مجلة مركز بحوث ودراسات

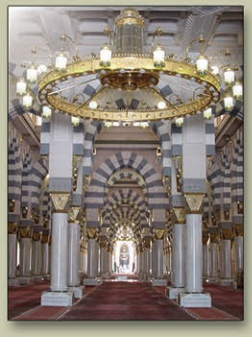
المدينة المنورة

العدد الثاني عشر محرم - ربيع الأول ١٤٢٦ هـ مارس - مايو ٢٠٠٥م

المملكة العربية السعودية
مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة
١٤١٨هـ ١٩٩٧م

١٢

- حوار حول مناهج تدوين السيرة النبوية
- طلع البدر علينا ... دراسة حديثية
- تقرير عن النقوش الصخرية في وادي الصويدرة
- من كنوز النباتات الطبية في المدينة المنورة
- الاتجاه العام لتوزع ملوحة المياه الجوفية بالمدينة المنورة



العوامل المؤثرة بيئيًا في التنمية العمرانية المستدامة

د.عبد البديع حمزة زللي

أستاذ بكلية العلوم في جامعة طيبة بالمدينة المنورة

مقدمة

أصبحت التنمية المستدامة من المتطلبات الرئيسية التي تسعى إليها جميع الدول على نطاق العالم ، وأخذ مضمون الاستدامة يشمل كل الأمور التي تتعلق بحياة الإنسان واحتياجاته المختلفة والمتنوعة. وتعتبر التنمية العمرانية من الأمور التي شملها مضمون الاستدامة .

وتعمل السِّعة الكبيرة ، والمساحات الواسعة المتخللة بين الكتل العمرانية على استدامة التنمية العمرانية في أي مكان ، ومن هنا يفتخر كل مسلم عندما يرى أن الإسلام قد أولى هذه الجانب كل الاهتمام ؛ فلقد كتب الخليفة عمر بن الخطاب ﷺ إلى مُخَطِّط مدينة الكوفة يطلب منه بأن يجعل الشوارع فسيحة ، فيكون عرض الطرق الرئيسية أربعين ذراعاً (الذراع حوالي ٥٠سم) وما يليها ٣٠ ذراعاً ، وما بين ذلك عشرين ، والأزقة سبعة أذرع ، ليس دون ذلك شيء ، والقطائع ٦٠ ذراعاً ، وهذا يدل على اهتمام الخليفة بأن تكون الطرق واسعة مما يجعل هواء المدينة أكثر نقاوة ، وذلك بعد أنْ علم أنَ وخومة البلاد ورطوبتها قد عملت هناك على اصفرار وجوه الناس وتغير ألوانهم وجفاف أعضادهم[1] ، بل وحرص بأن يجعل الساحات الواسعة حول الأماكن التي يتجمع فيها الناس من أجل أن يسير الناس بيسر وسهولة ولا يتزاحموا ، فعندما خط وأنشأ مسجد

(١) خطاب ، ١٩٧١م ، الطماوي ، ١٩٧٦م .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

البصرة ومسجد الكوفة ، قام رجل شديد النزاع ، فرمى في كل جهة من جهات المسجدين بسهم، وأمر أن يبنى ما وراء ذلك[١] .

والمملكة العربية السعودية التي تتخذ من الشريعة الإسلامية منهجاً تطبقه في جميع شؤون الحياة ، وسيراً على النهج الإسلامي ؛ تحرص كل الحرص على تبني كل ما يرقى ويسمو بمشاريعها ومنجزاتها ، وقد سعت بكل طاقاتها وإمكانياتها إلى كل ما يحقق هذا الهدف ، ومن ذلك - على سبيل المثال - توجهها نحو التنمية العمرانية المستدامة ، لكن وجود عدد من العوامل قد يؤدي إلى وجود مشكلات مختلفة ؛ربما تؤثر بشكلٍ أو بآخر في استدامة هذه التنمية ، فإذا كان وضع البنية العمرانية يسمح في المستقبل مثلاً بتهيئة الظروف الملائمة لحدوث كوارث بشرية ضخمة - لا قدر الله - ، أو كوارث طبيعية صناعية ، فإن هذا الأمر يحتاج بشكل ملح إلى جهود كبيرة ، وتخطيطات جديدة قد تشتمل على الهدم والإزالة ، مما قد يؤثر على التنمية العمرانية المستدامة المنشودة في مدن المملكة بشكل عام ، وفي مكة المكرمة والمدينة المنورة بشكل خاص .

وتتلخص أهم العوامل التي تؤثر في التنمية العمرانية المستدامة في أمرين ، هما كما يلي :

- العوامل التي تؤدي إلى تجمع أعداد ضخمة من البشر في نقطة أو منطقة معينة .
- الظواهر الطبيعية الصناعية القاتلة .

ويعتبر الأمر الأول من الأمور التي أخذت تشكِّل مشكلات مختلفة ، أملت على الجهات المسئولة بإجراء مشروعات دراسية وبحثية مختلفة لحل هذه المشكلات ، غير أن الأمر الثاني لم يأخذ حظه من البحث والدراسة..

ونظراً لما قد يترتب على هذا الأمر من خطورة عظيمة محتملة ربما تتعرَّض لها أعداد كبيرة من البشر ؛ خاصة في المدن التي تزدحم بأعداد ضخمة من الناس ، وما ينشأ عن ذلك من حدوث كوارث بشرية قد تودي بحياة آلاف من البشر في فترة زمنية قصيرة - لا قدر الله - عندما تتحقق الظروف البيئية التي تسمح بتكوين الظواهر الطبيعية الصناعية[٢] كظاهرة الضبخن smog القاتل[١] ،

(١) خطاب ، ١٩٧١م .

(٢) الظاهرة التي تحدث في البيئة نتيجة تحقق ظروف مناخية أو كونية طبيعياً ، وبوجود ملوثات خطيرة ناشئة من الصناعة .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

يجعلنا نتناول في هذا البحث دراسة العوامل التي تعمل على حدوث مثل هذه الظواهر ، والتعرف على الأسباب التي تعمل على تفاقم مشكلاتها ، ومعرفة بعض المقترحات التي من شأنها أن تخفف أو تقلل من هذه المشكلات .

بالرغم من أن ظروف المناخ الحالية بالمملكة العربية السعودية قد لا تسمح بتراكم الملوثات الخطيرة في الهواء بكميات عالية جداً ، ولا تسمح غالباً بحدوث ظاهرة الضبخن ، لكن هذه الظروف يمكن أن تتغير في أي زمان وأي مكان .

ونلقي الضوء في ما يلي على ظاهرة الضبخن الخطيرة بتعريفها ، ومعرفة الأسباب التي تعمل على تكوينها ، وما هي الكوارث التي مرت بالعالم نتيجة هذه الظاهرة .

الضباب المُدَخَّن أو الدخاني (ضبخن) Smog هو خليط من ضباب ودخان ، وشاع استخدام هذا المصطلح حالياً للدلالة على أي تلوث يحدث في الهواء ، سواء كان أم لم يكن هذا التلوث مصاحباً بالرطوبة العالية أو الضباب .

يظهر الضباب الدخاني نتيجة سلسلة من التفاعلات الكيميائية تُسمَّى بالتفاعل الكيميائي المتسلسل ، ويعد هذا التفاعل نوعاً من التفاعلات الكيميائية التي تبدأ بمشاركة نواتج ابتدائية تسهم في تكوين نواتج إضافية .

يصنف الضباب الدخاني إلى نوعين هما :

الضباب المُدَخَّن (الضبخن) التقليدي Classical Smog ، ويُعرف بالضبخن الصناعي ، ويتسم بهواء رمادي اللون ، وهو يسود غالباً في المدن الصناعية ، وخاصة في حالة انخفاض درجة حرارة الجو والشتاء الرطب..

والملوثات الرئيسية المتعلقة بهذا النوع من الضباب الدخاني تتمثل في الغبار ، والدخان ، والرماد ، والسِّناج ، وغازات أكاسيد الكبريت ، والجسيمات الدقيقة.

---

(١) ضبخن أو ضبخان كلمة عربية محدثة مركبة من كلمتين : ضباب ودخان ، بعد إخضاعهما لعمليتي النحت والتركيب ، أسوة بالمصطلح الأجنبي smog ، الذي يتركب من أصل الكلمة smoke ، والكلمة fog ، والتي صاغها الدكتور دِسْ فيوكس H.A.Des Foeux عام ١٩٠٥م ، وهو منظّم للجمعيات المهتمة بأمور الدخان .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ويحدث عادة الضباب الدخاني التقليدي في الساعات المبكرة من الصباح في فصل الشتاء ، مؤثراً على الجهاز التنفسي ، ومثيراً للحنجرة لدى كثير من الناس ، وبخاصة أولئك الذين يعانون من مرض الربو .

