مع اختلاف في النوعية (النكلاوي، ١٩٩٩م). ويكاد يجمع علماء البيئة على أن التلوث وخاصة في الدول النامية يرجع إلى سببين رئيسين هما: سوء الإدارة البشرية وإغفال عنصر البيئة عند وضع خطط التنمية.

إن من أهم مقومات الحياة السليمة للإنسان وجود بيئة صالحة ونقية من مصادر التلوث البيئي التي تؤدي إلى تغيرات فيزيائية وكيميائية خطيرة. وقد أخذ التلوث أبعاداً جديدة في العصر الحديث، حيث أدى إلى تشويه جوانب مشرقة من الحياة النظيفة بسبب مخلفات النشاط الصناعي والتجاري واحتراق الوقود والنفايات والاستخدامات الأخرى التي تنتج منها الكثير من الملوثات (Odum, 1978). ومما هو مؤكد أن إحدى النتائج المترتبة على سوء استخدام التطورات العلمية والتقنية المعاصرة في غيبة تقويم المردود البيئي قد أدى إلى مشكلة التلوث التي بات خطرها يستفحل يوماً بعد آخر؛ ليشمل جميع المرافق والمجالات المعيشية للإنسان.

منطقة الدراسة (Study Area):

لقد أصبح متعذراً على غير المختص أو المتابع أن يضع حدوداً فاصلة لأي من مدن أبها، خميس مشيط، أحد رفيدة وما جاورها من تجمعات قروية، وذلك

لتداخل النطاقين العمراني والتجاري وتشابكهما، وأمام هذه الحالة تعاملت وزارتا التخطيط والشؤون البلدية والقروية مع هذا النطاق بوصفه منطقة حضرية واحدة، سميت "أبها الحضرية" التي تقع في الجزء الجنوبي الغربي لمنطقة عسير بين درجتي عرض ٥٥َ ١٧° – ٣٣َ ١٨° وخطي طول ٠٩ ٤٢°–٤٣°، وتقع عند ارتفاع ٢٢٠٠ م (فوق سطح البحر) من مرتفعات عسير. وتشتمل إضافة إلى المدن الرئيسة الثلاث (أبها، خميس مشيط، وأحد رفيدة) على ٣٤١ تجمعاً قروياً، لتغطي بذلك مساحة إجمالية تقدر بنحو ١٨٢٥ كم^{٢} (شكل رقم ١). وهي ذات مناخ معتدل وقليل التقلبات الموسمية، وتغلب عليه الرياح الجنوبية الغربية مع معدل تساقط سنوي قدره ٣٠٠ ملم. كما يندر أن تصلها عواصف رملية، إلا أن الضباب يغطي معظم أجزائها في فصل الشتاء. ويقدر عدد سكانها حالياً بنحو ٨٠٠ ألف نسمة، يتركز ٧٨٪ منهم في مدنها الرئيسة الثلاث، ومعدل النمو السكاني فيها عال جداً (٨٪) مقارنة مع معدل النمو السكاني في بقية أجزاء المملكة (٣,٥٪) (وزارة الشؤون البلدية والقروية، ١٩٩٧م).



شكل رقم (١) – منطقة أبها الحضرية

أهداف الدراسة (Study Ames):

يسعى البحث العلمي بشكل عام إلى تحقيق هدف رئيس هو زيادة فهمنا لما حولنا من ظواهر، وإضافة معرفة جديدة إلى الرصيد المعرفي السابق في حقل ما، شريطة التزام الخصائص الأساسية للبحث، المتمثلة في دقة التنظيم، تحديد الهدف، الأصالة، الإبداع، الأمانة العلمية، الموضوعية، والاعتماد على الدليل. ومنطقة أبها الحضرية على الرغم من أهميتها السياحية والتجارية والخدمية وتسارع برامج التنمية فإنها – للأسف – لم تحظ – حتى الآن – بخطط تنموية طويلة الأمد مقومة من التطور البيئي. ومن ثم بدأت تعاني بشدة تنامياً في مشكلة التلوث البيئي وعشوائية في التوزيع الجغرافي للأنشطة المختلفة. وقد ساعد على تفاقم هذه المشكلات سلبية القطاعات الحكومية والخاصة وعجزها عن إيجاد الحلول المناسبة بضبط هذه المشكلات وبصفة خاصة مشكلة التلوث موضوع الدراسة. ومن هذا المنطلق تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

١ – تعرف أسباب تلوث الهواء وتوزيع مصادره في أبها الحضرية.

٢ – تقدير درجة التلوث من خلال قياس تركيز أهم ملوثات الهواء.

٣ – إبراز الآثار البيئية والصحية لتلوث الهواء.

٤ – إيجاد توصيات وحلول مقترحة مبنية على تحليلات علمية للحد من تلوث الهواء.

٥ – الإسهام في فتح مجالات أوسع لدراسات تطبيقية مستقبلية في مجال البيئة والتلوث في مناطق المملكة العربية السعودية المختلفة.

منهجية الدراسة (Methodology of Study):

تعرف منهجية الدراسة بأنها الطريقة التي يسير عليها الباحث ليصل إلى الحقيقة وفق قواعد علمية منظمة، كأن تتبع الدراسة منهجاً وصفياً أو تنبئياً أو توضيحياً أو تقويمياً، أو تتبع المنهج المسحي أو الميداني، المنهج التجريبي أو منهج دراسة الحالة (العضياني، ٢٠٠٦م). وفي الدراسة الحالية أدى تدني

الإمكانيات البشرية والتقنية، إضافة إلى النهج السلبي للقطاع الحكومي والخاص وكذلك أفراد المجتمع في أبها الحضرية تجاه قضايا التلوث إلى نقص شديد في البيانات والمعلومات الخاصة بالتلوث في منطقة الدراسة، ولذلك رأى الباحث أن أفضل منهج علمي يحلل ويقوم واقع المشكلة ويحقق أهداف البحث ما يلي:

١ – المسح الميداني لتحديد مصادر ملوثات الهواء في منطقة الدراسة، وذلك باستخدام أداة الملاحظة **(Observation)** لفهم إشكالية التلوث ثم توزيعها مكانياً.

٢ – القياس الحقلي لدرجة تركيز أهم ملوثات الهواء.

٣ – التحليل الكمي لآراء شريحة من السكان حيال مشكلة تلوث الهواء في منطقة الدراسة.

وقد تم ذلك باستخدام أداة الاستبانة **(Questionnaire)** في جمع البيانات وفقاً للطريقة الطبقية بعينات عشوائية، حيث جمعت هذه العينات (بعد أن تم تحديد وحداتها وإطارها وحجمها وطريقة اختيارها) من الشرائح الاجتماعية المستهدفة (موظفي الإدارات المعنية بالبيئة، الأطباء والمدرسين). لقد وزعت استبانة الدراسة على ٢٠٠ شخص، استجاب منهم ١٨١ فرداً راوحت أعمارهم بين ٢٠–٦٠ سنة، يقيمون جميعاً في مدن منطقة أبها الحضرية وقراها (٨٤٪ في المدن، ١٦٪ في القرى). وقد تبين أن ٨٠٪ من أفراد العينة ممن يحملون درجة جامعية فأعلى، ١٨٪ ثانوية عامة،٢٪ دون المرحلة الثانوية. وتنوعت طبيعة عمل هذه العينة؛ إذ تبين أن ٦١٪ منهم يعملون في مجال الخدمات، ٣٦٪ في مجال التربية والتعليم، ٣٪ في مجال الصحة.

