# الخاتمة

قد تناول هذا البحث دراسة أبعاد العلاقة بين الظاهرات الجوية للطقس والمناخ وتلوث الهواء فى منطقة تضم أهم المناطق الصناعية فى المملكة العربية السعودية ، ألا وهى المنطقة الشرقية ، ويعد المناخ أهم العوامل الطبيعية المؤثرة فى تلوث الهواء ، إذ أن لعناصره فاعلية واضحة فى التأثير على ملوثات الهواء من حيث انتشارها وتوزيعها وتركيزها وتفاعلاتها الكيميائية والكيميوضوئية ، فضلاً عن كون بعض عناصره تعد من المصادر الطبيعية لتلوث الهواء مثل العواصف الرملية والدوامات الترابية .

وتتمتع المنطقة بثقل صناعى ضخم يسهم بدرجة فعالة فى مشكلة تلوث الهواء ، فضلاً عن وجود تجمعات حضارية عديدة ترتفع فيها كثافة وسائل النقل التى تعد ثانى أهم مسببات المشكلة ، وقد انتهت الدراسة إلى بعض النتائج التى تحدد حجم مشكلة تلوث الهواء ومسبباتها ومستقبلها فى ضوء الخصائص المناخية للمنطقة ، كما انتهت إلى عدد من التوصيات التى قد تسهم فى تبصير الجهات المعنية بالبيئة إلى ضرورة توجيه مزيد من العناية والاهتمام بمشكلة تلوث الهواء .

وفيما يلي عرض لأهم النتائج والتوصيات :

## أولاً : النتائج : -

١ – تعد التكوينات الرملية التى تنتشر بالمنطقة وتحيط بتجمعاتها العمرانية والصناعية أهم المصادر الطبيعية لتلوث الهواء سواء بالغبار أو الجسيمات السابحة القابلة للاستنشاق . كما تلعب دوراً مساعداً فى العديد من التفاعلات الكيميائية والكيميوضوئية لإنتاج مزيد من ملوثات الهواء .

٢ – تعد عملية سفى الرمال أشد خطورة من عملية زحف الكثبان الرملية بالمنطقة ، وتبلغ كل منهما سرعتها القصوى خلال الفترة بين شهرى مايو وسبتمبر .

٣ – تتسم المنطقة بارتفاع فى درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية معظم شهور السنة مما يساعد على نشاط التفاعلات الكيميائية والكيميوضوئية بين ملوثات الهواء لإنتاج ملوثات أخرى جديدة وأكثر خطورة من بينها غاز الأوزون .

٤ – تعد ظاهرة الانقلاب الحرارى أكثر الظاهرات الميترولوجية تأثيراً فى تلوث الهواء بالمنطقة ، لما يصاحبها من انخفاض فى طبقة اختلاط ملوثات الهواء. ومن ثم يرتفع تركيزها بالقرب من سطح الأرض ليصبح تأثيرها خطيراً على صحة الإنسان والبيئة .

٥ – تفتقد المنطقة الجانب الإيجابي الفعال لعنصر المطر كأداة طبيعية للتخلص من ملوثات الهواء الصلبة بسبب شح كميتها وتذبذبها وانعدامها صيفاً حينما يكثر تكرار ظواهر الجو الترابية والعواصف الرملية .

٦ – يعد عنصر الرياح أهم العناصر المناخية المؤثرة فى تلوث الهواء بالمنطقة . إذ يصاحب الرياح السائدة الشمالية والشمالية الغربية نقل ملوثات الهواء من مناطق الجوار الصناعية إلى مدينة الجبيل الصناعية ، ومنها إلى سائر المدن الساحلية بالمنطقة .

٧ – تتمتع غالباً المنطقة برياح ذات سرعة مرتفعة وتندر فترات السكون ويتبع ارتفاع فى سرعة انتشار ملوثات الهواء وتشتتها فينخفض تركيزها وتقل درجة خطورتها على صحة الإنسان .

٨ – يتبع شدة سرعة الرياح ارتفاع فى درجة التلوث بالغبار والجسيمات السابحة تحت سيادة ظروف المناخ الصحراوى واتساع التكوينات الرملية الجافة بالمنطقة .

٩ – يمتد فصل ذروة التلوث بالمواد الصلبة (الغبار – الجسيمات السابحة) ليشمل فصلى الصيف والربيع مع ظهور قمتين فى شهرى يونية ومارس لارتباطه بشدة سرعة الرياح فى المقام الأول .

١٠ – تسهم صناعة الأسمنت والمحاجر بالنصيب الأكبر فى ارتفاع التلوث بالغبار والجسيمات السابحة بالمنطقة .