الضباب المُدَخَّنْ (الضبخن) الكيميائي الضوئي Photochemical Smog ، يتسم هذا النوع بهواء بني اللون ، ويتميز برائحة كريهة ، ويسود غالباً في المدن الكبيرة في الطقس الحار .

والملوثات المتعلقة بهذا النوع من الضباب الدخاني تتمثل غالباً في الأوزون ، وأكاسيد النتروجين ، والهيدروكربونات ، وغاز أول أكسيد الكربون ، والجذور الحرة.، ومعظم هذه الملوثات تنطلق عادة من عوادم السيارات. وعندما تتعرض غازات أكاسيد النتروجين لأشعة الشمس فيمكنها أن تتفاعل مع الهيدروكربونات كالبنزين المحترق جزئياً ، أو المنسكب لتتكون أكاسيد كيموضوئية.

ومن الملوثات المهمة أيضاً مادة نترات البيروكسي أستايل التي يرمز لها بالرمز PAN ، وهي مادة خطيرة ؛ إذ يكفي أن يسبب القليل منها تهيج العين وإصابتها بالألم ، وتهيج الرئتين.، ومثل هذا النوع من (الضبخان) يحدث في منتصف النهار تقريباً في فصل الصيف[1] .

وعندما يحدث طبيعياً انقلاب حراري[2] لوقتٍ طويل ، فإن ذلك يعمل على تراكم الملوثات الخطرة المميتة وارتفاع تركيزها إلى ما بعد الحدود الحرجة ، وتعتبر الطبقة الهوائية التي يحدث فيها الانقلاب الحراري سدًّا أو حاجزًا يمنع صعود الملوثات الغازية والجسيمية إلى أعلى الجو ، مؤدية بذلك إلى تراكمها في هواء المدن ، وتتفاعل الملوثات مع بعضها ، أو مع مكونات الهواء الطبيعية لتنتج ملوثات أخرى ثانوية أشد خطراً على صحة الإنسان ، وأكثر تأثيراً على النباتات والحيوانات والممتلكات الجمادية .

---

(١) زللي ، ١٤١٩هـ .

(٢) الانقلاب الحراري أو الانعكاس الحراري thermal inversion ظاهرة طبيعية تحدث في الطبقة الأولى من المحيط الهوائي ، وفي هذه الظاهرة يحدث عكس الأمر الطبيعي ، فبدلاً من أن تنخفض درجة الحرارة كلما ارتفعنا عن سطح الأرض تزداد درجة الحرارة مع الارتفاع .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وقد تُسَبِّب ظاهرة الانقلاب الحراري تراكم الملوثات الخطيرة لتتجاوز الحدود الحرجة ، أو تكوين (ضبخن) قاتل إذا استمرت هذه الظاهرة لمدة طويلة ، فتؤدي بذلك إلى كارثة بشرية .

فعلى سبيل المثال سبب (الضبخن) عام ١٩٤٨م في دنورا Donora ببنسيلفانيا إصابة وقتل عدد كبير من الناس ، ظلَّ منهم ٦٠٠٠ شخص يعانون من مشكلات صحية ، وقد سُجلت حوادث (ضبخن) قاتل في مدينة لندن عام ١٩٥٠م ، وعام ١٩٥٢م ، وعام ١٩٥٦م ، وفي نيويورك عام١٩٦٣م ، وعام ١٩٦٦م ، وقد أودى (الضبخن) الذي حدث ١٩٥٠م في لندن بحياة ١٠٠٠ شخص ، وفي أسوأ حادثة حدثت في تاريخ هذه المدينة وبالذات في شهر ديسمبر عام ١٩٥٢م كان سبباً في قتل ٤٠٠٠ شخص في مدة خمسة أيام[١] .

وتدل الدراسات التي أجريت في ذلك الوقت أن اجتماع غاز ثاني أكسيد الكبريت مع الدخان كان من الأسباب الرئيسية التي ساهمت في هذه الكوارث[٢] وقد دلت دراسات عديدة أن التزاحم في منطقة التلوث خاصة في الشوارع المحاطة من الجانبين بعمائر مرتفعة ، وعدم توافق سعة الشوارع مع حجم الكثافة البشرية المتواجدة هناك من العوامل التي تعمل على تفاقم مشكلات (الضبخن) .

وفي المملكة العربية السعودية يتزايد التلوث البيئي بهذين الملوثين ، خاصة بعد التوسع بشكل كبير في استخدام وسائل النقل الصغيرة التي تستعمل الديزل كوقود لها ، ولم نكن نعهد من قبل ترسب السِّناج الأسود على سطوح زجاج النوافذ وأجسام السيارات مثلاً ، إلا أنه الآن وبعد أن زاد عدد سيارات الديزل الصغيرة بشكل كبير جدًا ، والتي أصبحت تتوغل في الشوارع الضيقة والأزقة وفي كل مكان من مدن المملكة ، أصبح أي إنسان وبدون أجهزة قياس يستطيع أن يرى بسهولة أثر السناج الأسود في إصبعه إذا ما مرَّره على سطح تُرك لمدة يومين مثلاً دون تنظيف ، كما أن كمية الملوثات الأخرى التي تخرج من عوادم سيارات الديزل أخذت هي الأخرى في الزيادة.، ويُخشى من زيادة تلك المواد

(١) (Hodges, 1977; Randolph, 1993) .
(٢) Randolph, 1993 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الخطـرة ؛ فهنـاك دراسـات حديثـة أظهـرت بشـكل واضـح خطـورة الملوثـات الهيدروكربونية التي تخرج من عوادم سيارات الديزل ، ومنها على سبيل المثال تنطلق من عوادم السيارات مواد شديدة الخطورة تُعَدُّ مواد مُطَفِّرَة mutagens[1] تتمثل في مشتقات مركبات (نيترو) (آزو) (بنـزوبيرين) nitro- azobenzo [a] pyrene ومن مشتقاتها المركبات التالية :

١ – مركبات 1 (3) itro- azobenzo [a] pyrens ، ويرمز لها بالرموز الآتية :

المركب الأول ويُرمز له بالرمز 1 - N - 6 - ABP

المركب الثاني ويرمز له بالرمز 3 - N - 6 - ABP

٢ – أكاسيد 1 - (3) - nitro- 6 - azabenzo[a] pyrene - N - oxides ، ويُرمز لها بالرموز الآتية :

المركب الثالث ويرمز له بالرمز 1 - N - 6 - ABPO

المركب الرابع ويرمز له بالرمز 3- N - 6- ABPO

بُحث عن وجود هذه المواد في نواتج حرق (الديزل) ونواتج حرق (الجازولين) (البنزين) في محركات السيارات ، وقد دلت الدراسة على أنَّ تركيز المركبات الأربعة المنطلقة في النواتج المنبعثة من الديزل كان ترتيبها على النحو التالي : ٤.٩ نجم/جم ، ٧.٧ نجم/جم ، ٢.٢ نجم/جم ، ٣.٨ نجم/جم ، في حين لم توجد في النواتج المنبعثة من حرق البنزين سوى المركب الأول والمركب الثاني بتركيز ٣.٤ نجم/جم ، ٤.٩ نجم/جم على التوالي (Sera et al, 1994) ، أي أنَّ نصف المركبات المُطَفِّرة المذكورة أعلاه لا توجد في النواتج المنبعثة من (البنزين) إضافةً إلى أنَّ وجود المركب الأول والثاني في النواتج المنبعثة من (البنزين) كان بتركيز أقل من النواتج المنبعثة من (الديزل) .

وتشير أبحاث أخرى إلى أنَّ كميات الجسيمات particles التي تسبب أمراض الاستسقاء الرئوي وغيرها من الأمراض ، والتي تنبعث من نواتج احتراق (الديزل) تفوق بكثير تلك التي تنبعث من نواتج احتراق (البنزين)[2] ؛ إذ أشارت هذه

---

(١) مُطَفِّر mutagen : عامل يُزيد معدل الطفرة mutation في الخلايا والكائنات الحية ، كالتعرض للأشعة السينية ، والأشعة فوق البنفسجية .