الدراسات السابقة (Literature Review):

لا تزال منطقة "أبها الحضرية" تعاني مشكلة تنامي مصادر التلوث وعشوائية التوزيع، إضافة إلى عجز القطاعات الحكومية والخاصة ذات العلاقة عن إيجاد الحلول المناسبة لمشكلات التلوث، ساعد على ذلك تسارع عمليات التنمية مع إغفال عنصر البيئة أو تجاهله وما تبعه من سوء في الإدارة واتباع

للطرق العلاجية بدلاً من الطرق الوقائية، كما أن هذه المنطقة – على أهميتها السياحية والتجارية والخدمية والإقليمية – لم تحظ حتى اللحظة بكم معقول من الدراسات البيئية أو بخطط تنموية طويلة الأمد بحيث تضع تصوراً أو استشرافاً لما ستؤول إليه الأوضاع البيئية. ومع ندرة تلك الدراسات فإن القدر الضئيل من الدراسات والأبحاث البيئية ذات العلاقة يمكن استعراضه فيما يلي:

في دراسة نظرية بعنوان "**التلوث البيئي – أضراره وطرق معالجته – أبها**" تطرق **المحيميد (١٩٩٨م)** بصفة عامة إلى أنواع ملوثات الهواء دون تأكيد أو إشارة إلى إمكانية تأثيرها أو وجودها في بيئة أبها الحضرية، كما أن الدراسة لم تقم بقياس لتلك الملوثات أو مسحها.

وبالمثل تطرق **القهيدان (١٩٩٩م)** إلى ملوثات البيئة في مدينة بريدة: المشكلة والعلاج، وأكد أن العواصف الترابية والطرق البدائية لرمي المخلفات وحرقها، ومشاريع الدواجن وأسواق العلف والماشية لها أثر ملموس في تلويث بريدة – المملكة العربية السعودية.

وأكدت دراسة "**تدهور البيئة النباتية في منطقة عسير**" التي قدمها **القحطاني (٢٠٠٣م)** إلى ندوة "نحو تربية بيئية أفضل" أن النمو السريع للتنمية وسوء الإدارة البشرية للبيئة قد أديا إلى ظهور آثار سلبية تهدد البيئة، أحدها التلوث الهوائي. كما أكدت الدراسة تدني الحس البيئي وغياب التخطيط والضعف والوهن الذي أصاب المؤسسات والإدارات المعنية بالمحافظة على البيئة. وأشارت الدراسة إلى تلوث الهواء نتيجة اندلاع عدة حرائق في غابات منطقة عسير (مثل حريق جبل الجر قرب أبها سنة ١٩٩٩م، وحريق غابة الحضوة سنة ٢٠٠٠م)، حيث تم حرق ٤٥٣٩٧١٣٥م^{٢} من أراضي غابات عسير.

وأشار **القحطاني (٢٠٠٣م)** في دراسة قدمها بعنوان "**الآثار البيئية للنمو العمراني في منطقة عسير**" إلى أن التنمية العمرانية السريعة قد أدت إلى بروز عدد من القضايا البيئية التي بدأت تشكل خطراً على الإنسان وموارده البيئية الطبيعية، حيث قدرت الدراسة حجم النفايات الصلبة في أبها الحضرية بنحو

٣٩٧٨٨٠ كجم/يوم. وأشارت كذلك إلى أن حجم النفايات والطرق البدائية للتخلص منها قد أسهمت في تلويث هواء منطقة الدراسة.

وفي بيئة سعودية أخرى أكدت **آل سعود (٢٠٠٤م)** أن مشكلة التلوث البيئي في مدينة جدة قد بدت واضحة وفي صور شتى، إحداها التلوث بالنفايات الصلبة والسائلة وما يتبعها من حرق ومعالجة. كما تطرقت إلى أهمية الإدارة البيئية والتخطيط البيئي كمطلب لمواجهة تلوث الهواء.

وعلى مستوى التلوث الناتج عن محطات توليد الطاقة، ناقش **مشاري (٢٠٠٦م)** أطروحته عن مستويات تلوث الهواء الناتج عن نوعين من محطات توليد الطاقة الكهربائية بمدينة الرياض (المحطات المستخدمة للنفط الخام والديزل والمحطات المستخدمة للغاز). طبق الباحث أساليب النمذجة لقياس مستوى تلوث الهواء من خلال قياس تركز ثاني أكسيد النيتروجين، ثاني أكسيد الكبريت والمواد الجسيمية وأنماط تشتتها. وقد استخدمت بيانات الأرصاد الجوية (درجة الحرارة وسرعة واتجاه الرياح) لمعرفة تأثيرها على تشتت الملوثات في الهواء الجوي.

وأوصت الدراسة بضرورة قياس انبعاث الملوثات المذكورة بمعدل مرة واحدة في العام، والتوسع في استخدام محطات توليد الطاقة المستخدمة للغاز الطبيعي بدلاً من تلك المستخدمة للنفط الخام والديزل. أما النتائج فأوضحت أن متوسطات ثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت في المحطات المستخدمة للنفط الخام والديزل قد تجاوزت معيار القيمة القصوى المسموح به عالمياً، وهو البالغ ٧٣٠ ميكروجرام/م^{٣}، في حين انخفضت هذه المتوسطات بشدة في المحطة المستخدمة للغاز الطبيعي.

التحليل والمناقشة
Discussion and Analysis

من الملاحظ أن زيادة تنوع الملوثات في أبها الحضرية مرتبط – إلى حد كبير – بالزيادة المتسارعة في عدد السكان (٨٠٠ ألف)، النمو الاقتصادي، التطبيقات التكنولوجية، تسارع حركة المجتمع نحو نظام المدنية الذي أدى في

وقت وجيز إلى بروز منطقة أبها الحضرية (١٨٢٥كم.^{2}) وإذا كانت مشكلة التلوث وتعدد أنواعه تبدو مزعجة في الدول الصناعية والمدن الكبرى في العالم النامي فإنها أخف وطأة في أبها الحضرية، إلا أنها تتزايد يوماً بعد آخر وتبدو آثارها واضحة، وتتجلى على وجه الخصوص في تلوث الهواء.

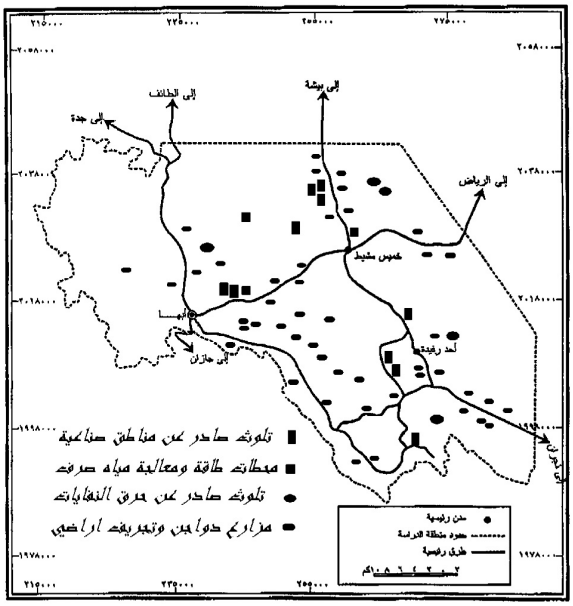
تلوث الهواء (Air Pollution):

يشتمل الغلاف الهوائي على خليط فيزيائي من الغازات، بعضها ذو تكوين نسبي شبه ثابت، مثل النيتروجين، الأكسجين، الأرغون، الهيدروجين، النيون والهليوم، والبعض الآخر متباين في نسب تكوينه من مكان إلى آخر ومن زمن إلى آخر، مثل بخار الماء، ثاني أكسيد الكربون، وغاز الأوزون. ويتلوث الهواء عندما تغزوه مادة دخيلة غازية أو سائلة أو صلبة أو عندما يحدث تغير مهم في نسب الغازات المكونة له، وتؤدي هذه التغيرات إلى تأثيرات مباشرة أو غير مباشرة للكائنات الحية أو للمواد غير الحية المكونة للنظام البيئي. (العودات، ١٩٩٧م). ومن العوامل الرئيسة التي تؤثر في تلوث الهواء، كمية الملوثات، نوع الملوثات، نوع المصدر والعوامل الجوية.