١١ – يعد مستوى التلوث بالجسيمات السابحة القابلة للاستنشاق خطيراً بمقارنته بالمستويات الصحية المقبولة محلياً وعالمياً .

١٢ – تعتبر صناعة تكرير الزيت المسئول الأساسى عن انبعاث كميات خطيرة من الملوثات الغازية التى تتضمن ثانى أكسيد الكبريت الأكثر خطورة .

١٣ – تعد محطات توليد الطاقة الكهربائية أقل الصناعات تأثيراً فى نوعية الهواء بسبب اعتمادها على الغاز الطبيعى كوقود .

١٤ – تعانى المنطقة من ارتفاع خطير فى مستوى التلوث بغاز كبريتيد الهيدروجين ليصبح ثانى اخطر الملوثات الغازية على صحة السكان .

١٥ – يرتبط التلوث بالغازات النيتروجينية بالانبعاث من الصناعة ووسائل النقل معاً .

١٦ – تؤثر الإمكانيات النفطية للمنطقة بصورة غير مباشرة فى مشكلة تلوث الهواء لما يرتبط بها من تحقيق زيادة مطردة فى عدد السكان يتبعها كثافة فى استخدام وسائل النقل ، فضلاً عن تضخم كمية النفايات بأنواعها المختلفة .

١٧ – يؤدى اعتماد أكثر من نصف وسائل النقل بالمنطقة على البنزين كوقود إلى زيادة خطورتها كمصدر لتلوث الهواء بأول أكسيد الكربون والهيدروكربونات.

١٨ – تسعى الحكومة السعودية إلى حماية البيئة من الآثار السلبية للطفرة الكبيرة ى استخدام وسائل النقل المختلفة عن طريق الاهتمام بحالة الطرق ، وإنشاء مزيد من الطرق المتسعة والمرصوفة والسعى نحو تعديل نوعية الوقود المستخدم وتحسينه ، ومراقبة صيانة السيارات بصفة دوري.

١٩ – يعتبر الانبعاث من وسائل النقل المصدر الأساسي للتلوث بالغازات الكربونية .

٢٠ – ينذر ارتفاع درجة التلوث بالهيدروكربونات بمشكلة بيئية خطيرة بالمنطقة لما يرتبط بها من سرعة إنتاج غاز الأوزون التروبوسفيرى ، ومما يزيد من

خطورتها احتمال ارتفاع تركيزها مستقبلاً كنتيجة للزيادة المتوقعة فى عدد السكان وما يتبعها من زيادة فى استخدام وسائل النقل ، فضلاً عن التوسع المرتقب للصناعات البتروكيميائية فى المنطقة .

٢١ - يعد التلوث بغاز الأوزون هو الأخطر على الإطلاق فى المنطقة فى ضوء مستوى التلوث بالغازات النيتروجينية والكربونية ، وتحت تأثير الخصائص المناخية للمنطقة وموقعها الجغرافى من الخليج العربى .

## ثانياً : التوصيات :

١ - يمكن حصر التوصيات المتعلقة بالانبعاث من النشاط الصناعى فى توجيه الدعوة إلى :

أ - استخدام أحدث التقنيات وأدقها لمكافحة التلوث الناتج عن مصافى تكرير الزيت فى مختلف مراحل الإنتاج عن طريق حرق أول أكسيد الكربون ، وحرق مركبات الكبريت ، والكشف المستمر على المضخات ، والاهتمام المستمر بعمليات الصيانة الدورية .

ب - الاتجاه إلى استخدام نظام التصنيع المغلق (قدر الإمكان) فى الصناعات البتروكيميائية ، واستخدام غرف التحكم الإلكتروني لتشغيل شبكة الاتصالات فى حالة الطوارئ ، وتطبيق نظام آمان آلى لمراقبة الغازات المتسربة إلى الهواء .

ج - تطبيق النظام الرطب لسحق الحجارة فى صناعة الأسمنت لخفض كمية الغلز الأسمنتي والأتربة التى تنطلق إلى الهواء .

د - إنشاء مداخن على ارتفاع كاف يسمح بتشتت وانتشار الملوثات الغازية بعيداً عن سطح الأرض .

هـ - وضع قوانين تجبر المصانع على تحويل جزء من أرباحها إلى عمليات الإصلاح والتخطيط البيئى .

و – التخطيط لاستغلال مصادر الطاقة غير الملوثة للهواء مثل الطاقة الشمسية والرياح بمناطق التجمعات العمرانية الكثيفة السكان لتوفرهما بقوة كبيرة بالمنطقة .