(٢) (Hirafuji et al, 199 ؛ Mc Clellan, 1987) .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الدراسة إلى أنَّ محركات وسائل النقل التي تستخدم (الديزل) كوقود لها تُطلق في البيئة الجسيمات المؤذية والضارة بالصحة بمقدار يتراوح بين ٣٠ إلى ١٠٠ ضِعف لما ينتج من محركات البنزين، كما أشار ساجيا وزميله إشنوس[١] إلى أنَّ السيارات التي تستخدم الديزل كوقود لها ، زاد استخدامها حديثًا في اليابان ؛ لأنَّ محركات (الديزل) أكثر قوة ، ووقود (الديزل) أقل تكلفة ، غير أنَّ عوادم سيارات (الديزل) تطلق ثاني أكسيد النتروجين NO2 بقدرٍ يفوق ما ينطلق من عوادم سيارات (البنزين) بنحو ٢ إلى ٢٠ ضعفًا ، وتُطلق الجسيمات المؤذية particles بنحو يزيد من ٣٠ إلى ١٠٠ ضعفٍ عمَّا يخرج من عوادم (البنزين) .

وعلى أية حالٍ فإنَّ المركبات (الهيدروكربونية) التي تخرج - سواء كانت من عوادم (الديزل) أم (البنزين) - تُعَدّ من أخطر المواد على صحة الإنسان .

(شكل ١)

الحافلات ووسائل النقل الصغيرة التي تستخدم وقود (الديزل) من أهم المصادر الرئيسية التي تعمل على تلويث هواء الشوارع(بالهيدروكربونات) المسرطنة،وغازات أكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين وخاصة الشوارع المحاطة من الجانبين من العمائر المرتفعة

(١) (Sagai and Ichinose, 1995) .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

موضوع الدراسة :

مما تقدم ذكره يتضح لنا أن عناصر تكوين الظواهر الطبيعية الصناعية الخطيرة، والتي قد تسبب كوارث بشرية ، أخذت تتواجد في بيئة مدن المملكة بشكلٍ متزايد ، الأمر الذي يُملي علينا أن نفكر جديا في هذا الموضوع ، وبتمحص واعٍ ، ونتساءل :

هل أمِنَّا حدوث هذه الظواهر الطبيعية الصناعية القاتلة في أي زمن ، أو في أي مكان من المملكة ؟؟

وهل حالة التخطيط ، ووضع البنية العمرانية في مدن المملكة يسمح بتخفيف المشكلات المختلفة التي تنتج من مثل هذه الظواهر في حالة حدوثها ؟؟ ، أم أنها تعمل على إبراز هذه المشكلات و تفاقمها ؟؟

وإذا كانت حالة ووضع البنية العمرانية في أي مدينة تعمل على تفاقم تلك المشكلات ، فإن هذا يعني أن التنمية العمرانية التي تتحقق فيها هذه الأمور ، هي تنمية عمرانية غير مستدامة ، تحتاج بشكل أو آخر إلى إعادة تخطيط وإزالة حسب حجم المشكلة، وطريقة معالجتها ، وذلك لمعالجة المشكلات العظيمة المحتملة كالكوارث البشرية الضخمة ، أو الكوارث الطبيعية الصناعية التي يُحتمل حدوثها عند توفر ظروف بيئية معينة .

لذا فإن هذا البحث هو دراسة أولية للعوامل التي تؤثر بيئياً في التنمية العمرانية المستدامة ، وتنحصر العوامل في هذه الدراسة فيما يلي :

- العوامل التي تُهيئ لحدوث ظواهر طبيعية صناعية قاتلة.
- العوامل التخطيطية والعمرانية التي تساهم في تفاقم المشكلات المختلفة.
- العوامل التي تُهيئ لحدوث ظواهر طبيعية صناعية قاتلة

ينحصر موضوع هذه الدراسة بالنسبة للظواهر الطبيعية الصناعية القاتلة بشكلٍ رئيسي في قياس أولي للملوثات البيئية التي تنطلق من وسائل النقل ، والبحث في العوامل التخطيطية والعمرانية التي تؤدي إلى تراكم الملوثات الخطيرة في هواء المدن بتركيزات عالية تتجاوز كثيراً الحدود الحرجة ، الأمر الذي

مدى التلوث البيئي :

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

يحتمل أن يسبب كارثة بشرية - لا قدر الله - ، بينما نلقي الضوء فقط في نهاية الدراسة على ظاهرة أخرى طبيعية صناعية قاتلة ، يمكن أو يُحتمل أن تتعرض لها - لا سمح الله - المدن التي تقع في مناطق بركانية .

في دراسة لمعرفة مدى تلوث الهواء في مواقف السيارات حول الحرم النبوي الشريف بأهم الملوثات المنبعثة من عوادم السيارات في أيام شهر رمضان المبارك لعام ١٤٢١هـ[1] ، أظهرت نتائجها زيادة مضطردة في تركيز الملوثات في حالة تزاحم السيارات أثناء أوقات الصلوات بالرغم من استمرار تشغيل وحدات التهوية وتجديد هواء الموقف ، وقد أظهرت النتائج زيادة مضطردة خاصة في تركيزات أول أكسيد الكربون مع تزاحم السيارات ، وسجلت أعلى قيمة في ٢٨ رمضان بتركيز ٦٢٠ جزء في المليون ، وهذا التركيز يزيد عن أقصى حد مسموح به بمقدار ١٧ ضعفا ، وبينت النتائج أيضاً أن تركيزات ثاني أكسيد الكبريت كانت غالباً دون حساسية الأجهزة ، أي أن تركيزاته كانت منخفضة جداً ، ولكن من حين لآخر كان يرتفع فجأة تركيز هذا الغاز بشكل كبير ، نتيجة لاحتمال مرور وسيلة نقل تستعمل وقود الديزل، وقد سجل أعلى تركيز لهذا الغاز في ١١ رمضان بقيمة ١٨.١ جزء في المليون ، وهذا التركيز يزيد عن أقصى حد مسموح به بمقدار ٦٥ ضعفاً.

ولأن بيئة المدن تتشابه إلى حدٍ ما مع البيئات المغلقة في حالة حدوث انقلاب حراري عليها يستمر لعدة أيام ؛ فربما يدل مدى التلوث الذي حدث في هذا الموقف على مدى خطورة الوضع في ما لو حدثت ظاهرة انقلاب حراري يعمل على تراكم الملوثات بشكل كبير في هواء المدن التي تتزاحم فيها أعداد السيارات، ويتزاحم في شوارعها أعداد كبيرة من البشر، ولا يتناسب فيها سعة الشوارع مع حجم الكتل البشرية المتواجدة فيها.

العوامل التخطيطية والعمرانية :

نحصر هنا العوامل التخطيطية والعمرانية في الآتي :

- موقع وبُعْد المنطقة الصناعية عن المنطقة العمرانية .

(١) زللي ، ١٤٢١هـ .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

- ارتفاع المباني وعرض الشوارع .
- الكثافة السكانية وسِعة الشوارع .
- عرض أرصفة المشاة وكثافة المرور .
- موقع أحواض الأشجار والزرع على الأرصفة .
- الوحدات السكنية والتجارية والتعليمية ... الخ والفضاءات المطلوبة حسب الوضع الاجتماعي بالمملكة .
- ثقل المباني وطبيعة الأرض المقامة عليها.

موقع وبُعْد المنطقة الصناعية عن المنطقة العمرانية :

من أهم العوامل التخطيطية التي تجعل هواء المدن يتلوث بصفة دائمة ومستمرة بالملوثات البيئية المختلفة ، عدم مراعاة الموقع المناسب والبعد المناسب للمناطق الصناعية[١] عن المدن ، وعدم مراعاة الظروف الجوية السائدة ، إذ تُمثل هذه المناطق مصدراً نقطياً رئيسيا لتلويث هواء المدن ، حتى ولو كان موقعها بعيدا عن المدينة ؛ فللرياح أثرها الفعَّال في انتشار الملوثات الهوائية ونقلها من أماكن بعيدة إلى المدن ، وفي الوقت نفسه تعمل الرياح أيضا على تخفيف تركيز الملوثات في الهواء ، إذا روعي عند التخطيط مراعاة اتجاه الرياح[٢] .

ويمكن الحد من وصول الملوثات الصادرة من المناطق الصناعية إلى المدن بإنشاء مشاريع زراعية تحيط بالمدن تعمل على تنقية الهواء ، وفي الوقت نفسه تعمل على تحسين مناخ المدينة ، وتعطي منظراً مبهجاً ، وتكون متنفساً للناس ، ويطلق على مثل هذه المشاريع بالأحزمة الخضراء .

وهناك معايير تؤخذ عند عمل المساحات الخضراء للطرق والشوارع داخل المدن - إذا وجد مجال لتطبيقها - منها ما يلي :

- زراعة مساحة بعرض ٥٠مترًا بين الشارع الرئيسي والمباني المجاورة لتخفيف وصول الضوضاء إليها .

---

(١) لا يدخل في هذا المضمون الورش المختلفة والمتنوعة ، وإنما يُقصد به المصانع ومسابك المعادن التي تنطلق في الهواء من مداخنها الملوثات الغازية والجسيمية .