مصادر تلوث الهواء (Sources of Air Pollutio):

إضافة إلى محدودية بعض الموارد الطبيعية كمورد المياه مثلاً، تعاني منطقة أبها الحضرية مشكلة تنامي مصادر التلوث وعشوائية التوزيع إضافة إلى تقاعس القطاعات الحكومية والخاصة ذات العلاقة، عن وقف الزيادة وإيجاد الحلول المناسبة للمشكلات القائمة، ساعد على ذلك تدني مستوى التنسيق والتكامل بين نشاطات تلك القطاعات العديدة المعنية بالبيئة وبروز الازدواجية وتداخل المهام، التي أدت في كثير من الأحيان إلى عدم تحديد المسؤوليات والصلاحيات بشكل واضح، وخاصة في مجال توحيد المقاييس والمعايير والنظم البيئية، مما نتج منه انعكاسات سلبية على كفاءة أداء الأجهزة ذات العلاقة ونقص في المعلومات والبيانات البيئية التي أثرت سلباً على كفاءة أداء الأجهزة المعنية بالمحافظة على البيئة، وعدم الاستفادة من تحليل الظواهر البيئية والحد من المشكلات الناجمة عن النشاطات والعوامل الطبيعية.

تتنوع ملوثات الهواء وتختلف باختلاف مصادرها، حيث يندر وجود ملوث هوائي بمفرده في الجو، إذ إن من أهم الصفات المميزة للملوثات الجوية تداخلها واختلاطها .(Socha, 2005) وليس بالضرورة أن تكون ملوثات الهواء في منطقة أبها الحضرية ذات مصدر محلي، بل يمكن أن تُصدر الملوثات الغازية والصلبة لأجواء أبها الحضرية من خارجها، خاصة من المنطقة الصحراوية إلى الشرق وتهامة إلى الغرب، حيث تنتقل تلك الملوثات بواسطة الرياح والحركات الهوائية الأخرى. وبصفة عامة تقسم ملوثات الهواء في منطقة الدراسة إلى نوعين؛ أولهما نوع صلب (Particulates Pollution) مثل الرصاص (Lead)، الزئبق (Mercury)، الفلور (Floride)، الزرنيخ (Arsenic)، النيكل (Nickel) والكادميوم (Cadmium)، وثانيهما نوع غازي (Gas Pollutants) مثل أول وثاني أكسيد الكربون (CO&CO2)، ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، الهيدروكربونات (HC)، كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وأكاسيد النيتروجين .(NOx) وفيما يلي مناقشة لأهم مصادر ملوثات الهواء، إضافة إلى تحديد بؤر تركز تلك المصادر (شكل رقم ٢) في منطقة الدراسة:



شكل رقم (٢) – توزع مصادر ملوثات الهواء في منطقة الدراسة

مكونات الملوثات البيئية في منطقة أبها الحضرية:

على الرغم من الاعتقاد بأن الأنشطة البشرية تسهم في الجزء الأكبر من ملوثات هواء منطقة الدراسة، فإن الملوثات الطبيعية تشكل بدورها جزءاً لا بأس به من تلك الملوثات. ووفقاً للظروف الطبيعية والبيئية والمسوحات الميدانية في أبها الحضرية، فإن حبوب اللقاح **(Pollen Grains)** التي تنقلها الرياح الشمالية والشمالية الغربية في فصل الربيع والصادرة عن غابات شمال منطقة الدراسة وغربها (غابات السودة في الشمال وغابات طور آل يزيد، الفرعاء، الجرة والمسقي في الغرب)، والبكتيريا المتزايدة من جراء زيادة أعداد السكان (٨٠٠ ألف نسمة)، وهواء الزفير المنطلق يومياً بمعدل ١٠م/إنسان، والغبار الناتج عن تجريف التربة وحركة الرياح والحرائق، تعد مصادر طبيعية رئيسة لتلوث هواء منطقة الدراسة. ومن أهم مكونات الملوثات ما يلي:

الجزيئات الطبيعية والبشرية:

يلاحظ على نطاق واسع احتواء الغلاف الجوي لمنطقة الدراسة على ذرات يعتقد أنها ذات منشأ طبيعي وبشري في آن واحد، أهمها الضباب **(Mist)** الكثيف الذي يغطي سماء المنطقة معظم شهور الشتاء والربيع ويتكون من جزيئات سائلة يصل قطر بعضها إلى ١٠٠ ميكرون (صورة رقم١). كما لوحظ وجود كميات من الدخان **(Fume)** المتكون نتيجة لتكاثف الأبخرة أو عند حدوث بعض التفاعلات الكيميائية. وفي فصل الصيف تتزايد ذرات الغبار (Dust) وجزيئات الأيروزول **(Aerosol)** المعلقة في هواء المنطقة نتيجة لصغر حجمها، إذ لا يكاد يصل قطر الذرة الواحدة ١ ميكرون.

الغبار والأتربة المثارة:

تشكل المناطق الجافة وشبه الجافة في شرق منطقة الدراسة وجنوب شرقها مصدراً للغبار والأتربة والرمال التي تثيرها الرياح الشرقية في فصل الشتاء على شكل عواصف ترابية أو رمال وأتربة معلقة، يترسب جزء منها بفعل ثقلها بعد انتقالها عبر الأجواء القريبة من سطح الأرض على منطقة أبها الحضرية. كما تنقل الرياح الجنوبية الغربية، الرمال والغبار والأتربة من السهل

التهامي والمناطق الجرداء في الغرب إلى أجواء منطقة الدراسة خاصة في فصل الصيف، حيث تعوق الرؤية وتحجب أشعة الشمس في كثير من الحالات، وتسبب آثاراً مناخية سلبية وأخرى صحية على الإنسان والأحياء في منطقة الدراسة.

صورة رقم (١) – أبها تحت مظلة من الضباب

وبفعل الإنسان، ونتيجة لزيادة أسعار الأراضي والزيادة المطردة في أعداد سكان منطقة الدراسة، حدث خلال العقد الماضي هجمة شرسة على الأراضي البور والمراعي وبعض الغابات داخل منطقة الدراسة أو بالقرب منها، حيث تم تجريف مساحات واسعة بهدف تحويلها إلى مخططات وأراض سكنية، وبدورها نقلت الرياح كميات من غبار هذا التجريف وأتربته إلى أجواء أبها الحضرية.

عوادم وسائل النقل ومحطات توليد الطاقة:

قبل ثلاثة عقود من الزمن، كان للتركيب الطبيعي المتوازن، إضافة إلى قلة وسائل النقل في منطقة الدراسة دور فاعل في تصنيفها محلياً على أنها أفضل بيئة نقية خالية من شتى أنواع التلوث. فلم يكن عدد الرحلات الجوية الأسبوعية يتجاوز عدد أصابع اليد الواحدة، واليوم يعج مطارها (مطار أبها الإقليمي) بمختلف أنواع الطائرات، وتجوب سماءها ما يقرب من ٧٥٠٠ رحلة جوية في

العام الواحد تنقل ما يربو على ١,٥ مليون راكب (القحطاني ٢٠٠٦م)، إضافة إلى وجود قاعدة عسكرية تنفث مختلف طائراتها شتى أنواع الملوثات الغازية.