٢ – ضرورة إنشاء مردم صحي ثالث في مدينة الجبيل الصناعية خلال العقود القادمة أن :

أ – تمتد المنطقة السكنية إلى الغرب بمحاذاة الساحل الشمالي للخليج العربية والحد من توسعها جنوباً في اتجاه المنطقة الصناعية .

ب – ضرورة إنشاء حزام أخضر عريض يحد المنطقة السكنية من جهة الجنوب ليعمل كمرشح للملوثات الصلبة ، فضلاً عن امتصاصه لغاز أول أكسيد الكربون .

ج – الاهتمام بتحقيق التهوية العالية عند تخطيط الأحياء السكنية لضمان سرعة انتشار ملوثات الهواء ، وأن تكون محاور الشوارع شمالية جنوبية لتسمح بتوغل رياح الشمال .

٤ – نشر الوعي البيئي بين السكان والمؤسسات وتبصيرهم بالاحتياطات اللازمة الواجب اتباعها حينما يرتفع مستوى تلوث الهواء بغاز الأوزون وغاز كبريتيد الهيدروجين .

٥ – توصيات تتعلق برصد ملوثات الهواء :

أ – زيادة عدد محطات رصد ملوثات الهواء وعناصر المناخ في منطقة الدراسة بصفة عامة ، ومدينة الجبيل الصناعية بصفة خاصة .

ب – إنشاء محطات رصد بيئي دائمة إلى الجنوب مباشرة من مصفاة بترومين شل ومصنع كبريت آرامكو ، والشركة السعودية للحديد والصلب ، وشركة الجبيل للأسمدة لتحديد درجة مساهمة كل منها في مشكلة التلوث .

جـ – إعادة تشغيل محطتي السروج والنخيل حيث تعكس بيانات الأولى مستوى التلوث في أحد الأحياء السكنية القريبة من المطار ، وتعكس الثانية مستوى

التلوث إلى الجنوب مباشرة من مجمع برى الصناعى أحد أهم مصادر التلوث بالغازات الكبريتية .

د – إنشاء محطة لرصد الغازات الكربونية والنيتروجينية على طريق الجبيل – الدمام وأخرى على طريق الجبيل – الكويت لتوفير بيانات دقيقة عن مساهمة وسائل النقل فى مشكلة تلوث الهواء بالمنطقة .

٦ – الاتجاه إلى خفض نسبة الرصاص فى البنزين الناتج من مصافى التكرير بالمنطقة واستبدال الرصاص بمادة مثل ثالثى بيوتل أثير الأقل مساهمة فى تلوث الهواء خاصة وأنه ينتج فعلاً بكميات كبيرة بالمنطقة .

٧ – يفضل إجراء بعض التعديلات على مقاييس نوعية الهواء المطلوبة لمدينة الجبيل الصناعية والمقترحة للمملكة العربية السعودية على النحو التالى :

أ – خفض حد التلوث المسموح لغاز الأوزون خلال ساعة من ١٢٠ و ١٤٥ جزءاً فى البليون إلى ١٠٠ جزءً فى البليون فقط حين يبدأ التأثير الخطير للأوزون على صحة الإنسان ، مع مراعاة عدم السماح بتجاوزه على الإطلاق .

ب – خفض حد التلوث المسموح لغاز كبريتيد الهيدروجين خلال ساعة من ١٤٢ جزءاً فى البليون إلى ٩٨ جزءً فى البليون كحد أقصى حيث يصبح هذا الغاز أكثر سمية من أول أكسيد الكربون عند هذا التركيز .

ويفضل عدم السماح بتجاوزه سواء فى الجبيل أو على مستوى المملكة العربية السعودية ككل .

٨ – محاولة نقل أو الحد من نمو كل من المنطقة الصناعية التى تقع فى غرب الشمال الغربى من المنطقة الحضرية بمدينة الظهران ، وكذا التى تقع فى شمال الشمال الغربى من المنطقة الحضرية بالخبر . حيث أن كل منهما يقع فى مهب الرياح السائدة التى تنقل الملوثات الناتجة عن الصناعة إلى المنطقة الحضرية إذ التحمت تقريباً بالكتل العمرانية فى كل منهما .

٩ – السعى الدؤب لتحقيق التنمية الحضرية الصناعية المرتقية فى المنطقة دون الإخلال قدر الإمكان بالتوازن البيئى .

١٠ – ينبغي أن تتوحد جهود دول العالم حول هدف واحد ألا وهو محاولة الحد من تلوث الهواء حفاظاً على رفاهية الإنسان وصحته ، وحماية للتوازن البيئى، وسعياً للحيلولة قدر المستطاع دون حدوث تغيرات عالمية فى المناخ قد تعرض الإنسان لأخطار المجاعات وترجع بحضارته ومدينة آلاف السنين إلى الوراء .