(٢) زللي ، ١٤١٩هـ .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

- زراعة مساحات بعرض يتراوح مداه من ٢٠٠متر إلى ٣٠٠متر حول المناطق الصناعية من أجل أن تساهم في الحد من انتقال الملوثات إلى المدينة .
- زراعة الأشجار المظللة بعرض ٦ إلى ٨أمتار على جوانب الطرق.

وتدل نتائج الدراسات والأبحاث العديدة التي أجريت لدراسة تأثير التشجير في الحد من أثر التلوث البيئي في المدن على نجاح هذا العمل ، فتعد موسكو - مثلا - أقل مدن العالم الكبيرة تلوثاً بسبب فصل المناطق الصناعية بأحزمة من الغابات والأشجار ، وانخفضت معدلات التلوث في طوكيو لنفس السبب[١] .

ارتفاع المباني وعرض الشوارع :

يعتبر علماء التلوث البيئي الشوارع الضيقة نسبياً والمحاطة من الجانبين بالمباني المرتفعة ، كأودية عميقة لا تسمح بتهوية جيدة ، وتعمل على عدم تبدد الملوثات التي تتواجد في هواء هذه الشوارع ، فتسبب تراكمها فيه[٢] .

ويعتبر الشارع المحاط من جانبيه بسلسلة من المباني المتجاورة والتي ترتفع من ١٤ دور إلى ١٨ دور كواد عميق بعمق تقريبي عن سطح الأرض يتراوح بين ٥٠متراً إلى أكثر من ٦٠متراً.، ويمثل هذا الارتفاع مع عدم وجود مساحات واسعة تفصل بين المباني ، وعدم وجود شوارع مفتوحة متعامدة على هذا الشارع - لتعمل كمجاري تسمح بجريان الرياح - من أهم العوامل التي تساعد على تراكم الملوثات الخطيرة في حالة حدوث ظاهرة انقلاب حراري منخفض ؛ إذ إن الشوارع المتعاقبة بعضها تلو بعض والمتعامدة مع الفرجات والطرقات والشوارع تعتبر كمصدَّات وحواجز عالية تحول دون التهوية الجيدة في هذه الأماكن ، ولا تسمح بجريان الرياح الأفقية التي من شأنها نقل الملوثات خارج المدينة ، وتخفيف آثار التلوث في المدن[٣] .

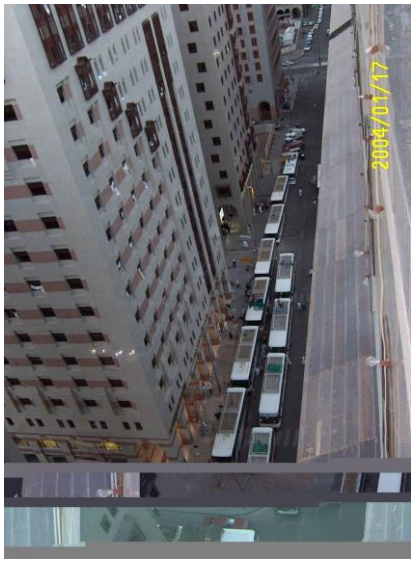
---

(١) فاضل، ١٩٩٦م .

(٢) Edwards, 1974; Smith, 1976 .

(٣) Stern, et al., 1973 .

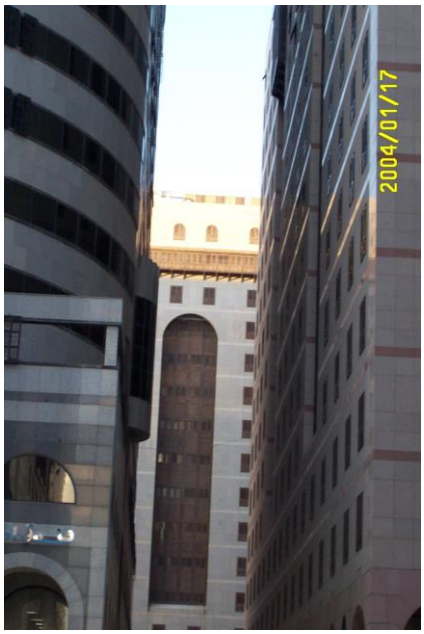
المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



(شكل
٢ ، ٣)
يعتبر علماء التلوث البيئي الشوارع التي تحاط من الجانبين بالمباني العالية كأودية عميقة ، تسمح ببقاء الملوثات فيها أوقات طويلة ، ولا تسمح بتبددها وتشتتها بسرعة

(شكل ٤)
عندما ينغلق الشارع بشارع آخر يتعامد عليه، فإن العمائر الموجودة أمام نهاية الشارع تمثل سداً يحول دون التهوية الجيدة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



(شكل ٥)

لأن الشوارع العادية المحاطة من الجانبين بالعمائر العالية كأودية عميقة تسمح ببقاء الملوثات لوقت طويل ولا تعمل على تبددها ، فإن مثل هذه الشوارع الضيقة جداً تعتبر كشَقٍ سحيقٍ في الأرض ، يمكن أن يتغطى سقفه بسهولة بالغة بحاجز غير مرئي من الهواء الدافئ ، يمثل طبقة رقيقة من الانقلاب الحراري ، الأمر الذي قد يمثل خطورة بالغة على حياة الناس الذين يتواجدون في مثل هذه الشوارع ، خاصة عندما تكون مزدحمة بالمرور وبالمشاة وغالباً ما تسبب مثل هذه الشوارع إعاقة للإخلاء وصعوبات لرجل الأمن في حالة حدوث أمر طارئ ، أو تشكل صعوبات لوحدات الدفاع المدني في حالة حدوث حريق في الأدوار العالية من المباني المرتفعة ، الأمر الذي يزيد من احتمال ارتفاع عدد الإصابات ، وتأخر الإسعافات .

هل يمكن أن يحدث انقلاب حراري صناعي ؟

ومن المحتمل جداً أن تتهيأ في المستقبل الظروف التي تسمح بتكوين انقلاب حراري عند مستوى سطح هذه المباني ، وذلك بعد أن يكتمل بناء المنشآت العمرانية في المنطقة المركزية بالمدينة المنورة ويتم تشغيلها ، فاحتمال تكوين طبقة هوائية دافئة صناعية تغطي كامل مساحة المنطقة بشكل مستمر كبير جداً ؛ لأن هذه المباني تحتاج لوحدات تكييف عملاقة تتناسب مع حجم المباني الكبير ، توضع غالباً فوق سطحها ، وسوف ينتشر فوق سطح كل مبنى عدد كبير من وحدات التكييف ، الأمر الذي سيجعل جميع مساحة المنطقة المركزية تتغطى بعدد

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

هائل من هذه الوحدات ، والتي ستقذف في الجو في وقت واحد وعند مستوى سطح المباني هواءً حارًا ، يعمل على تكوين الطبقة الهوائية الدافئة عند هذا المستوى من الارتفاع خاصة في حالة هدوء الرياح أو سكونها ، وعندما تسمح ظروف المناخ باستمرار الانقلاب الحراري لمدة طويلة ، فهي بذلك تشكل سقفاً أو حاجزًا منخفضًا على ارتفاع المباني ، الأمر الذي يجعل الملوثات البيئية تتراكم بسرعة كبيرة في هواء الشوارع ، وقد تتجاوز الحدود الآمنة في وقت قصير ، مما يسبب خطورة عظيمة خاصة لكبار السن ، والذين يعانون من الأمراض الصدرية ، والأطفال والسيدات الحوامل[1] .

(شكل ٦)
تمتلئ بشكل كثيف أسطح العمائر الضخمة بوحدات التكييف حتى إنه يُخَيَّلُ إليك أنك موجود في منشأة صناعية ، إذ تعمل كل وحدة تكييف كمصدرٍ لإطلاق الحرارة

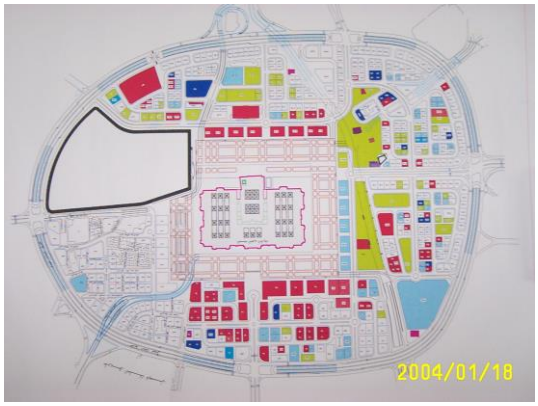
(١) عمر ، ٢٠٠٢م .