وعلى مستوى النقل البري، كان بإمكان مراقب يقف على أحد مرتفعات منطقة الدراسة أن يحصي عدد المركبات التي تتجول في طرقاتها، بينما تعج اليوم بمختلف أنواع المركبات التي تستخدم أنواعاً شتى من الوقود التقليدي والمطور وتنفث في أحيائها وشوارعها كميات من الملوثات الضارة، وتشير الإحصاءات، وبيانات حصر المرور إلى أن ٩٣٪ من عدد الأسر في منطقة الدراسة تملك مركبة أو أكثر، حيث يبلغ معدل الملكية ١,٤٥٪ مركبة خاصة/ أسرة، يتزايد هذا المعدل بنحو ١٦,٦٪ سنوياً (أمانة منطقة عسير، ٢٠٠٦م).

وخلال العقود الثلاثة الماضية، كان للحركة العمرانية والتجارية والتنموية السريعة دور مؤثر في زيادة حركة وكثافة عربات النقل الثقيل والمتوسط المستخدمة لوقود الديزل الأكثر ضرراً وفاعلية في تلويث هواء منطقة الدراسة (صورة رقم، ٢). كما يوجد في منطقة الدراسة واحدة من أكبر محطات توليد الطاقة الكهربائية في المملكة (المحطة الرئيسة لتوليد الطاقة في أبها)، وهي من النوع المستخدم لوقود الديزل الذي ينتج عنه احتراق كميات كبيرة من ثاني أكسيد النيتروجين، ثاني أكسيد الكبريت والمواد الجسيمية.

صورة رقم (٢) – تلوث الهواء بعوادم السيارات في المنطقة الصناعية بأبها

الغبار المتصاعد من الكسارات:

كما صاحب النمو العمراني والاقتصادي المتسارع في منطقة الدراسة انتشار غير مسبوق على المستوى المحلي للكسارات ومصانع "البلك" الهادفة إلى تلبية حاجة ذلك النمو، حيث يقدر أن ما يربو على ٦٠ مصنعاً وكسارة تنتشر في منطقة الدراسة ذات المساحة المحددة بنحو ١٨٢٥ كم.[2] ومما زاد من خطورة هذا الانتشار أنه لم يدرس من وجهة النظر البيئية، حيث انتشرت معظم هذه الكسارات والمصانع داخل النطاق العمراني، أو بالقرب من الطرق السريعة والعامة لمنطقة أبها الحضرية، والأسوأ من ذلك أن أغلب الأراضي التي أقيمت عليها تلك المنشآت مملوكة ومؤجرة – للأسف – من إحدى الإدارات المعنية مع إدارات أخرى بصيانة البيئة والمحافظة عليها من التلوث. وقد أسهم الغبار والأتربة والدخان والعوالق التي تنفثها هذه الكسارات والمصانع في زيادة حدة تلويث أجواء منطقة أبها الحضرية مع غياب أي قانون يلزم هذه المنشآت بالحد من تلويث البيئة والهواء وعدم وجود خطة آنية أو مستقبلية لنقلها أو إعادة النظر في طريقة عملها التقليدية. إذ تنقل الرياح أغلب هذه الملوثات لتنشرها في أجواء منطقة الدراسة أو ترسبها على المباني والطرقات العامة، لتشكل بذلك خطورة تهدد الصحة العامة للسكان، إضافة إلى تأثيرها على الأنشطة الإنتاجية الأخرى.

الدخان الناتج عن حرائق الغابات والنفايات:

تحتل غابات العرعر **(Juniperus)** والأكاسيا **(Acacia)** جزءاً لا بأس به من شمال منطقة الدراسة وجنوب غربها، وهي بطبيعتها عامل توازن وبناء للنظام البيئي وتحد من التلوث الهوائي بامتصاص ثاني أكسيد الكربون **(CO_2)** الضار، وإطلاق الأكسجين **(O_2)** إلى الغلاف الهوائي. إلا أن ذلك لا ينفي مضارها المتمثل أهمها في الدخان المتصاعد من حرائق الغابات التي تحدث بين الفينة والأخرى بسبب سوء تصرف من بعض السكان المقيمين داخل المنطقة أو السياح الزائرين، وكذلك ما يحدث في فصل الربيع عندما تنقل الرياح الشمالية

والجنوبية الغربية حبوب اللقاح (Pollen Grains) من منطقة الغابات شمال منطقة الدراسة (غابات السودة) وجنوبها الغربي (غابات طور آل يزيد، الفرعاء، الجرة والمسقي) إلى داخل أجواء أبها الحضرية مسببة مرض الحساسية الذي تسجل حالاته ازدياداً ملحوظاً في هذا الفصل.

وفي مجال التدفئة، تعاني منطقة أبها الحضرية موجة برد قارص في فصل الشتاء، وقد تعودت شريحة كبرى من المواطنين والمقيمين على استخدام وقود الفحم في التدفئة طوال الفصل، حيث يؤدي ذلك إلى انبعاث ثاني أكسيد الكبريت في الغلاف الهوائي لمنطقة الدراسة.

أما حرائق مكبات النفايات الصلبة في مدن أبها وخميس مشيط، وأحد رفيدة والبلدات والقرى التابعة، فهي حرائق مقصودة للتخلص من تلك النفايات، إلا أنها لا تزال تتبع طرقاً تقليدية بحتة، إضافة إلى عدم وجود قانون يمنع الحرق خارجها، حيث يلاحظ كثرة حرق النفايات على جوانب الطرقات وفي القرى البعيدة عن المكبات. ومن تلك الحرائق تتصاعد ملوثات الهواء المادية وغير المادية، المتمثلة في الدخان والروائح الكريهة.

مشاريع الدواجن ومحطات معالجة الصرف الصحي:

تختلف ملوثات هواء منطقة الدراسة باختلاف نوع الملوث، حيث تصنف نوعياً إلى ملوثات مادية وأخرى غير مادية. وتسهم مشاريع الدواجن ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي في كلا النوعين من الملوثات (القهيدان، ١٩٩٧م)، إذ تنطلق الروائح الكريهة وذرات الأسمدة والبكتيريا وبعض من المواد المعالجة من ١١٣ مشروعاً للدواجن منتشرة بشكل عشوائي داخل منطقة الدراسة أو بالقرب منها، إضافة إلى محطتين لمعالجة مياه الصرف الصحي، أنشئتا على المشارف الشرقية لمدينتي أبها وخميس مشيط لتلوث هواء منطقة الدراسة.

النمو العمراني والتضخم السكاني:

تتزايد الكتلة العمرانية في أبها الحضرية كمنطقة تركز وجذب عمراني وسكاني، حيث يكاد يتلاحم العمران بين مدن أبها وخميس مشيط واحد رفيدة

ومركزي الواديين والفرعين، وتتوقع الدراسات المسحية المنفذة سنة ٢٠٠٦م أن يلتحم النمو العمراني في منطقة الدراسة ليشكل في عام ٢٠٣٠م كتلة عمرانية واحدة يقطنها ما يربو على ١,٧ مليون نسمة (أمانة منطقة عسير، ٢٠٠٦م). وقد أدى هذا النمو العمراني إلى زيادة الكثافة السكانية في منطقة الدراسة، ومن ثم زيادة مجموع ما يطلقه الإنسان من هواء الزفير الذي يحتوي على ٤٪ من غاز ثاني أكسيد الكربون المشبع ببخار الماء (العودات، ١٩٩٧م)، وكذلك تضاعفت عملية تعرق جسم الإنسان خاصة في فصل الصيف المائل للحرارة والجفاف، وكل ذلك أدى إلى تزايد أعداد وأنواع البكتيريا والجراثيم العالقة في أجواء أبها الحضرية.