الكثافة السكانية و سِعة الشوارع :

إذا تحقق وجود كثافة سكانية كبيرة ، وكتلة بشرية ضخمة في شارع واحد لا تتناسب سِعته مع أعداد الناس المتواجدة في الشارع ، فإن هذا الأمر يعتبر من أهم العوامل التي ربما تسبب كارثة بشرية - لا قدر الله - في حالة حدوث أي أمر طارئ ؛ إما بطريق فيزيائي كالدهس والاختناقات ، أو بطريق كيميائي بتكوين الملوثات الكيميائية الخطيرة ، وزيادة تركيزها في هواء الشارع المزدحم بالناس .

وقد يؤدي عدم تناسب عرض الشوارع مع ارتفاع المباني وتزاحم المشاة فيها إلى وجود مشكلات مختلفة من أهمها صعوبة الإخلاء .

(شكل ٨)



تمثل كل قطعة حمراء مصدر إشعاع حراري بسيط عند سطح المباني ، ومع اكتمال البنية العمرانية في المنطقة المركزية بالمدينة المنورة ستصبح جميع هذه المنطقة مساحة حمراء ، تعني إمكانية تكوين طبقة رقيقة من الهواء الدافئ على مستوى ارتفاع العمائر، مما يساعد في زيادة إمكانية تشكيل حاجز هوائي غير مرئي يمنع تصاعد الملوثات، ويسبب في تراكمها في الشوارع الضيقة جداً، وقد يشكل خطورة بالغة على حياة الآلاف من البشر عندما تتحقق الظروف البيئية المناسبة لذلك .

معوقات الإخلاء :

إن ضيق الشوارع والتزاحم الشديد للمشاة فيها يعتبر من أهم معوقات الإخلاء مما قد يسبب صعوبات لرجال الأمن، في حالة حدوث أمر طارئ ، أو صعوبات لوحدات الدفاع المدني في حالة حدوث حريق في الأدوار العالية من المباني المرتفعة ، الأمر الذي يزيد من احتمال ارتفاع عدد الإصابات ، وتأخر الإسعافات .

إن المباني الكبيرة التي تستوعب عددًا كبيرًا من النزلاء ، والقريبة من الحرم المكي بمكة المكرمة ، والحرم النبوي بالمدينة المنورة وخاصة في أوقات الصلاة.، هي كمضخات تضخ باستمرار أعدادًا كبيرة من البشر في مثل هذه الشوارع ، مما يعمل على تزاحم مستمر ، وصعوبة كبيرة في حركة المشاة .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وكي نقف بسهولة على حجم مثل هذه المشكلة ، نعرض مثالاً لأحد الشوارع المخططة التي لم تكتمل فيه البنية العمرانية .

فماذا يكون الوضع والحال عندما تكتمل فيه جميع البنية العمرانية ؟؟

(شكل ٧ ، ٨)

يبدو من خلال الصورة أن التزاحم في الشوارع الضيقة في الأوقات العادية البعيدة عن وقت الصلاة، مقبول، غير أنه في أوقات الذروة فإن التزاحم يكون كبيراً جداً وتصعب الحركة فيه ويبقى المشاة زمناً طويلاً، مما قد يعرضهم إلى مشكلات ارتفاع تركيز الملوثات عندما تتحقق الظروف المناسبة لتكوينها، الأمر الذي يعرض كبار السن والمصابين بالأمراض الصدرية إلى أخطار صحية بالغة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وكنموذج يمدنا بالأرقام لهذا المثال نذكر في ما يلي بيانات وأرقام لشارع رئيسي من الشوارع الواسعة القريبة من الحرم النبوي الذي يجري العمل في تنفيذه :

- طول الشارع : ٦٥٠م
- عرض الشارع : ٣٢م
- عرض رصيف المشاة : ٤م
- عدد المباني الموجودة على كل جانب : ١٧ مبنى (٣٤ مبنى على الجانبين)
- متوسط عدد النزلاء في كل مبنى : ١٢٦٥ شخص .

ومن خلال هذه البيانات نقف على عدد الأشخاص المتوقع خروجهم من المباني الواقعة على هذا الشارع في وقت الصلاة ، إذ تتجاوز قيمة هذا العدد ٤٣٠٠٠ شخص ، إضافة إلى ذلك فإن هناك أعداداً أخرى من الناس ستأتي من الشوارع الأخرى التي تصب في هذا الشارع ، فيزداد بذلك حجم الكتلة البشرية المفترض وجودها في هذا الشارع ، وقد تصل إلى ٦٠٠٠٠ شخص أو أكثر .

والسؤال الذي يطرح نفسه هل سِعة الشارع المذكور في المثال ، تتناسب مع هذه الأعداد الكبيرة من البشر ؟ وهل المساحة المطلوبة لكل شخص يسير في هذا الشارع ، ومعدل التدفق والسرعة تتفق مع المعايير والمقاييس اللازمة ؟ وهل هناك إمكانية متاحة للإخلاء في حالة الطوارئ ؟

يدل كتيب أو دليل سعة الطرق بالولايات الأمريكية Highway Capacity Manual (U. S. Dept. of Transportation,1985) ، أنه يمكن تحديد مدى معين للمساحة المطلوبة لكل شخص ، وكذلك معدل التدفق والسرعة وبالتالي يمكن تحديد خصائص التدفق.؛ فعندما تكون المساحة المتاحة للشخص الواحد تساوي أو أقل من ١.٤م^{٢}/شخص فإن المشاة مجبرين على السير بمعدل بطيء ، أما إذا كانت المساحة المتاحة للشخص تبلغ من ٠.٥٦م^{٢} إلى٠.٧٤م^{٢} ، والسرعة ٢.٧٤كم/ساعة ، فالحركة تكون غير طبيعية وجماعية وأن الشخص لا يملك حرية الحركة داخل المجموعة نتيجة الزحام .

ولو حسبنا مساحة الشارع المتاحة لجميع المشاة بطول ٦٠٠م ، فإن هذه المساحة تقدر بـ ٢٠٨٠٠م^{٢} ، وبناء على هذا ، فإن المساحة المتاحة لكل شخص يسير في

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جميع مسارات هذا الشارع (الرصيف الأيمن ، والأوسط ، والأيسر + مساري السيارات الطالع والنازل) تتراوح من ٠.٣٥م٢ إلى ٠.٤٨م٢ ، وهذه المساحة هي مساحة ضيقة جداً ، تعيق الحركة تماماً ، بل إن المعايير الأمريكية تدل على أن المساحات المتاحة للشخص المُعيقة لحركة المشاة هي أكبر بكثير ، وبمقدار يتراوح من ٧ أضعاف إلى أكثر من ١٠ أضعاف للمساحة المحسوبة ، فقد دلَّ كتيب سعة الطرق أن قدرة الشخص على عبور أو اجتياز طابور مشاة في الاتجاه العرضي تضعف في المساحات التي تبلغ من ٣.٢٥م٢ إلى ٣.٧م٢ ، وفوق هذا المعدل فإن احتمال حدوث تعارض أثناء اجتياز الطابور تصل إلى صفر ٪ ، وفي حالة ما تكون المساحة المتاحة للشخص الماشي في طابور المشاة أقل من ١.٤م٢ فإن أي اجتياز أو اختراق لهذا الطابور يواجه تعارضاً.، بل إن تجاوز شخص آخر يعتبر مستحيلاً إذا بلغت المساحة المتاحة ١.٧م٢/شخص .

وكما أشرنا أعلاه فإن المساحة المتاحة للشخص الذي يسير في الشارع قد حُسِبت على أساس استغلال كامل الشارع للمشاة فقط ، أما لو اقتصر سير المشاة على الرصف فقط ، فإن المساحة المتاحة للشخص ستبلغ حداً لا يمكن تحقيقه.، وهذا يدل دلالة واضحة على مدى المشكلات الكبيرة التي ستواجه الجهات المسئولة بالدولة ، وتواجه الحجاج في حالة اكتمال البنية العمرانية في الشوارع الجاري العمل على تنفيذها ، ومدى الخطورة العظيمة التي ستواجه الكتلة البشرية الضخمة التي تتواجد في الشارع في حالة حدوث أمر طارئ ، أو عندما تتجاوز تركيزات الملوثات البيئية في الهواء المستويات والحدود الحرجة نتيجة تغير فجائي للظروف المناخية ، والأكثر صعوبة أن سعة الشارع المحدودة جداً ، وغير المتناسبة مع حجم الكتلة البشرية يشكل عائقاً عظيماً للإخلاء في حالة الطوارئ ، ويخلق مشكلات أمنية عديدة .

ولعل حجم الخسارات البشرية التي نتجت عن حوادث (الضبخن) التاريخية التي حدثت في لندن وغيرها من المدن ، يجعلنا نتصور حجم وضخامة الخسارة البشرية التي يحتمل أن تتعرض لها - لا قدر الله - الأعداد البشرية التي سوف تتواجد في المستقبل في الشوارع القريبة من الحرم ، عندما يكتمل بناء جميع المباني ؛ إذ إن

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

هذه المنشآت ستضخ في الشوارع كتلاً بشرية عظيمة ، ومن باب المقارنة بحوادث (الضبخن) السابقة ، فإنه لم يكن متواجداً أعداد ضخمة من البشر متكتلة ومتجمعة في منطقة محددة مثل ما هو متوقع تواجده في المستقبل في الشوارع القريبة من الحرم ، وبالرغم من ذلك فقد كانت الخسارات البشرية فادحة .

ومع مرور الزمن تظهر تدريجياً معالم التكتل البشري في الشوارع الجاري فيها تنفيذ المنشآت العمرانية ، ولذا فإن المساحات الخالية الآن من العَمَار تعتبر عاملاً حقيقياً يحول دون التكدس البشري في الشوارع ، وفي الوقت نفسه يعمل بشكل جيد على تهوية المنطقة ، ويساعد في تبديد ملوثات الهواء وعدم تراكمها فيه .

ومن هذا المنطلق ، وخوفاً من احتمال حدوث مشكلات مختلفة قد يذهب ضحيتها آلاف من البشر ، ينبغي بشكلٍ مُلِح إعادة دراسة استغلال المساحات الخالية من العَمَار تجارياً ، بحيث يمكن استخدام سطح هذه الأراضي لإقامة ساحات واسعة وميادين تسمح بفك الاختناقات البشرية ، وتعمل جيداً على تهوية المنطقة ، وتخفيف آثار التلوث ، مع أنه في الوقت نفسه من الممكن استغلالها تجارياً بإقامة عدد من الأدوار السفلية تحت الأرض ، وبذلك يخدمنا سطحها في حل مشكلات الأمور البيئية ، ويخدم باطنها المستثمر تجارياً ، ويعمل أيضاً على استيعاب جزء من الأعداد البشرية المتواجدة في المنطقة.، وهذا الأمر يحتاج إلى دراسات عميقة ومستفيضة حتى نخرج بنتائج جيدة تجنبنا أخطاراً تزداد فرصة حدوثها مع قدوم السنين القادمة – لا قدر الله – .

عرض أرصفة المشاة وكثافة المرور :

تحديد عرض الأرصفة : يتعرض المشاة على الأرصفة ، وخاصة في الشوارع المحاطة من الجانبين بالعمائر المرتفعة والمزدحمة بالسيارات إلى استنشاق الغازات السامة والجسيمات الدقيقة ذات الأحجام الكبيرة نسبياً (من ميكرونات إلى عدة ملليمترات) المشتملة على المعادن الثقيلة والمواد الأخرى الخطرة[1] التي تعمل حركة السيارات على إثارتها في هواء الشوارع والطرق بشكلٍ لا يمكن عادة رؤيتها ، غير أن معظم هذه الجسيمات تهوي مباشرة على جانبي الطريق ، وعلى

(١) Loredo, et al.,2003; Sharma and Pervez, 2003 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

بُعد أمتار فقط يصل تركيز بعضها إلى الحدود الطبيعية ، أما في الطرق السريعة المفتوحة فتكون أحجام الجسيمات المنطلقة من عوادم السيارات أصغر وتنتشر إلى مسافات أبعد[١] لذا فمن الأفضل أن تكون الأرصفة داخل المدن أكثر عرضاً من تلك التي تكون في خارج المدن ، على أن يتناسب العرض مع كثافة السيارات وارتفاع المباني ، ويتناسب كذلك مع أعداد المشاة.

الفضاءات المطلوبة حسب الوضع الاجتماعي بالمملكة :

توجد معايير مختلفة لتحديد عدد الفضاءات المخصصة لمواقف السيارات المخصصة للوحدات السكنية ، والتجارية ، والتعليمية ، والصناعية ...الخ ، تختلف باختلاف الدولة ؛ ففي بريطانيا على سبيل المثال يحدد عدد ٢ فضاء لكل منزل من المنازل الإنجليزية الصغيرة ، وعدد ٥ فضاءات لكل ٩٣ محلاً من المحلات التجارية في الضواحي، وعدد١ فضاء لكل ١٠ أسرة لفنادق المدينة، وعدد ١ فضاء لكل ٣ أسرة للفنادق الأخرى ، وعدد ١ فضاء لكل ٤٦.٥ من مساحة المصنع[٢] .

ونجد أن مثل هذه المعايير لا تطبق في كثير من المناطق في المدن المختلفة بالمملكة ، وخاصة فيما يخص كثيراً من المساجد ، والمدارس ؛ إذ لا تتوفر غالباً فضاءات تسمح بوقوف سيارات الموظفين على الأقل ، فضلاً عن المواقف اللازمة لوقوف سيارات الطلاب ، فالوضع الاجتماعي كما هو معروف لدى معظم الناس في المملكة العربية السعودية يختلف كثيراً عن ذلك الوضع في البلاد الأخرى ، إذ يمتلك كثير من المواطنين والمقيمين أيضاً سيارات خاصة ، وربما امتلك كل ابنٍ بالغ في بعض العوائل سيارة خاصة به .

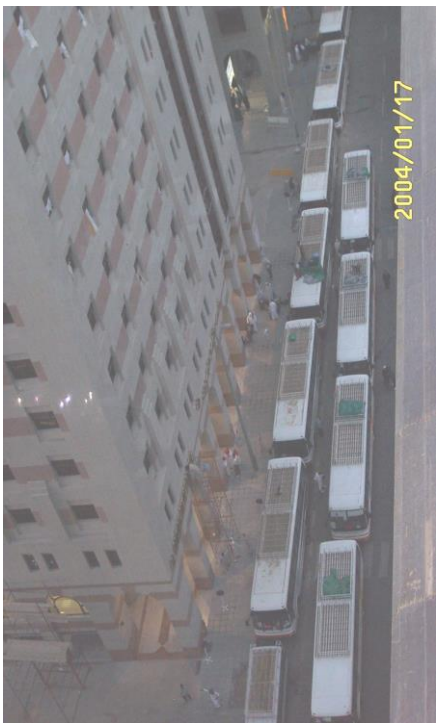
ونتيجة لعدم توفر الفضاءات الكافية يحصل تزاحم عظيم وتكدس كبير للسيارات حول كثير من المدارس ، والمساجد ، المحاطة بالشوارع الضيقة ، الأمر الذي يؤدي إلى انطلاق كميات كبيرة من الملوثات المختلفة من عوادم السيارات، وتبقى هذه الملوثات في هواء هذه البيئات ، وخاصة غاز أول أكسيد الكربون

(١) Smith, 1976; Zolaly, 1987; Zolaly and Kandil, 1990; Zolaly, 1996 .

(٢) أحمد ، ١٩٩٦م .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

السام الذي لا يتبدد بسرعة، مما يُعرِّض الطلاب لمشكلات صحية مختلفة، ويُسبب لهم صعوبة في الفهم والإدراك .



(شكل ٩ ، ١٠)

ومن أجل تنمية عمرانية مستدامة ، فمن الضروري جداً عند عمل المخططات الجديدة مراعاة الفضاءات المطلوبة كمواقف للسيارات ، ليس وِفق المعايير الدولية ، ولكن وفق معايير محلية يلزم دراستها وحسابها حسب الوضع الاجتماعي لمعظم الناس بالمملكة ، كما ينبغي توفير المساحات الواسعة لهذا الغرض حول المساجد والمدارس الموجودة ، وخاصة لتلك التي توجد حولها أراضٍ بيضاء لم يبدأ العمار بها

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

إن عدم توفر العدد المناسب من الفضاءات المطلوبة لوقوف الحافلات التي تنقل النزلاء من وإلى العمائر السكنية، يعمل على خلق مشكلات عديدة ومنها ما يلي :

١ - انسداد الشارع .

٢ - تزايد ازدحام المشاة ، وإعاقة حركتهم .

٣ - تعطيل وإرباك حركة المرور في الشوارع الأخرى .

(شكل ١١)

يحتاج تفويج سكان وحدة سكنية واحدة عدداً من الحافلات يتراوح ما بين ٢٥ إلى ٢٨ حافلة ، تبقى أمام هذه الوحدة السكنية وبالقرب منها زمناً طويلاً من أجل تحميل العفش والاركاب ، الأمر الذي يعمل على إغلاق الشارع تمامًا

سبل وقاية المناطق العمرانية من تأثيرات الظواهر البيئية القاتلة :

وفي حالة عدم توافق ارتفاع المباني وسِعتها السكانية مع عرض الشوارع فينبغي دراسة التصميم من جديد بأسلوب لا يتعارض مع ما تم إنجازه من مشاريع بنائية ، وبشكلٍ يمكن تطويعه مع المخططات والتصميمات الحالية.