تحليل الاستبانة (Questionnaire Analysis):

فيما يلي تحليل لنتائج الدراسة المسحية المرتكزة على استطلاع وجهة نظر شرائح اجتماعية مستهدفة، كونها ذات وعي وقدرة على تفهم الهدف من الدراسة وإدراك الفائدة المتوخاة من نتائجها، إضافة إلى الارتباط العملي لهذه الشريحة بالعمل الإداري المعني بالبيئة والعمل التربوي والاجتماعي والصحي الخاص بالإنسان والبيئة.

تشير نتائج الدراسة إلى أن مستوى الوعي الاجتماعي بخطورة مشكلة التلوث وإدراك أهمية الحد من التلوث بشكل عام متوسط، بل يميل إلى الضعف واللامبالاة، في الوقت الذي يؤكد فيه ٨٥٪ من أفراد العينة أن منطقة الدراسة تعاني – بالفعل – تلوثاً هوائياً متزايداً (جدول رقم ١).

جدول رقم (١)

معاناة منطقة الدراسة التلوث الهوائي

م	نوع الإجابة	العدد	النسبة
١	تعاني منطقة الدراسة تلوثاً هوائياً	١٥٤	٨٥٪
٢	لا تعاني منطقة الدراسة تلوثاً هوائياً	٢٧	١٥٪
	المجموع	١٨١	١٠٠٪

وتكمن خطورة النتيجة المشار إليها في الجدول رقم (١) في أن الإحساس بالمعاناة من تلوث الهواء يسيطر على النسبة الكبرى من أفراد العينة (٨٥٪) دون أن يوازيه وعي وإدراك اجتماعي لخطر التلوث، ومن ثم ضعف في المجابهة والبحث عن الحلول العلمية والعملية. و توصي الدراسة بضرورة العمل عاجلاً على إيجاد خطة عمل شاملة ومتكاملة للتصدي لهذه المشكلة تسير في خطين متوازيين، هما:

١ – رفع درجة الوعي والإدراك الاجتماعي للمخاطر الصحية والاجتماعية والاقتصادية الناتجة من تلوث الهواء.

٢ – وضع برنامج عمل قابل للتطبيق يؤدي إلى تقليص مصادر التلوث الهوائي في منطقة الدراسة عند مستوياته الآمنة بيئياً.

أوضحت النتائج المستقاة من الدراسة المسحية أن ٧٠٪ من أفراد العينة يرون أن درجة تلوث الهواء في منطقة الدراسة متوسطة، في حين يرى ٢٥٪ أنها عالية. وفي المقابل يرى ٥٪ أنها ضعيفة (جدول رقم ٢). وتكمن خطورة هذه النتيجة في أن تلوث الهواء يزداد بزيادة الوقت واستمرار المصدر، خاصة في ظل عدم وجود خطة مجابهة لتقليص مصادر تلوث الهواء ورفع مستوى الوعي، ومن ثم من المتوقع ارتقاء درجة التلوث الحالية من النوع المتوسط إلى النوع العالي خلال العقد القادم، خاصة أن هناك بؤراً تركز لتلوث الهواء قد بدأت تتنامى بصورة سريعة في شمال مدينة خميس مشيط وشمال شرقها، بسبب تموضع مكب النفايات الصلبة والسائلة ومحطة معالجة الصرف الصحي وسوق الأعلاف والماشية، إضافة إلى حركة الرياح الشمالية الشرقية الجالبة لذرات الغبار والأتربة من المنطقة الصحراوية. وبدرجة أقل تركزاً من سابقتها، بدأت تبرز مظاهر تلوث الهواء في شمال شرق مدينتي أبها وأحد رفيدة، بسبب تموضع مناطق حرق النفايات ومصانع "البلك" والمسالخ، إضافة إلى تركز منطقة جرف الأراضي لغرض التوسع في مخططات البناء والمساكن.

جدول رقم (٢)
درجة التلوث الهوائي في منطقة الدراسة

م	نوع الإجابة	العدد	النسبة
١	تعاني منطقة الدراسة درجة عالية من تلوث الهواء	٤٥	٢٥٪
٢	تعاني منطقة الدراسة درجة متوسطة من تلوث الهواء	١٢٧	٧٠٪
٣	تعاني منطقة الدراسة درجة منخفضة من تلوث الهواء	٩	٥٪
	المجموع	١٨١	١٠٠٪

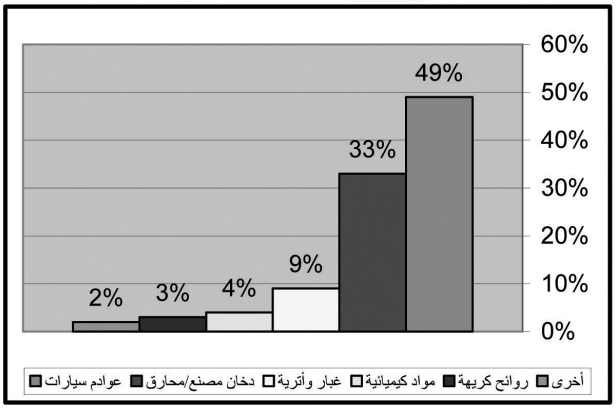
أما مصادر التلوث الهوائي، فتبين النتائج أنها متعددة ومختلفة المصدر، حيث يشير الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٣) إلى اعتقاد ٤٩٪ من أفراد العينة أن تلوث الهواء في منطقة الدراسة يأتي من عوادم السيارات المتزايدة في العدد والحركة وفي شوارع تكاد تنعدم فيها أعمال التشجير، وفي المرتبة الثانية يأتي دخان المحارق والمصانع بأنواعها (نفايات، زراعية، صناعية)، وبنسبة ٣٣٪. أما المراتب من الثالثة إلى الخامسة فيحتلها الغبار والأتربة (٩٪)، المواد الكيميائية (٤٪)، الروائح الكريهة (٣٪) على التوالي.

جدول رقم (٣)
مصادر تلوث الهواء في منطقة الدراسة

م	المصدر	العدد	النسبة
١	عوادم السيارات	٨٩	٤٩٪
٢	دخان مصانع ومحارق	٦٠	٣٣٪
٣	غبار وأتربة	١٦	٩٪
٤	مواد كيميائية	٧	٤٪
٥	روائح كريهة	٥	٣٪
٦	أخرى	٤	٢٪
	المجموع	١٨١	١٠٠٪

ووفقاً لمعطيات الجدول رقم (٤)، فإن النسبة العليا لمصادر تلوث الهواء، تأتي لأسباب بشرية بالدرجة الأولى، يمكن السيطرة عليها وتقليصها إلى الحدود

الآمنة بيئياً متى توافرت الإرادة والكفاءة الإدارية والموارد المالية، إضافة إلى قناعة الجهات المعنية بالتلوث بوجود مشكلة تحتاج إلى معالجة. أما الأسباب الطبيعية فيمكن حصر أهمها في الغبار والأتربة الناتجة عن حركة الرياح الشمالية الشرقية أو العواصف الهوائية ذات المنشأ الطبيعي، القادمة من الجنوب الغربي لأبها الحضرية، والتي يكون للظروف المناخية دور أساسي فيها.