ومن المقترحات التي يمكن الأخذ بها ما يلي :

استغلال الأراضي البيضاء :

يمكن استغلال الأراضي البيضاء التي لم يبدأ العمار بها ، واستخدامها بأسلوب يحقق الأهداف التالية :

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

١ - فك الاختناقات البشرية

يمكن استخدام الأراضي التي لم يُشرع العمار بها، كمساحات تفك الاختناقات البشرية بطريق مباشر وغير مباشر. وذلك باستغلال ما تحت الأرض منها فقط، إذ من الممكن أن يقوم عليها تحت الأرض مشروع استثماري تجاري، فيعمل سطح هذه الأراضي في فك الاختناقات البشرية بشكلٍ مباشر، وتعمل الأدوار السفلية التي تحت الأرض في فك هذه الاختناقات بشكلٍ غير مباشر عن طريق امتصاص أعداد من الناس تقوم بالتسوق أو الزيارة.

٢ - زيادة التهوية :

من المنطقي أن يساهم عدم إقامة مبان ظاهرة على سطح الأرض في زيادة التهوية، الأمر الذي يعمل على سرعة تبدد الملوثات، وتقليل إمكانية ارتفاع تركيزاتها.

٣ - مواقف للحافلات :

يمكن أن يستغل سطح بعض الأراضي البيضاء الذي يقع بين عدد من الوحدات السكنية كمواقف للحافلات لفك الاختناقات المرورية والبشرية التي تحدث نتيجة لذلك في هذه الشوارع .

٤ - إقامة مساحات خضراء :

لعل استخدام سطح بعض الأراضي البيضاء في إقامة مساحات خضراء تحتوي على أشجار الظل البيرة يضفي على المناطق العمرانية مساحة من الجمال، ويعمل على مكافحة التلوث البيئي، ويساعد كثيراً في استغلالها للراحة أو الانتظار.

تقليل عدد الأدوار في المباني الجديدة :

يسهم تقليل عدد الأدوار في المنشئات الجديدة في تقليص عدد النزلاء فيها ، ومن ثم يعمل ذلك على تقليل الكتلة البشرية التي تتواجد في الشوارع ، وتخفف من التزاحم .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

موقع أحواض الأشجار والزرع على الأرصفة :

من المألوف أن تكون أحواض الأشجار والزرع في وسط الرصيف في الشوارع ، ويكون مسار المشاة على جانبي الحوض ، غير أن هذا التصميم لا يتلاءم مع ظروف التلوث البيئي الذي يحدث في الهواء داخل المدن ، الأمر الذي يجعل المشاة يتعرضون بشكل مباشر إلى الملوثات المختلفة التي تخرج من عوادم السيارات، وتسقط بسرعة في المنطقة الضيقة من حافتي الطريق .

أحواض الأشجار بالوعة تمتص غاز أول أكسيد الكربون السام :

إضافة إلى المهمة الجمالية التي يسهم بها تشجير الشوارع والطرق ، فإن التشجير يُسهم أيضاً في تخفيف تركيز الملوثات التي تنطلق من عوادم وسائل النقل المختلفة ، والملوثات الأخرى التي تصل إليها من المصادر الصناعية التي لا تبتعد كثيراً عن المدن ، ويعمل التشجير على امتصاص غاز أول أكسيد الكربون المتواجد في هواء وبيئة جوانب الطرق بطريق غير مباشر عن طريق التربة الرطبة الموجودة في الأحواض التي تنمو عليها الأشجار والنباتات الأخرى المزروعة فيها .

يزيد غاز أول أكسيد الكربون في هواء الأماكن المغلقة والشوارع الضيقة المحاطة من الجانبين بالمباني المرتفعة والتي تزدحم فيها السيارات ؛ وربما تتفاقم مشكلات هذا الغاز في هذه الأماكن ؛ لأنَّه لا يتبدد بسرعة .

ومن المعروف أن غاز أول أكسيد الكربون معروف له سمية شديدة ، وتكمن خطورته في أنه أودى ولا يزال يودي بحياة من تعرَّض ويتعرَّض له بتركيزات عالية .

وقد دلت نتائج الدراسات والأبحاث التطبيقية أن التربة تعتبر من المصارف الطبيعية لإزالة غاز أول أكسيد الكربون من الهواء، عن طريق بعض الكائنات الحية التي تعيش فيها ، إذ وُجِدَ أن بكتريا الميثان مثل Methanobacterium وبكتريا Methanosarcina تعمل في غياب الهيدروجين على أكسدة غاز أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون ، واختزاله إلى الميثان في وجود الهيدروجين ، وكذلك تعمل بعض الكائنات الحية الدقيقة الأخرى مثل الباسيللس Bacillus والكلوستريديوم Clostridium على تأيض أول أكسيد الكربون ، فتكون هذه الكائنات سبباً

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

في تصريف هذا الغاز السام من البيئة بكفاءة ، وقد دلت نتائج الأبحاث أن هذه الكائنات استطاعت أن تعمل على إزالة هذا الغاز، ليصل تركيزه من ١٢٠ جزء في المليون إلى صِفر في مدة ٣ساعات تقريباً، وعليه تعمل زيادة سطح التربة المعرضة للهواء في الشوارع والغنية بالكائنات الحية الدقيقة على إزاحة غاز أول أكسيد الكربون من الهواء بشكل مستمر[١] ، ويشير بني وزملاؤه[٢] أن ٩٥ ٪ من غاز أول أكسيد الكربون يُزال من الهواء بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة .

وسائل وطرق زيادة كفاءة التشجير من أجل مكافحة التلوث :

نشير هنا إلى بعض الوسائل والطرق التي بتطبيقها نعمل على زيادة كفاءة التشجير والزراعة في الشوارع داخل المدن ؛ لتزيد من قدرتها على مكافحة التلوث البيئي في المدن. ومن هذه الوسائل والطرق ما يلي :

١ - **اختيار النباتات الجيدة :** سبق أن أشرنا إلى أن قدرة النباتات على إزالة الملوثات المختلفة من الهواء تختلف باختلاف جنس ونوع وهيئة النباتات، فهناك نباتات تستطيع أن تزيل من الهواء كميات كبيرة من الملوثات بقدر يفوق أضعافاً مضاعفة قدرة النبتات الأخرى، ومن هنا ينبغي علينا أن نختار الأنواع الجيدة من النبتات التي تخدم هذه المهمة، وفي الوقت نفسه يلزمنا أن نبتعد عن زراعة الأشجار المعروفة بإنتاجها الغزير لحبوب اللقاح التي تسبب إثارة الحساسية، فعلى سبيل المثال أوضح كثير من الباحثين في الولايات المتحدة الأمريكية وجنوب أفريقيا والكويت والسعودية أن حبوب اللقاح لشجر الظل والزينة الذي يُسمى علمياً Prospis juliflora والمعروف باسم المسكيت Mesquite والموجود في أرصفة الشوارع في بعض المدن في هذه الدول قد عمل على إثارة الحساسية لبعض الناس، فأصبح هذا النوع من التشجير مصدراً من مصادر التلوث البيئي الطبيعي بدلاً من أن يكون عاملاً يُكافح التلوث.

(١) Imman, et al., 1971 .

(٢) (Penney et al., 1976 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٢ - **توسعة الأحواض** : من المعتاد أن تكون أحواض الأشجار على شكل مربعات صغيرة على جانب الرصيف ، الأمر الذي يجعل مساحة سطح التربة المعرضة للهواء في الشوارع قليلة ، ولأن للتربة أهمية كبيرة في إزالة بعض الملوثات ، فإن توسعة الأحواض بشكل مناسب ، يعمل على زيادة سطح التربة المعرضة للهواء ، فيؤدي ذلك من جانبٍ آخر إلى زيادة حجم وظيفة التشجير والزراعة في الشوارع لمكافحة التلوث.

٣ - **العمل على زيادة المحتوى العضوي في التربة** : يؤدي العمل على زيادة المحتوى العضوي الطبيعي في تربة أحواض الأشجار والأزهار إلى تكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي أشرنا سابقا إلى أهميتها الإضافية في مكافحة التلوث البيئي .