شكل رقم (٣) – نسب مصادر تلوث الهواء

جدول رقم (٤)
أسباب تلوث الهواء في منطقة الدراسة

م	سبب التلوث	العدد	النسبة
١	أسباب بشرية	٨١	٤٥٪
٢	أسباب بشرية وطبيعية	٤٩	٢٧٪
٣	أسباب طبيعية	٥١	٢٨٪
	المجموع	١٨١	١٠٠٪

وفقاً لنتائج المسح السابقة، أكدت عينة الدراسة عدم جودة الهواء المحيط في منطقة الدراسة، ولغرض الوقوف على مدى مصداقية آراء تلك العينة لجأت الدراسة إلى مقاييس جودة الهواء التي رصدتها مصلحة الأرصاد وحماية البيئة في المملكة العربية السعودية لسنة (٢٠٠٦م) من خلال محطتي الرصد في

السودة، حيث تقع المحطة الأولى (محطة رقم ٤) على ارتفاع ٣٠٠٠م فوق سطح البحر وعند متوسط درجة حرارة (١٥,٣°م)، معدل سرعة رياح (٣,٨م/ ثانية)، متوسط رطوبة نسبية (٧١,٩٪)، ومتوسط ضغط جوي (٧١٩,٨مليبار)، في حين تقع المحطة الثانية (محطة رقم ٩) على ارتفاع ٢٥٠٠م فوق سطح البحر وعند متوسط درجة حرارة (١٩,١°م)، معدل سرعة رياح (٥,٤م/ثانية)، متوسط رطوبة نسبية (٥٩,٥٪)، ومتوسط ضغط جوي (٧٥٦,٧مليبار)، (جدول رقم ٥).

جدول رقم (٥)

الخصائص المناخية والمكانية لمحطات قياس عناصر الهواء

م	المحطة	الارتفاع عن سطح البحر (م)	متوسط درجة الحرارة (°٨م)	متوسط سرعة الرياح (م/ ثانية)	متوسط الرطوبة النسبية ٪	متوسط الضغط الجوي (مليبار)
١	السودة ٤	٣٠٠٠	١٥,٣	٣,٨	٧١,٩	٧١٩,٨
٢	السودة ٩	٢٥٠٠	١٩,١	٥,٤	٥٩,٥	٧٥٦,٧

يعرض الجدول رقم (٦) قياسات تركيز أهم العناصر الملوثة للهواء في منطقة الدراسة (أول أكسيد النيتروجين **NO**، ثاني أكسيد النيتروجين **NO2**، أول أكسيد الكربون **CO**، ثاني أكسيد الكربون **CO2**، ثاني أكسيد الكبريت **SO2**، غاز الأوزون **O3**، الغبار **(Dust)** والمعايير الدولية التي تنذر بخطر تلك الملوثات حال تجاوزها. ومن خلال تلك القياسات والمعايير (جدول رقم ٦) يتضح ما يلي:

تؤكد الدراسات البيئية أن أثر أول أكسيد النيتروجين **(NO)** على تلوث الهواء يضاهي أثر ثاني أكسيد الكربون **(CO2)** على ارتفاع درجة حرارة الأرض. وفي الدراسة الحالية لوحظ من خلال الجدول رقم (٦) أن متوسطات أعلى قيمة لتركيز الساعة الواحدة لأول أكسيد النيتروجين (٠,٠٢٤ جزء من المليون) ومتوسطات أعلى قيمة لتركيز اليوم الواحد (٠,٠١٠ جزء من المليون) كانت متدنية مقارنة مع المعيار العالمي. كما أن المتوسط الشهري لتركيز العنصر نفسه لسنة (٢٠٠٦م) لم يتجاوز (٠,٠٠٨ جزء من المليون).

يتكون غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO2) من النيتروجين والأكسجين، وينتج من جراء أكسدة أول أكسيد النيتروجين والمواد النيتروجينية، وكذلك نتيجة لأكسدة النيتروجين الجوي عند درجة حرارة عالية. وقد سجلت منطقة الدراسة متوسطاً لتركيز الساعة الواحدة بلغ (٠,٠٣٥ جزء من مليون)، وهو تركيز يشكل ٧٠٪ من المعيار العالمي (جدول رقم ٦). هذا التركيز مؤشر على تنامي ارتفاع غاز ثاني أكسيد النيتروجين المؤثر على الصحة العامة عند استنشاقه بالمستويات الطبيعية، فضلاً عن آثاره الشديدة عند تركيزاته المتوسطة والعالية، حيث يؤدي إلى تهيج الرئتين والاستسقاء والنزف، إضافة إلى آثاره على الحيوان والنبات والمسطحات المائية.

جدول رقم (٦)

قياسات مستوى تركيز ملوثات الهواء في منطقة الدراسة

م	نوع القراءة	متوسط القراءة	الملوثات (Pollutants)						
			NO (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)	CO2 (ppm)	SO2 (ppm)	O3 (ppm)	$\mu g/m^3$
١	تركيز الساعة الواحدة خلال ٣٠ يوم	متوسط أدنى قيمة	٠,٠٠٥	٠,٠٠٤	٠,٠٦	٣٣٨	٠,٠٠٣	٠,٠٢١	١٣,٨
		متوسط أعلى قيمة	٠,٠٢٤	٠,٠٣٥	٢,٣٠	٤٥٢	٠,٠٢٠	٠,٠٧٨	٥٣٩
٢	تركيز اليوم الواحد خلال ١٢ شهرا	متوسط أدنى قيمة	٠,٠٠٧	٠,٠٠٥	٠,١١	٣٩٧	٠,٠٠٥	٠,٠٣٧	٦٩
		متوسط أعلى قيمة	٠,٠١٠	٠,٠١٤	١,٠٥	٤٤٧	٠,٠١٣	٠,٠٦٠	٢٤٦
٣	المتوسط الشهري		٠,٠٠٨	٠,٠٠٧	٢,٤٠	٤١٢	٠,٠٠٦	٠,٠٤٧	١٤٧
	المعيار (Standard)*		٠,٤٩٠	٠,٠٥٠	٩,٠٠	٣٠٥	٠,٠٧٦	٠,١٢٠	١٥٠

* وفق معايير دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية .(GCC)

علاوة على انبعاثه في بيئة الهواء نتيجة لنشاطات طبيعية وبشرية، ينتج غاز أول أكسيد الكربون (CO) عن عمليات الاحتراق غير الكاملة للمواد الهيدروكربونية، وتعتبر المركبات المصدر الرئيسي لهذا الغاز. ويؤدي التعرض

لهذا الغاز في الهواء المحيط إلى تقليل قدرة حمل الأكسجين في الدم نتيجة لاتحاده مع الهيموجلوبين (Hb). كما يؤدي التعرض لتراكيز قليلة من (CO) إلى ضعف في ردة الفعل وعدم التمييز. وعلى الرغم من أن تركيز أول أكسيد الكربون (CO) في منطقة الدراسة لم يتجاوز المعيار الدولي (جدول رقم ٦)، فإنها كمنطقة مشهورة بالبيئة الطبيعية البكر قد سجلت متوسطاً شهرياً قارب ثلث المعيار الدولي (٢,٤٠ جزء من مليون).

هذا، ويتصدر حرق الوقود والغابات والأحراج أهم مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2). وقد تزايد تركيزه في العالم بعد الثورة الصناعية العالمية وأصبح خطراً يهدد العالم بمسؤوليته عما يربو على ٥٠٪ من التغيرات المناخية العالمية. وفي منطقة الدراسة تؤكد القياسات التي أجريت طوال عام (٢٠٠٦م) أن غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) قد تجاوز المعيار الدولي (٣٠٥ أجزاء من مليون)، حيث كانت متوسطات أدنى قيمة وأعلى قيمة لتركيز الساعة الواحدة (٣٣٨، ٤٥٢ على التوالي) واليوم الواحد (٣٩٧، ٤٤٧ على التوالي) والمتوسط الشهري (٤١٢ جزءاً من مليون) جدول رقم (٦). وعلى الرغم من أهمية هذا العنصر للتخفيف من أثر أشعة الشمس المتجهة نحو الأرض، فإنه يحتجز الأشعة دون الحمراء الضارة والمنبعثة من الأرض نحو الفضاء الخارجي.

يتكون غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) من الكبريت والأكسجين. وينبعث من مصادر طبيعية ومن حرق الوقود أو المواد المحتوية على الكبريت. وتؤكد الدراسات الأثر السلبي لهذا الغاز على عملية التنفس، خاصة لدى الأطفال والمسنين والمرضى الذين يعانون أمراض القلب والرئتين، إضافة إلى تأثيره على البيئة بصورة عامة والنباتات بصفة خاصة. وفي منطقة الدراسة، لم يسجل تركيز خطر لغاز ثاني أكسيد الكبريت؛ إذ لم يتجاوز متوسط أعلى قيمة لتركيز الساعة الواحدة ٠,٠٢٠ جزء من مليون، كما أن المتوسط الشهري لم يجتز عتبة ٠,٠٠٦ جزء من مليون.

يعد غاز الأوزون من أهم مجموعة المؤكسدات الكيموضوئية في الهواء المحيط. ويؤدي التعرض لكميات منه – حتى وإن كانت منخفضة – إلى ضيق في التنفس خاصة عند الأطفال، وزيادة الأزمات النفسية والتهاب العين وتدني قدرة الجسم على الأداء الحركي، إضافة إلى أثره على النمو والسلوك الحيواني. ومن الملاحظ أن منطقة الدراسة قد سجلت تركيزات لا بأس بها، حيث سجل متوسط أعلى قيمة لتركيز الساعة الواحدة (٠,٠٧٨ جزء من مليون)، ومتوسط أعلى قيمة لتركيز اليوم الواحد (٠,٠٦٠ جزء من مليون)، وهي تركيزات تتجاوز ٥٠٪ من المعيار العالمي (٠,١٢٠ جزء من مليون)، وتنذر بمخاطر قادمة ما لم يتم العمل عاجلاً على تقليص مصادرها.

سجلت محطات الرصد المشار إليها في جدول رقم (٦) أرقاماً مزعجة حيال تنامي كمية الغبار **(Dust)** المنتشرة في هواء منطقة أبها الحضرية، حيث كان متوسط أعلى قيمة لتركيز الساعة الواحدة (٥٣٩ ميكروجراماً/م)، كما بلغ متوسط أعلى قيمة لتركيز اليوم الواحد (٢٤٦ ميكروجراماً/م). فيما سجل المتوسط الشهري تركيزا قدره (١٤٧ميكروجراماً/م). وبمقارنة هذه النتائج مع المعيار الدولي (جدول رقم ٦)، يلاحظ مناهزة المتوسط الشهري لذلك المعيار، وتجاوز متوسطات أعلى القيم لتركيز الساعة الواحدة واليوم الواحد لذلك المعيار. وهنا تكمن الخطورة ويتأكد دور الغبار باعتباره أحد مصادر التلوث الهوائي بمنطقة الدراسة.

أثر تلوث الهواء (Effect of Air Pollution):

تأتي الآثار البيئية والصحية نتيجة طبيعية لتفاقم مشكلة التلوث بصفة عامة، وتلوث الهواء بصفة خاصة. وفي منطقة الدراسة، أكدت نتائج الاستطلاع أن الآثار الحيوية والكيميائية تشكل ٧١٪ من مخاطر التلوث على صحة الإنسان والحيوان والنبات، في حين تشكل التغيرات المناخية السلبية التي يسببها تلوث الهواء ٢٧٪ (جدول رقم ٧).

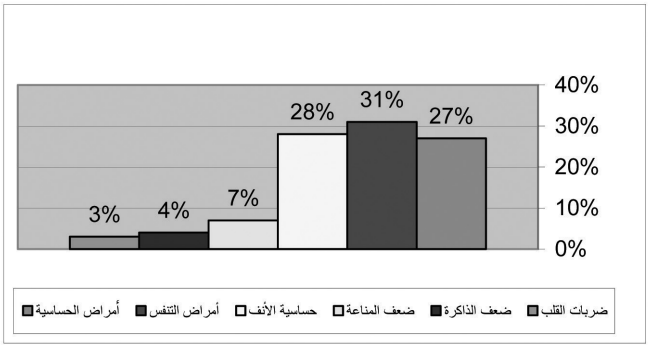
جدول رقم (٧)
آثار تلوث الهواء في منطقة الدراسة

م	آثار التلوث الهوائي	العدد	النسبة
١	آثار حيوية وكيميائية	١٢٨	٧١٪
٢	آثار مناخية سلبية	٤٩	٢٧٪
٣	آثار أخرى	٤	٢٪
	المجموع	١٨١	١٠٠٪

وتؤكد نتائج الدراسة الميدانية أن تلوث الهواء في منطقة الدراسة قد أسهم بشكل فاعل في ارتفاع معدل الإصابة ببعض الأمراض التي كانت حتى وقت قريب محدودة الانتشار، حيث احتلت أمراض الجهاز التنفسي وفقاً لوجهة نظر العينة المدروسة، المرتبة الأولى بنسبة قدرها ٣١٪، في حين جاءت أمراض حساسية الأنف والربو القصبي وأمراض الحساسية في المرتبتين الثانية والثالثة بنسب قدرها ٢٨٪، ٢٧٪ على التوالي. أما ضعف الجهاز المناعي عند الأطفال (٧٪) وضعف الذاكرة والقدرة الذهنية (٤٪) وزيادة ضربات القلب وهبوط وظائف الجهاز العصبي (٣٪) فقد احتلت ذيل القائمة (جدول رقم ٨ وشكل رقم ٤).

جدول رقم (٨)
أهم الأمراض الناتجة من تلوث الهواء في منطقة الدراسة

م	المرض	العدد	النسبة
١	ارتفاع معدل أمراض الحساسية	٤٩	٢٧٪
٢	ارتفاع معدل أمراض الجهاز التنفسي	٥٦	٣١٪
٣	حساسية الأنف والربو القصبي	٥١	٢٨٪
٤	ضعف الجهاز المناعي عند الأطفال	١٣	٧٪
٥	ضعف الذاكرة والقدرة الذهنية	٧	٤٪
٦	زيادة ضربات القلب وهبوط وظائف الجهاز العصبي	٥	٣٪
	المجموع	١٨١	١٠٠٪



شكل رقم (٤) – نسب الأمراض الناتجة من تلوث الهواء

النتائج والتوصيات (Findings & Recommendations):

لقد أبرزت هذه الدراسة أن منطقة أبها الحضرية، التي تتميز بأهميتها السياحية والتجارية والخدمية ومناخها المعتدل، تعاني مشكلة في التلوث الهوائي؛ حيث تعدت قياسات بعض الملوثات المعدلات المعيارية الدولية بسبب ما تشهده هذه المنطقة من تنمية عمرانية واجتماعية وصناعية مطردة بوتيرة متسارعة ويغلب عليها في الوقت نفسه طابع العشوائية وغياب الأخذ بالاعتبارات البيئية التي تحكم برامج التنمية في إطارها الآمن بيئياً لمصلحة كل من البيئة والتنمية معاً.

وقد أسفرت نتائج الدراسة عن مجموعة من التوصيات التي تستهدف ضبط مسببات التلوث وخلق بيئة هوائية صحية بما ينعكس إيجاباً على صحة المواطنين وتعظيم برامج التنمية المستدامة. وتتمثل هذه التوصيات فيما يلي:

* لوحظ أن هناك تدنياً شديداً في الثقافة البيئية لدى مجتمع منطقة أبها الحضرية، وترى الدراسة ضرورة تبني خطة عمل عاجلة لتثقيف أفراد المجتمع وتذكيرهم بواجباتهم الأخلاقية والاجتماعية نحو البيئة، وذلك من خلال خطب الجمعة والنشاط الثقافي الدوري للنادي الأدبي والمحاضرات العلمية والثقافية التي تعقدها الأقسام والعمادات المختصة في جامعة الملك خالد.

* تؤكد نتائج الدراسة الحالية أن ملوثات الهواء في منطقة الدراسة سوف تزداد ما لم يتم تقليص مصادره وإزالة أسبابه، وتوصي – في المرحلة الأولية – بنقل محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومزارع الدواجن ومكبات النفايات الصلبة والسائلة إلى أماكن بعيدة عن التجمعات السكانية. ويعرض البحث تبني خطة مالية وزمنية أقصاها خمس سنوات لنقل تلك المصادر إلى المناطق الخالية الواقعة شمال شرق منطقة الدراسة.
* ترى الدراسة أن المواقع الحالية لمطار أبها الإقليمي والقاعدة الجوية غير مناسبين، حيث يتوسطان النطاق العمراني ويسهمان مع عوامل أخرى في زيادة التلوث الهوائي والصوتي في آن واحد. ووفقاً للطبيعة الجغرافية والعوامل المناخية والكثافة السكانية، يقترح الباحث نقل القاعدة الجوية بشكل عاجل إلى الشرق من منطقة الدراسة وإنشاء مطار جديد (مع بقاء الحالي للطيران الخاص) في المنطقة الخالية شمال شرق أبها الحضرية.
* أن منطقة الدراسة تعاني تجريفاً للأراضي بما يفوق الحاجة للاستخدامات السكنية والتجارية، وتوصي الدراسة بالحد من ذلك التجريف مع التوسع في التشجير المثبت لحركة الرمال والأتربة، وذلك بإيقاف البيع ومنح الرخص للمخططات السكنية خارج النطاق العمراني حتى يتم سن قوانين وتشريعات تحظر التجريف والاستيلاء غير الشرعي على الأراضي.
* تبين نتائج الدراسة أن درجة تركيز بعض ملوثات الهواء في أبها الحضرية قد تجاوزت المقاييس المستخدمة (مقاييس دول مجلس التعاون لدول الخليج العربي)، وأصبح هناك ضرورة ملحة للحد من مصادر تلك الملوثات. ويمكن البدء بإعادة تدوير النفايات وحظر الحرق للنفايات النباتية والحيوانية.
* تشير نتائج الدراسة إلى ارتفاع معدل الإصابة ببعض الأمراض في منطقة أبها الحضرية، خاصة الأمراض التي يعتقد أن لها ارتباطاً وثيقاً

بتلوث الهواء مثل أمراض الجهاز التنفسي، أمراض الحساسية وأمراض الربو، وتوصي الدراسة بمزيد من الأبحاث المشتركة بين العلماء والمتخصصين في البيئة وأطباء الأسرة والمجتمع في كل من جامعة الملك خالد ووزارة الصحة.

المراجع

أولاً – المراجع العربية:

- أبو سعدة، محمد نجيب، (٢٠٠٠م)، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة إيجاباً وسلباً، دار الفكر العربي، القاهرة، جمهورية مصر العربية.
- الأعوج، طلعت إبراهيم، (١٩٩٩م)، التلوث الهوائي والبيئة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، جمهورية مصر العربية.
- آل سعود، مشاعل بنت محمد، (٢٠٠٤م)، دراسة المشكلات البيئية في مدينة جدة وسبل مواجهتها، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- أمانة منطقة عسير، (٢٠٠٦م)، المخطط الإقليمي لمنطقة عسير، التقرير الثالث. وزارة الشؤون البلدية والقروية، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- عالم، إبراهيم عبد الحميد، (١٩٩٧م)، التلوث، مجلة الخفجي "التنمية وتأثيرها في البيئة"، العدد الثالث، شركة الزيت العربية المحدودة، الخفجي، المملكة العربية السعودية.
- عبد المقصود، زين الدين، (١٩٩٨م)، قضايا بيئية معاصرة – المواجهة بين الإنسان وبيئته، دار البحوث العلمية للنشر والتوزيع، طبعة ١، الكويت.
- العضياني، باجد رفاع، (٢٠٠٦م)، البحث العلمي – الطريق إلى الصعود. التدريب والتقنية، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- العودات، محمد وباصهي، عبد الله، (١٩٩٧م)، التلوث وحماية البيئة، جامعة الملك سعود، النشر العلمي، الرياض، المملكة العربية السعودية.

- القحطاني، محمد مفرح، (٢٠٠٣م)، الآثار البيئية للنمو العمراني في منطقة عسير، ندوة نحو تربية بيئية أفضل، جامعة الملك خالد، أبها، المملكة العربية السعودية.
- القحطاني، مرعي حسين، (٢٠٠٦م)، مؤشرات، عسير– التغيير للتطوير (١٩٧٠–٢٠٠٥م)، مطابع السروات، أبها، المملكة العربية السعودية.
- القحطاني، مرعي حسين، (٢٠٠٣م)، تدهور البيئة النباتية في منطقة عسير، ندوة نحو تربية بيئية أفضل، جامعة الملك خالد، أبها، المملكة العربية السعودية.
- القهيدان، تركي إبراهيم، (١٩٩٧م)، ملوثات البيئة في بريدة – المشكلة والحل، المؤتمر الدولي للتنمية وتأثيرها في البيئة، وزارة الشؤون البلدية والقروية، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- كامل، محمد هشام سعودي، (٢٠٠٤م)، التلوث البصري والبيئة العمرانية، كتاب أبحاث المؤتمر الدولي الرابع عشر "حماية البيئة ضرورة من ضروريات الحياة"، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.
- المحيميد، أحمد إبراهيم، (١٩٩٨م)، التلوث البيئي – أضراره وطرق معالجته – أبها، نادي أبها الأدبي، أبها، المملكة العربية السعودية.
- مشاري، علي عمير، (٢٠٠٦م)، مستويات تلوث الهواء الناتج عن محطات توليد الطاقة الكهربائية بمدينة الرياض، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- النكلاوي، أحمد، (١٩٩٩م)، أساليب حماية البيئة العربية من التلوث، مركز الدراسات والبحوث – جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية العدد ٢٠٦، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية، (١٩٩٧م)، المخطط الهيكلي لحاضرة

أبها، التقرير الأول، وكالة الوزارة لتخطيط المدن، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ثانياً – المراجع الأجنبية:

- (17) Odum, E P. (1978), Ecology; 2nd Ed. Holt. Rinehart and Winston In., New York.
- (18) ** Source: Weather pollution
- (19) Socha, T. (2005), Air Pollution Causes and Effects http:// www.healthandenergy.com/air_pollution_causes.htm