٤ - **إبعاد مسار المشاة عن حافة الطريق** : من أجل أن يبتعد المشاة داخل المدن عن التعرض للجسيمات الدقيقة التي تسقط بكثافة على الجهتين الملتصقتين بحافتي الطريق ، وتهوي عليها بسرعة فمن الأفضل أن يتغيَّر تخطيط الرصف المعمول به حالياً ، والذي يجعل عادة حوض الأشجار والأزهار في وسط الرصيف ، ومساري المشاة على جانبيه. ولعل عمل أحواض طولية تبدأ من حافة الرصيف الملاصقة للطريق ، بحيث يكون مسار المشاة بعدها ، يجعل المشاة يبتعدون عن الحافة الملاصقة لطريق السيارات ، وبذلك يتجنبون أخطار التعرض للملوثات الساقطة بكثافة في المنطقة الحافية الضيقة. ومن جانبٍ آخر فإن سير المشاة بعيداً عن حافة الرصيف يجعلهم بإذن الله في مأمنٍ من حوادث السيارات.

٥ - **زيادة مساحة الحدائق والمنتزهات** : بعد أن أدركنا حقيقة دور الأشجار والنباتات في مكافحة التلوث البيئي بجميع أشكاله وأنواعه ، فإنه يصبح من المنطقي أن نعمل على زيادة عدد ومساحة الحدائق والمنتزهات ، ليس من أجل الاستمتاع بجمالها وحسب ، وإنما لنزيد أيضاً طاقتها لمكافحة التلوث البيئي في بيئتنا التي نعيش فيها .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ثِقَل المباني وطبيعة الأرض المُقامة عليها :

من المعروف أن ثقل عمود الماء في منطقة المياه المحجوزة بواسطة السدود الصناعية المقامة في مناطق مختلفة من العالم ، يشكل ضغطاً على الأرض تختلف قوته حسب ارتفاع أو انخفاض منسوب الماء المحجوز ، ويلعب ثقل هذه المياه دوراً واضحاً في سلوك وحركة مكونات باطن الأرض ، من أجل الموازنة الذاتية ، مسببة مشكلات مختلفة .

وثقل الكتل الخرسانية للمباني الضخمة المتجمعة بكثافة في منطقة ما وعلى أرض رسوبية ، يمارس ضغطاً كبيراً على الأرض مثل ذلك الضغط الناتج من ثقل المياه المحجوزة بالسدود ، وربما يشكل هذا الأمر خطورة كبيرة في المستقبل - لا قدر الله - ، خاصة إذا كانت المنطقة المقامة عليها المباني من المناطق البركانية .

ولعل إقامة أدوار سفلية تحت الأرض في المنشآت العمرانية الضخمة ، يشكل نوعاً ما من التوازن ، فكمية التربة الكبيرة المزالة لأجل هذا الغرض لها ثقل كبير محدد ، وإزالة هذه التربة من مكان المنشأة العمرانية تعمل على تخفيف الضغط الممارس طبيعياً على الأرض ، ولكن مع البدء في إقامة المنشأة ، يعود الضغط تدريجياً على الأرض ، غير أن الضغط الجديد قد يكون أقل ، أو مساوياً ، أو أكبر من الضغط الطبيعي الذي كان على منطقة المنشأة حسب وزن الكتل الخرسانية لكامل المبنى.، ومن الممكن أن تستغل هذه العملية في إعادة نفس الثقل إلى مكانه دون زيادة واضحة أو نقص كبير ، إلا أن هذا الأمر يحتاج إلى حسابات دقيقة .

وخشية من احتمال حدوث زلازل ، أو حدوث انفجار بركاني في مثل هذه المناطق ؛ نتيجة لثقل وضغوط الكتل الخرسانية على مكونات باطن الأرض ، والتي متى وَجدت قشرة أرضية رقيقة ، أو منفذاً ، خرجت وسببت انفجاراً بركانياً ، لذا فإنه ينبغي دراسة هذا الأمر دراسة واعية متأنية من الجهات الحكومية والكليات المتخصصة ، حتى لا يأتي وقت لا سمح الله نندم فيه على ذلك.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

المراجع العربية

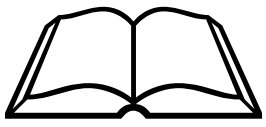
- أحمد ، فاضل حسن ، هندسة البيئة ، ط١، البيضاء : منشورات جامعة عمر المختار ، الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى ، ١٩٩٦م
- خطاب ، محمود شيت ، الفاروق القائد ، ط٤ ، دار الفكر ، ١٣٩١هـ/١٩٧١م
- عمر ، محمد إسماعيل ، مقدمة في علوم البيئة ، ط١ ، القاهرة ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، ٢٠٠٢م
- زللي ، عبد البديع حمزة ، مقدمة لعلوم التلوث البيئي ، الجزء الأول : تلوث الهواء ، ط١ ، المدينة المنورة ، ١٤١٩هـ/١٩٩٨م
- زللي ، عبد البديع حمزة ، جودة الهواء بمواقف السيارات حول الحرم النبي الشريف ، ندوة أبحاث الحج بالمدينة المنورة لعام ١٤٢١هـ ، معهد خادم الحرمين الشريفين
- الطماوي ، سليمان محمد ، عمر بن الخطاب وأصول السياسة والإدارة الحديثة – دراسة مقارنة، ط٢ ، دار الفكر العربي ، ١٩٧٦م

المراجع الأجنبية

- **Edwards, H. W., (1974)**, Environmental Contamination Caused by Lead, NSF Interim Report, Colorado State Univ.,Fort Collins
- **Hirafuji, M., Sakakibara, M., Endo, T., Murakamai, S., Mori, Y., Sagai, M. and Minami, M.,** (1995), Biological Effects of Diesel Exhaust Particles (DEP) on Tissues and Cells Isolated From Respiratory Tracts of Guinea Pigs Res. Commun. Mol. Pathol. Pharmacol. 90 (2): 221 - 234.
- **Hodges, L**., (1977), Environmental Pollution, 2 nd Ed. Holt, Rinehart and Winston, New York, P. 425.
- **Imman,R. E., Ingersoll,R. B. and Levy, E. A.,** (1971), Natural Sink for Carbon Monoxide. Science 172:1229 – 1231
- **Loredo, J., Ordonez, A., Charlesworth, S. and Miguel, E. DE. (2003),** Influence of Industry on the Geochmical Urban Environment of Mieres (Spain) and Associated Health Risk, Environmental Geochemistry and Health, 25 (3): 307 - 323
- **Mc Clellan, R. O., (1987),** Health Effects of Exposure to Diesel Exhaust Particles. Annu- Rev. Pharmacol. Toxicol. 27: 279 - 300.
- **Penney, D. G., Bederka, Jr., McLellan, J. S., Coello, W. F., Saleem, Z. A. and Khan, M. A. Q. (1974)**, Ecological and Health Effects of Pollutants in Automobile Exhaust, in: M. A. Q. Khan and John P. Bederka, Jr. (ed.), Survival in Toxic Environments, Academic Press, Inc., London

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

- **Randolph, J., (1993), Smoke in :** Grolier International Encyclopedia, V. 17, P. 345-347, Grolier Incorporated, Danbury, U. S. A.
- **Sera, N., Fukuhara, K., Miyata, N. and Tokiwa, H., (1994),** Detection of Nitro - azobenzo [a] pyrene Derivatives in the Semivolatile Phase Originated from Airborne Particulate Mattor, Diesel and Gasoline Vehicles, Mutagenesis 9 (1): 47 - 52.
- **Sharma, S. and Pervez, S., (2003),** Enrichment and Exposure of Particulate Lead in a Traffic Environment in India, Environmental Geochemistry and Health, 25 (3): 297 - 306
- **Smith, W. H., (1976),** Lead Contamination of the Roadside Ecosystem, Journal of the Air Pollution Control Association 26 (8): 753 - 766.
- **Stern, C. A., Wohlers, H. C., Boubel, R. W. and Lowry, W. P., (1973),** Fundamentals of Air Pollution. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, Academic Press, New York.
- **U. S. Dept. of Transportation, (1985),** Highway Capacity Manual, Special Report 209, Transportation Research Board, Washington D. C.
- **Zolaly, Abdul Badee Hamza, (1987),** Monitoring of Metals in Soils and Dust in: The Deposition of Metals in Different Environments With Special Reference to Jeddah- Saudi Arabia, ph. D. Thesis, Sheffield University, U. K.
- **Zolaly, Abdul Badee Hamza, (1996),** Contamination of Roadside Soils by Lead, Cadmium and Zinc in Madinah Area, Saudi Arabia, Biological Sciences 4: 97 - 105.
- **Zolaly, A. B. H. and Kandil, A. H., (1990**), Lead Concentrations in the Air of Roadside Environments - Madina, S. A. Unpublished Paper.



المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة