FRIEDRICH EBERT STIFTUNG
EGYPT OFFICE

CEDARE
سيدارى

جمهورية مصر العربية - وزارة البيئة
Arab Republic of Egypt-Ministry of Environment

ورقة سياسات: المناطق منخفضة الانبعاثات (LEZs)
والمتطلبات الأساسية لإنشاء مدن مستدامة وتوفير هواء نظيف في مصر

د.أحمد الضرغامي، م.مها عطية، يناير ٢٠٢١

ورقة سياسات:
المناطق منخفضة الانبعاثات (LEZs) والمتطلبات الأساسية لإنشاء مدن مستدامة وتوفير هواء نظيف في مصر

إعداد

د. أحمد الضرغامي

م. مها عطية

المشاركون

د. حسام علام

مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا (سيداري)

شكر وتقدير

خالص الشكر ***للكيميائي/ مصطفى مراد، رئيس قطاع نوعية البيئة بجهاز شئون البيئة*** لما قدمه من دعم ورؤى قيمة، وأيضًا ***السيد/ وليد منصور*** وزملائه العاملين بمكتب مؤسسة فريدريش إيبرت في مصر لما قدموه من إسهامات ونصائح ومشاركات قيمة، ما يجعل هذا التقرير المقدم في حينه ملائمًا وملبيًا لمتطلبات السياق المحلي.

خالص الشكر أيضًا إلى جميع المساهمين لمشاركتهم بالأفكار من خلال الاستشارات، بما في ذلك الدكتورة/ داليا لُطيّف، مجموعة البنك الدولي والمهندس/ سيد متولي، رئيس جهاز تنظيم النقل البري بوزارة النقل، والسيد/ كريم طراف، مؤسس شركة هوا دوا (HAWA DAWA)، والمهندس/ محسن صبرة، شركة مواصلات مصر، والسيد/ محمد حجازي، شركة مواصلة للقاهرة (TfC)، والمهندس/ أيمن محمد، شركة إلكتريفايد، وأيضًا المهندسة/ هبة عطية والمهندس/ عماد عبد الحميد والسيدة/ سالي الفيشاوي لما قدموه من دعم عيني، بالإضافة إلى مجموعة واسعة من المساهمين الذين شاركوا رؤاهم خلال إجراء عملية البحث الأساسية.

يناير، ٢٠٢١

* ورقة سياسات: المناطق منخفضة الانبعاثات (LEZs) والمتطلبات الأساسية لإنشاء مدن مستدامة وتوفير هواء نظيف في مصر، ٢٠٢١

نبذة عن مؤسسة فريدريش إيبرت (FES) في مصر

استلهامًا من أهداف مؤسسة فريدريش إيبرت العامة والمتمثلة في تعزيز الديمقراطية والعدالة الاجتماعية، ودعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية، بدأت المؤسسة عملها في مصر في عام ١٩٧٦. حيث يعمل المكتب بمصر منذ أكثر من ٤٠ عامًا بالتعاون مع شركاء محليين في إطار اتفاقية مبرمة مع الحكومة المصرية. وهذه الاتفاقية معتمدة بقرار جمهوري رقم ١٩٧٦/١٣٩ وموافقة البرلمان المصري، ومن ثم جُددت هذه الاتفاقية في عام ١٩٨٨ وأُعتمدت بقرار جمهوري رقم ١٩٨٩/٢٤٤ وموافقة البرلمان المصري.

وفي مارس ٢٠١٧، تم التوقيع على البروتوكول الإضافي في برلين من قبل الحكومتين المصرية والألمانية، تعديلًا على الاتفاقية الثقافية لعام ١٩٥٩.

وقد صدق البرلمان المصري على هذا البروتوكول في يوليو ٢٠١٧ ودخل حيز التنفيذ في نوفمبر بموجب القرار الجمهوري رقم ٢٠١٧/٢٦٧.

تعاونت مؤسسة فريدريش إيبرت العامة مع شركاء مصريين في المجالات الآتية:
البيئة والتنمية المستدامة
التنمية الاجتماعية والاقتصادية
تمكين المجتمع المدني
التعاون الاجتماعي والحوار الدولي

*هذا التقرير لا يعبر عن رأي مؤسسة فريدريش إيبرت، ويتحمل المؤلف المسؤولية الكاملة عن محتوى التقرير.

نُبذة عن مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا (سيداري)

مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا (سيداري) هو منظمة دبلوماسية دولية غير ربحية يقع مقرها في مصر. ولقد تأسس المركز استجابة للاتفاقية التي اعتمدها مجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة (CAMRE) في عام ١٩٩١، وبناءً على مبادرة من جمهورية مصر العربية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) والصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي (AFESD).

تتمثل مهمة مركز سيداري في توفير القيادة والدعوة للحوكمة الرشيدة للتنمية المستدامة، من خلال بناء الموارد البشرية والقدرات المؤسسية، والنهوض بالبحوث التطبيقية والتقنيات الصديقة للبيئة والعمل كمحفز لتعزيز العمل التعاوني بين العالم العربي وأوروبا والمجتمع الدولي.

شعار العلامة التجارية

العلامات التجارية والشعارات الخاصة بمؤسسة فريدريش إيبرت، وفريدريش إيبرت (مكتب مصر) مملوكة لمؤسسة فريدريش إيبرت وتُستخدم برخصة من مالك العلامة التجارية.

مؤسسة فريدريش إيبرت
مكتب مصر
٤ شارع الصالح أيوب
١١٢١١ الزمالك، القاهرة - مصر
هاتف: ٨-٢٧٣٧١٦٥٦ ٠٢ ٠٠٢
فاكس: ٢٧٣٧١٦٥٩ ٠٢ ٠٠٢
www.fes-egypt.org
fes@fes-egypt.org

بدعم من
مؤسسة فريدريش إيبرت

نسخة مجانية

المحتويات

ملخص تنفيذي ٤

١. لماذا نطرح سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات (LEZs) في مصر الآن؟ ٦

٢. الاتجاهات العالمية في مجال المناطق منخفضة الانبعاثات ٨

٢.١ نظرة عالمية عامة وتعريف بالمناطق منخفضة الانبعاثات ٨
٢.٢ المحددات المختلفة للمناطق منخفضة الانبعاثات ٩
٢.٣ سياقات وتدابير التخطيط للسياسة ١٤
٢.٤ الآثار المترتبة ١٧
٢.٥ الثغرات الشائعة والاعتبارات المختلفة للدول النامية ١٩

٣. تحليل الوضع في مصر ٢٢

٣.١ الأولويات المحددة في مشكلة تلوث الهواء ٢٢
٣.٢ الآثار المترتبة على الارتفاع الكبير لنسبة الكبريت في الوقود ٢٤
٣.٣ متى يمكننا البدء في استخدام أجهزة التحكم في الانبعاثات بالمركبات؟ ٢٦
٣.٤ فرصة تاريخية لحل أزمة جودة السولار في مصر ٢٦
٣.٥ استخدام نهج المدينة أولاً لاستعمال أنواع وقود أنظف ٢٧
٣.٦ لجنة الوقود وانبعاثات المركبات ٢٧
٣.٧ تحديات رصد جودة الهواء وتقييمها ٢٨
٣.٨ التقدم المُحرز والقيود المتعلقة بمراقبة المركبات وإدارة البيانات ٣٠
٣.٩ المخاطر الاجتماعية والسياسية ٣٠
٣.١٠ ضعف الحالة الصحية والقدرة على التأقلم وكوفيد-١٩ ٣١

٤. ما ينبغي فعله بالتوازي مع تطبيق سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات؟ ٣٣

٤.١ الوضع الراهن والفجوات الحالية ٣٣
٤.٢ سلامة الطبيعة والأشجار والتنوع البيولوجي في المناطق الحضرية ٣٣
٤.٣ تقييم الأثر البيئي ومشاركة المواطنين في النقل ٣٤

٥. الخاتمة وتوصيات للمخططين ٣٧

٥.١ التدابير (العاجلة) قصيرة المدى [٢٠٢١-٢٠٢٢] ٣٨
٥.٢ التدابير متوسطة المدى [٢٠٢١-٢٠٢٤] ٣٨
٥.٣ التدابير متوسطة وطويلة المدى [٢٠٢١-٢٠٣٠] ٣٩

المراجع ٤١

الملحق ١: سيناريوهات افتراضية للمناقشة ولأغراض توضيحية ٤٦

ملخص تنفيذي

تهدف ورقة السياسات إلى تقديم مفاهيم المناطق منخفضة الانبعاثات الى السياق المصري بأسلوب سهل الفهم على عامة الجمهور وغير الخبراء والخبراء على حدٍ سواء. كما تهدف أيضًا إلى مناقشة وضع الدولة من حيث مدى استعدادها لتطبيق سياسات المناطق منخفضة الانبعاثات وتقديم التوصيات بشأن كيفية تلبية تلك التطلعات بطريقة تتناسب مع الوضع الحالي.

تعد المناطق منخفضة الانبعاثات هي نطاقات يتم فيها تقييد حركة المركبات المسببة للتلوث بطرق مختلفة. وقد ظهر مفهوم المناطق منخفضة الانبعاثات منذ عام ١٩٩٦ في السويد، وكان يستهدف في البداية مركبات النقل الثقيل التي تعمل بوقود *السولار* على وجه الأولوية، ولكنه توسع لاحقًا ليشمل مزيدًا من أنواع المركبات، مصحوبًا بتدابير أخرى للحد من الاستخدام غير المقيد للسيارات الخاصة أيضًا. وبناءً عليه، تشير القيود المفروضة على المركبات إلى أن هناك حاجة إلى وضع تدابير موازية للتأكد من مدى ملاءمة المنطقة لاستخدام بدائل التنقل الأخرى (على سبيل المثال، يجب أن تكون المناطق منخفضة الانبعاثات جزءًا من استراتيجية أوسع نطاقًا تشمل أيضًا توفير أماكن للمشاة، وراكبي الدراجات، ورحلات الميل الأخير، والنقل العام والمساحات العامة، وما إلى ذلك).

عادة ما يتم التشجيع على تقليل الاعتماد على السيارات الخاصة من خلال العمل على إنشاء مدن *آمنة ومريحة وممتعة*. ويترتب على ذلك تدريجيًا آثارًا أخرى تتعلق بالحفاظ على التراث والمساحات الخضراء والأماكن العامة، بالإضافة إلى عناصر أخرى خاصة بالشوارع والمدن والمجتمعات الحضرية المستدامة. لذا، فإن المناطق المنخفضة الانبعاثات ومتطلباتها الأساسية والتدابير الموازية لها تعد جميعها عوامل تمكينية لاستراتيجية التنمية المستدامة في مصر، *ورؤية مصر لعام ٢٠٣٠*، وأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs)، وخصيصًا الهدف الحادي عشر من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة الذي ينص على: *جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة وقادرة على الصمود ومستدامة*.

من خلال المشاورات المكثفة مع المساهمين، والإشارة إلى التجارب الدولية، وتحليل الوضع في مصر، شكلت هذه الورقة العديد من التوصيات لتحديد الخطوات والتدابير الرئيسية لمتابعة مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات في مصر، وقد وُضعت تلك التوصيات خصيصًا بهدف مراعاة السياق المحلي والأولويات في التصدي لمخاطر تلوث الهواء في مصر.

التوصيات الرئيسية لمصر لتحقيق أهداف الاستدامة لعام ٢٠٣٠:

- **وضع معايير وقود السولار منخفض الكبريت (يورو-٥) (أو مواصفات مماثلة منخفضة الكبريت) وتطبيقها في منطقة القاهرة الكبرى** (نهج المدينة-أولاً) ومن ثم تطبيقها على نطاق الدولة. وهذا يتماشى مع التوسع الحالي في طاقة التكرير والإنتاج المحلي لوقود السولار يورو-٥ (ومؤخرًا مع إنتاج الشركة المصرية للتكرير في مجمع مسطرد للبترول الحالي [MPC])، وكذلك مع عمليات التقليص الجارية بشأن الاعتماد على الاستيراد حيث يتغلغل الغاز الطبيعي في القطاع تدريجيًا.
- **تنفيذ مخططات خاصة بأسطول مركبات النقل الثقيل الأنظف،** بما يشمل مخططات الاستبدال والتخريد والتعديل التحديثي حيثما كان ذلك ممكنًا (على سبيل المثال، التأكد من أن جميع الحافلات والشاحنات تحتوي على أجهزة/مرشحات للتحكم في الانبعاثات على الأقل، مع تحسين قدرات مراقبة انبعاثات المركبات، إلى جانب الاستمرار في طرح تكنولوجيات بديلة).
- **إنشاء وحدة للتنقل الحضري المستدام في جهاز تنظيم النقل البري** (وفقًا لاختصاصاتها) بالتعاون مع وزارة البيئة، لتوفير وبناء القدرة على نشر تخطيط المناطق منخفضة الانبعاثات وتعزيز لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية (*UVARS*) المنظمة بالتعاون مع وزارة البيئة وإعادة تقييم قدرات واختصاصات اللجان ذات الصلة التي تعالج مسألة الوقود والمركبات النظيفة مع وزارة الداخلية والجهات المعنية الأخرى.
- **وضع وتنفيذ وتحديث معايير لانبعاثات المركبات وتسجيل فئات الانبعاثات لكل مركبة بدءًا** من مركبات النقل الثقيل أولاً، إلى المركبات الخفيفة والفئات الأخرى.
- **إعادة النظر في لوائح/إرشادات تقييم الأثر البيئي لمشاريع الطرق** للحصول على متطلبات أكثر شمولاً لمشاريع إنشاء الطرق، مع التركيز على المناطق السكنية (حاليًا تعد مشاريع إنشاء الطرق التي يصل طولها إلى ٥ كيلومترًا مطالبة فقط بتلبية أدنى فئة من فئات متطلبات تقييم الأثر البيئي حتى لو كانت في منطقة حضرية ذات كثافة سكانية).

- **وضع خارطة طريق وخطة عمل لتطوير مخطط للمناطق المنخفضة الانبعاثات بالقاهرة الكبرى**، بما في ذلك النهوج التدريجية من حيث المحددات الجغرافية والتنظيمية، بقيادة وزارة البيئة وجهاز تنظيم النقل البري المختصتين بشكل أساسي بتعزيز تخطيط التنقل ومخططات لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية في مصر.
- **تطبيق التدابير الخاصة بشبكات الأمان الاجتماعي للتخفيف من حدة الآثار الاجتماعية السلبية** على الفئات الضعيفة المتضررة، بما في ذلك إعادة توجيه عائدات تدابير المناطق المنخفضة الانبعاثات نحو تدابير التخفيف/الحماية.
- **تبني الحلول التكنولوجية المتقدمة لرصد وإدارة جودة الهواء** لدعم تخطيط وتقييم أثر المناطق منخفضة الانبعاثات ، مثل أساليب التحليل المستجدة التي أتاحها تقدم استخدام بيانات الأقمار الصناعية والذكاء الاصطناعي والتحسينات التي طرأت على تكامل بيانات حركة المرور لزيادة الدقة والأهمية والكفاءة، وفرص تحسين مستوى التغطية وخفض التكاليف.
- **توفير وقود السولار منخفض الكبريت (فئة يورو-٥) على مستوى الدولة** ونشر مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات على مستوى الدولة لتشمل المدن الأخرى بترتيب الأولوية.
- **تضمين المناطق منخفضة الانبعاثات في كل من استراتيجية تطوير النقل المستدام ورؤية جودة الهواء لمصر لعام ٢٠٣٠** لتتماشى مع مشاريع التنمية الكبرى والاستفادة من عمليات تنفيذ النقل العام والطرق الجارية.
- ***التسويق الاجتماعي* والتخطيط القائم على التواصل:** الحاجة إلى التخطيط القائم على التسويق الاجتماعي تمثل إحدى الأفكار المشتركة المستحسنة في جميع الأنشطة والتداخلات العمرانية (وذلك للتوجيه بشأن كيفية وضع إطار للتدابير وإبلاغ الجمهور بها، وأيضًا كيفية ضمان التقبل والمشاركة، وما إلى ذلك)، والذي وفقًا للتجارب الدولية كان عاملاً أساسيًا للنجاح.

جرى توضيح التوصيات الواردة أعلاه لتسليط الضوء على القضايا الخاصة بالظروف في مصر. حيث هناك الكثير من التوجيهات المتاحة بشأن المدن المستدامة الموجودة بالفعل في الوثائق الحالية الخاصة بالمؤسسات الرائدة، إلا أنه لا يوجد إلا قدر محدود من المحتويات المناسبة المخصصة للأولويات والسياقات المحلية. وفي هذا الصدد، قُدمت هذه الورقة لتكون تكملة لأحدث المعارف العالمية حول المدن المستدامة من أجل تسهيل تبني مفهوم المناطق منخفضة الانبعاثات في مصر، وفي بعض الحالات اقتراح سبل للتقدم بخطوات واسعة في مراحل التنمية حيثما أمكن ذلك.

١. لماذا نطرح سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات (LEZs) في مصر الآن؟

تعد سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات (LEZs) مخطط يتم بموجبه فرض قيود على المركبات المسببة للتلوث داخل نطاقات ذات حدود معينة، مثل مدينة كاملة أو منطقة تجارية مركزية أو منطقة تاريخية محددة.

لطالما كان تلوث الهواء في مصر يشكل تحديًا مزعجًا ومثيرًا للقلق، ولم تكن البيئة الداعمة للتوجه نحو استخدام أنواع وقود أنظف أو استخدام تكنولوجيات بديلة مراعية للبيئة كافية بعد لمثل هذا التحول الضروري للهواء النظيف. إلا أن مع التطورات الأخيرة الواعدة في مصر حاليًا، من الممكن إعادة تقييم هذا الاستعداد.

أشار أبرز ما تحتويه الدراسات السابقة وتوصيات السياسات إلى تحديات ارتفاع نسبة الكبريت في وقود السولار (٢٦٠٠ جزء في المليون وفقًا للدراسات التي أجراها مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا)، كما أشار إلى ارتفاع تكاليف التدهور البيئي (التي يمكن أن تصل إلى ١,٤٪ من الناتج المحلي الإجمالي[١])، وسلط الضوء على التحدي الرئيسي المتمثل في غياب أجهزة التحكم في الانبعاثات في مركبات النقل الثقيل (تم مناقشة التفاصيل في هذا التقرير).

لكن، مع التطورات الأخيرة، حاليًا، يناقش هذا التقرير كيف أصبحت مصر في وضع أفضل من أي وقت مضى للانتقال من التخطيط إلى العمل بسبب التطورات التمكينية الرئيسية الجارية:

- تهدف الخطة الوطنية إلى التحول من وقود السولار إلى الغاز الطبيعي والكهرباء في قطاع النقل، وهى مدفوعة بإرادة سياسية قوية وواضحة، ويزداد إحكام ذلك من خلال التطورات الأخيرة في توسعات قطاع الطاقة التي توفر كهرباء نظيفة. ذلك فضلاً عن اكتشافات الغاز الطبيعي في البحر الأبيض المتوسط، والذي يمكن أن يحل محل وقود السولار تدريجيًا.
- حدوث الطفرة الأخيرة في توافر وقود السولار الأنظف (فئة اليورو-٥) كطاقة جديدة لتكرير النفط في عام ٢٠١٩ (الشركة المصرية للتكرير، وغيرها في خط الإمداد).
- انطلاق مصر في إنشاء بنية تحتية لأنظمة النقل الذكي (ITS) على مستوى الدولة ورقمنة أنظمة وخدمات الإدارة المرتبطة بها، وتعميم التعريف الحديث للمركبة (أجهزة تحديد الهوية بموجات الراديو (RFID)). كل ذلك يهدف إلى تأهيل البنية التحتية لأنظمة النقل الذكي، والتدابير المصاحبة اللازمة لإدارة التنقل وتنفيذ المناطق منخفضة الانبعاثات ومراقبتها والتحكم فيها.
- توسيع شبكة محطات تحصيل الرسوم لتحسين إدارة النقل البري، مما يتيح خيارات لإجراءات التدخل الخاصة بتغريم الملوث (وحوافز للمركبات النظيفة) إلى جانب برنامج تطوير شبكة الطرق الوطنية.
- انطلاق مصر في تصنيع وبدء تشغيل الحافلات الكهربائية والسيارات الكهربائية والبنية التحتية للشحن، بالإضافة إلى وضع استراتيجية وطنية للسيارات الكهربائية.

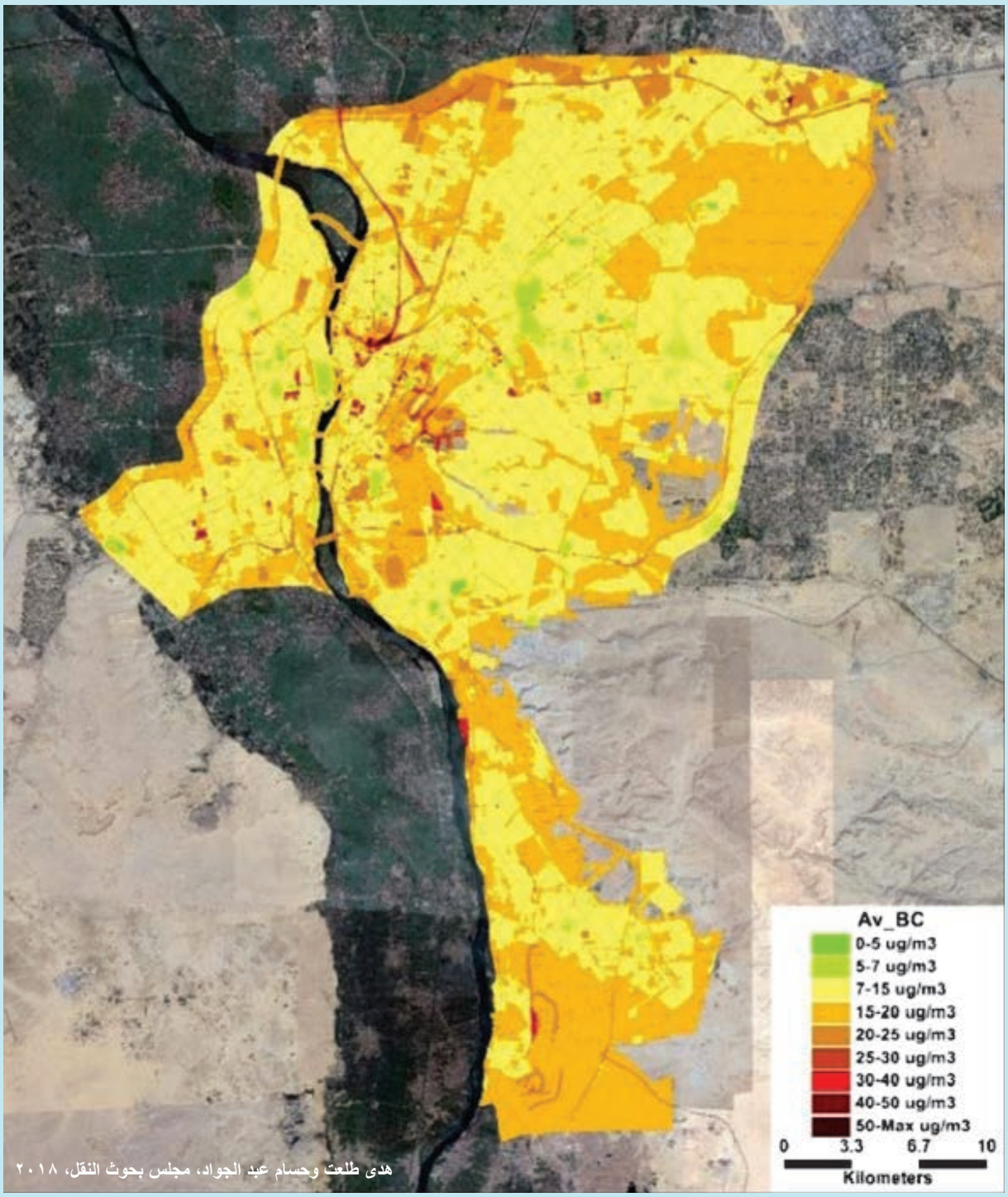
بناءً على ذلك، أصبح من الممكن اليوم، أكثر من أي وقت مضى، مناقشة الانتقال "بخطوات واسعة التقدم" عمليًا نحو السياسات التحويلية لهواء أنظف، بما في ذلك الإجراءات الفعالة المتخذة بشأن تطوير مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات. علاوة على ذلك، ستجعل مثل هذه الفرصة مصر من الدول الرائدة في أفريقيا والشرق الأوسط، ما يوفر مزيدًا من الإلهام والدعم للدول المجاورة التي تواجه تحديات مماثلة.

يوضح هذا التقرير وفقًا لذلك، أنه تم توفير عديد من العناصر بالفعل، ويهدف أيضًا إلى "حسم الأمور" والدعوة إلى إقرار مخطط شامل قوي ومطلوب بشدة. كما يعرض التقرير أحدث المعارف العالمية حول المناطق منخفضة الانبعاثات، والدروس المستفادة من دراسات الحالة، وتحليل الوضع في مصر. وينتهى التقرير بعرض التوصيات المقترحة بشأن الخطوات المقبلة، بهدف مواجهة التحديات التي تواجهها المدن المتنامية بمصر، وارتفاع معدلات استخدام المركبات.

تلوث الهواء في مصر: الانتقال من التحليل العلمي إلى وضع السياسات

الصورة التالية تعرض مخطط حراري يشير إلى وجود مستويات عالية من التلوث (الكربون الأسود) في القاهرة الكبرى بما في ذلك "المناطق شديدة الانبعاثات" مثل ميدان رمسيس[٢]. وتعد هذه الرؤية ذات قيمة إذا ارتبطت لاحقًا بالسياسات وإجراءات التدخل. اليوم، وأكثر من أي وقت مضى، تستطيع مصر ربط العلم بالسياسات، والانتقال من مجرد وضع السياسات إلى الممارسة، وتنفيذ التدابير لمواجهة مشكلة تلوث الهواء من أجل تلبية أهداف خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، وأيضًا الالتزام بخطة التعافي الأخضر من جائحة كوفيد-١٩.

من الجدير بالذكر ان الكربون الأسود لا يعد من ملوثات الهواء المحلية التي تؤثر على الصحة العامة فحسب، بل هو أيضًا "ملوث مناخي قصير الأجل" يساهم في الاحتباس الحراري.



هدى طلعت وحسام عبد الجواد، مجلس بحوث النقل، ٢٠١٨

٢. الاتجاهات العالمية في مجال المناطق منخفضة الانبعاثات

٢.١ نظرة عالمية عامة وتعريف بالمناطق منخفضة الانبعاثات

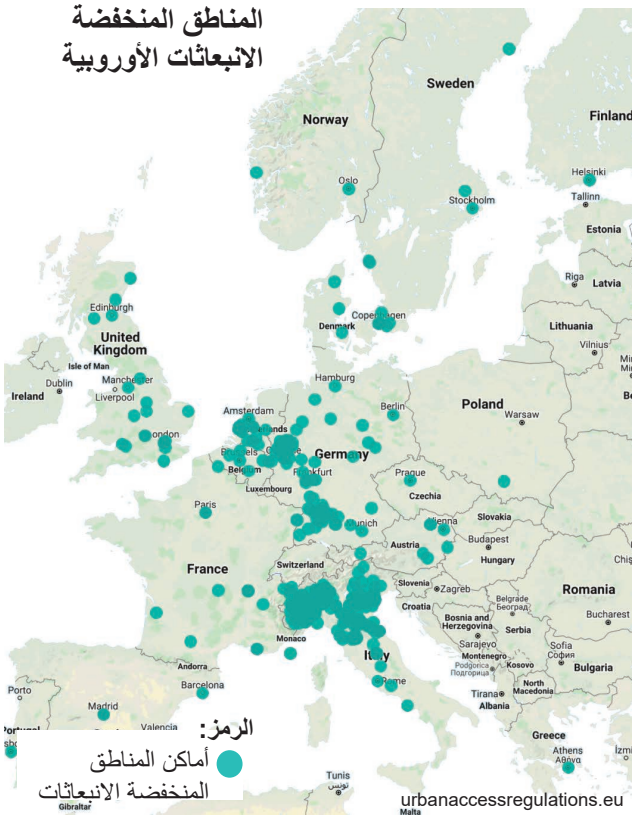
مع تزايد التوعية العالمية بشأن الآثار الصحية والبيئية المترتبة على تلوث الهواء، وخاصة في المدن، يتخذ عدد من الدول يوميًا تدابير صارمة للتخفيف من حدة الانبعاثات. وتُعطى الأولوية للحد من المستويات العالية الملحوظة من أكاسيد النيتروجين (NO_x)، والمواد الجسيمية[أ] (PM)، والغازات الدفيئة (GHGs) في المناطق الحضرية من خلال التخفيف من تأثير انبعاثات حركة المرور على الطرق[٣].

تتسبب حركة المرور على الطرق في حوالي ٣٩٪ من انبعاث أكاسيد النيتروجين الناتجة عن وسائل النقل، و١٣٪ من المواد الجسيمية، و٢٥٪ من انبعاثات الغازات الدفيئة[٤]. وتعد سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات من ضمن السياسات المختلفة الناجحة المطبقة للحد من الانبعاثات الناتجة عن وسائل النقل. في البداية، ركزت المناطق منخفضة الانبعاثات بشكل أساسي على الحد من المواد الجسيمية (PM) الناتجة عن انبعاثات العادم، بينما جاء الحد من أكاسيد النيتروجين (NO_x) والغازات الدفيئة (GHGs) كهدف ثانوي. إلا أنه، بدأ التعامل مؤخرًا مع فكرة الحد من أكاسيد النيتروجين والغازات الدفيئة كهدف ذي أولوية للمناطق منخفضة الانبعاثات في العديد من المدن[٣]. حيث تكون مثل هذه الانبعاثات غالبًا ناتجة عن المركبات التي تعمل بالسولار أكثر من المركبات التقليدية التي تعمل بالبنزين. وبناءً على ذلك، تركز هذه السياسة عادةً على المركبات التي تعمل بالسولار كأولوية مبدئية[٥].

يعد تعريف المناطق منخفضة الانبعاثات أو المناطق البيئية كما يلي:

> إن المناطق منخفضة الانبعاثات (LEZs) هي مناطق او نطاقات معينة يحظر فيها دخول المركبات الأكثر تلويثًا (منطقة حضرية عادة). وتخضع المركبات الملوثة لغرامات مالية كبيرة في حالة دخولها.

بدأت هذه السياسة في عام ١٩٩٦ في ستوكهولم وغوتنبرغ ومالمو في السويد كأداة لتخطيط النقل واستراتيجية تهدف إلى الحد من انبعاثات حركة المرور، وهي سياسة تستهدف المناطق الحضرية الأكثر تلوثًا[٦].



الشكل ١: أماكن مختلفة للمناطق منخفضة الانبعاثات في المدن الأوروبية، ٢٠٢٠[٧].

ومنذ عام ٢٠٠٢، انتشرت هذه السياسة في بلدان مختلفة وطُبقت ضمن خطط ومحددات مختلفة من القيود. وبحلول عام ٢٠٢٠، أنشئت أكثر من ٢٦٠ منطقة منخفضة الانبعاثات في جميع أنحاء أوروبا[٣] (انظر الشكل ١).

من المهم ملاحظة أن مجالات لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية، وسياسات الحد من التلوث واسعة للغاية من حيث المحددات ومتنوعة من حيث القواعد والمسميات. حيث تتبع بعض المدن نفس اللوائح الخاصة بالمناطق منخفضة الانبعاثات ولكن يتم إدراجها تحت مسمى سياسات مختلفة (مثل المناطق البيئية، والمناطق محدودة الحركة المرورية، وما إلى ذلك). ويعتمد تسويق السياسة على الطبيعة الاجتماعية والاقتصادية لكل مدينة، والنهج المتبع لضمان قابلية تطبيقها.

[أ] تشير المواد الجسيمية (PM) إلى الجسيمات الدقيقة من فئة PM_{10} (المواد الجسيمية التي يقل قطرها عن ١٠ ميكرومتر) والجسيمات الدقيقة من فئة $PM_{2.5}$ (المواد الجسيمية التي يقل قطرها عن ٥ ميكرومتر). ويُقاس تأثير المناطق منخفضة الانبعاثات في معظم المدن من خلال تقليل المواد الجسيمية من فئة PM_{10} في الهواء.

الدروس المستفادة من تجربة روما: حماية التاريخ والتراث

تعد روما، المدينة ذات القيمة التاريخية الكبيرة، مثالاً جيدًا للمدينة العالمية التي تنفذ تدابيرًا للحد من تلوث الهواء وتحسين لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية. حيث بدأت روما في تطبيق السياسة المسماة بالمناطق محدودة الحركة المرورية (ZTL) منذ عام ١٩٨٩. وفي حين أن سياسة المناطق محدودة الحركة المرورية هذه يمكن أن تؤدي إلى فوائد بيئية مماثلة للفوائد الناتجة عن سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات ، إلا أنها لم تؤكد على الجانب البيئي منذ البداية. وبدلاً من ذلك، تم الإعلان عنها كتدبير لتقليل حجم حركة المرور داخل المنطقة التاريخية القيمة بالدرجة الأولى. بذلك حققت روما نجاحًا كبيرًا في حظر دخول جميع المركبات الخاصة تقريبًا إلى المنطقة التاريخية، باستثناء وسائل النقل العام وسيارات الأجرة والسيارات الخاصة التي تخص السكان الذين يقيمون ويعملون داخل المنطقة، وبهذه الطريقة، تمت حماية المنطقة التاريخية من الضغوط البيئية والضغط المروري الذي تسببه السياحة. كما يوجد في روما حاليًا سبع مناطق ذات محددات مختلفة من اللوائح والقيود (انظر المثال في الشكل ٢). منهم ثلاثة مناطق فقط قد تم تعريفهم والإعلان عنهم تحت مسمى مناطق منخفضة الانبعاثات، لكن جميعها مناطق تضم مجموعة كبيرة من إجراءات التدخل للحد من تلوث الهواء وحل مشكلة الازدحام المروري[٨،٧].

الشكل ٢: مثال على اللافتات الموجودة بشارع إحدى المناطق محدودة الحركة المرورية في روما. يتم فرض القيود في هذه المنطقة على جميع المركبات الآلية باستثناء الدراجات والسيارات الخاصة والدراجات البخارية [٩].

بناءً على ذلك، على مدى السنين الطويلة من نقل سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات إلى مدن مختلفة، تأثرت السياسة بشكل كبير بالظروف الحضرية والوضع الاجتماعي والسياسي للمدينة أو البلد المتبني لها. وتُطبق السياسة إما كمخطط وطني (مثل ألمانيا وإيطاليا) مع مراعاة السياق المختلف لكل مدينة؛ أو كمخطط محلي يتبع الأهداف الوطنية الشاملة (مثل، هولندا والمملكة المتحدة)[٥]. ولقد شهدت المناطق منخفضة الانبعاثات أنماطًا مختلفة مستمدة من التجارب السابقة لإدماج السياسة، ويتم الاسترشاد بتلك التجارب باستمرار حين تنفيذ مناطق مماثلة مع الاعتماد على نجاحها القائم على تغير الأوضاع والمحددات.

٢.٢ المحددات المختلفة للمناطق منخفضة الانبعاثات

تقيد المناطق منخفضة الانبعاثات دخول مركبات معينة إلى أماكن محددة، ويتم فرض غرامات على المركبات المخالفة للتدابير أو منعها من الدخول إلى المنطقة نهائيًا. يتأثر نطاق تأثير السياسة بشكل مباشر بالقرارات والمحددات الجغرافية والتنظيمية. وبناءً على الدراسات المختلفة التي أجريت على المناطق منخفضة الانبعاثات، لوحظ أنه كلما كان النطاق الجغرافي أكبر، قلت القيود التنظيمية.

هولندا: مخطط وطني عام، وتكيف محلي

يتم دعم المناطق منخفضة الانبعاثات في هولندا من قبل الحكومة الوطنية كوسيلة تساعد على تحقيق مستويات جودة الهواء المطلوبة على مستوى الدولة. حتى الآن، يوجد ١٥ منطقة منخفضة الانبعاثات في عدة مدن هولندية مختلفة (انظر الشكل ٣)، وهى لها تأثير كبير على النطاق المحلي وكذلك على النطاق الوطني. فعلى سبيل المثال، انخفض عدد المركبات المسببة للتلوث في هولندا ككل بنسبة ١٨٪ في عام ٢٠١٧، مقارنة بعام ٢٠١٥، ويعزى هذا الانخفاض إلى تأثيرات المناطق منخفضة الانبعاثات المتعددة [١١].

الشكل ٣: أماكن المناطق منخفضة الانبعاثات في هولندا، ٢٠٢٠ [٥].

حتى وقت قريب، لم تكن هناك لوائح موحدة على مستوى الدولة للمناطق منخفضة الانبعاثات الموجودة في هولندا، ولكن اعتبارًا من عام ٢٠٢٠، قررت الحكومة الهولندية وضع حد أدنى من المعايير للمركبات الثقيلة وإجراءات الحظر المرتبطة بها والتي يجب اتباعها في جميع المناطق منخفضة الانبعاثات. ومع ذلك، لا تزال جميع المدن تتمتع بحرية اختيار ما إذا كانت ستطبق سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات أم لا. كما يتم تشجيع كل مدينة على تعديل لوائح المركبات الخفيفة وفقًا لظروفها الخاصة[٥].

علاوة على ذلك، تعد جميع محددات السياسة قابلة للتعديل وتختلف من منطقة منخفضة الانبعاثات إلى أخرى حتى إذا كانت داخل المدينة ذاتها. ويتم وضع المحددات الجغرافية والتنظيمية لكل منطقة تدريجيًا وببطء لضمان قيود اجتماعية وسياسية أقل، وللسماح بالإعلان المسبق عن الخطوات المستقبلية الأكثر حزمًا بالتدريج.

على سبيل المثال، في المدن الرائدة مثل لندن، بدأ تطبيق منطقة منخفضة الانبعاثات في عام ٢٠٠٨ على نطاق المدينة بأكملها، وحُظر دخول مركبات النقل الثقيل التي تعمل بالسولار من فئة يورو ٤ وأقل، بالإضافة إلى الشاحنات الكبيرة والحافلات الصغيرة التي تعمل بالسولار من فئة يورو ٣ وأقل.

وفي عام ٢٠١٩، تم تطبيق منطقة *انخفاض أقصى للانبعاثات (ULEZ)* حول حدود وسط المدينة فقط ، وبها تم تطبيق حظر إضافي على السيارات الخاصة والدراجات البخارية والشاحنات الصغيرة وما إلى ذلك (منطقة أصغر، قواعد أكثر صرامة)[١٠]. والان تخطط لندن إلى أنه بحلول عام ٢٠٢١، ستكون محددات المنطقة منخفضة الانبعاثات أكثر صرامة وستكون منطقة الانخفاض الأقصى للانبعاثات أكبر جغرافيا[٧] (انظر الشكل ٤).

www.bvrla.co.uk، بناءً على تقارير هيئة النقل في لندن (مقتبس بتصرف المؤلفين).

الشكل ٤: تطور محددات المنطقة منخفضة الانبعاثات والاستراتيجيات المستقبلية في لندن، ٢٠٢٠ [٧].

من خلال هذا الأسلوب المتمثل في زيادة المحددات بشكل مطرد، يمكن للاستراتيجيات المستقبلية أن تهدف بشكل واقعي الى تطبيق المفهوم الأكثر تطلعًا وهو المناطق صفرية الانبعاثات (ZEZs)[١٢].

٢.٢.١ المحددات التنظيمية

تشمل المحددات التنظيمية الجوانب الفنية، مثل ساعات التشغيل، ونوع المركبة (على سبيل المثال مركبة نقل ثقيل أم نقل خفيف وما إلى ذلك)، ونوع المحرك (على سبيل المثال، محرك يعمل بالسولار أم بالبنزين، إلخ)، وفئة الانبعاثات والملوثات، وأخيرا، سنة تصنيع المركبة (انظر الشكل ٢). وبخصوص ساعات التشغيل، تعمل أفضل تطبيقات المناطق منخفضة الانبعاثات يوميا على مدار ٢٤ ساعة طوال الأسبوع (هناك استثناءات في بعض المدن ويجري العمل على تقليلها). ففي المراحل الأولية لتنفيذ السياسة يستهدف الحظر الحافلات والعربات ومركبات النقل الثقيل (يمكن السيطرة على ذلك بسهولة من خلال تراخيص القطاع الخاص). أما في الحالات الأكثر صرامة يستهدف الحظر الشاحنات والحافلات الصغيرة وعربات الكرافانات، بينما تستهدف الحالات القصوى السيارات الخاصة والدراجات البخارية، على الرغم من ضرورة توخي الحذر لتجنب إثارة الاستقرار السياسي[٧].

نظرًا لأن احتراق وقود السولار يشكل مصدر قلق كبير من حيث انبعاثات المواد الجسيمية وأكاسيد النيتروجين، تركز سياسات المناطق منخفضة الانبعاثات بشكل كبير على المركبات التي تعمل بالسولار. ويتم أيضًا تضمين المركبات التي تعمل بالبنزين، ولكن بقيود أقل لأنها أقل تلويثًا. وغالبا ما تعتمد القيود على معايير الانبعاثات الأوروبية (Euro-class) لكل مركبة. حيث تحدد فئة المركبة وفقًا للحدود المقبولة لانبعاثات عوادم المركبات الأوروبية (للمركبات الجديدة المباعة أو التي يتم إدخالها في الاتحاد الأوروبي)[١٢]. ومن ثم يرتبط هذا الأمر أيضًا بعمر السيارة، وهو الأمر الذي يشير إلى مستوى التلوث (انظر الجدول ١).

جدول رقم ١: مثال على محددات معايير الانبعاثات الأوروبية، يشير إلى مركبات النقل الثقيل لكل فئة من فئات المركبات [١٣].

الدرجة	التاريخ	أول أكسيد الكربون	الهيدروكربونات	أكاسيد النيتروجين	المواد الجسيمية	عدد الجسيمات	الدخان
		جرام/كيلو وات في الساعة				١/كيلو وات في الساعة	١/متر
يورو ١	١٩٩٢، ≥ ٨٥ كيلو وات	٤٫٥	١٫١	٨٫٠	٠٫٦١٢		
	١٩٩٢، > ٨٥ كيلو وات	٤٫٥	١٫١	٨٫٠	٠٫٣٦		
يورو ٢	١٩٩٦٫١٠	٤٫٠	١٫١	٧٫٠	٠٫٢٥		
	١٩٩٨٫١٠	٤٫٠	١٫١	٧٫٠	٠٫١٥		
يورو ٣	١٩٩٩٫١٠ محركات EEV فقط	١٫٥	٠٫٢٥	٢٫٠	٠٫٠٢		٠٫١٥
	٢٠٠٠٫١٠	٢٫١	٠٫٦٦	٥٫٠	*٠٫١٠		٠٫٨
يورو ٤	٢٠٠٥٫١٠	١٫٥	٠٫٤٦	٣٫٥	٠٫٠٢		٠٫٥
يورو ٥	٢٠٠٨٫١٠	١٫٥	٠٫٤٦	٢٫٠	٠٫٠٢		٠٫٥
يورو ٦	٢٠١٣٫٠١	١٫٥	٠٫١٣	٠٫٤	٠٫٠١	٨٫٠x١٠١١	

* المواد الجسيمية = ٠٫١٣ جرام/ كيلو وات في الساعة للمحركات < ٠٫٧٥ دسيمتر مكعب - حجم الإزاحة لكل أسطوانة وسرعة الطاقة المقدرة > ٣٠٠٠ لكل دقيقة[١٠].

السياقات المختلفة للمناطق منخفضة الانبعاثات: مدينة روتردام بهولندا

طُبقت أول منطقة منخفضة الانبعاثات في روتردام في عام ٢٠٠٧. وكانت منطقة صغيرة تحيط بوسط المدينة حيث تم حظر دخول مركبات النقل الثقيل من فئة يورو ٣ وأقل. ولم يكن هناك استثناءات او امكانية للتسجيل المسبق للحصول على حق الدخول إلى المنطقة، ولكن كان هناك بعض الإعفاءات التي يحق للسائقين طلب الحصول عليها لإمكانية الدخول المحدودة (مدة لا تتجاوز ١٢ يومًا في السنة). وتكرر تطبيق الحظر على مركبات النقل الثقيل في منطقة أخرى في عام ٢٠١٤ حول ميناء المدينة. حيث تم تطبيق نطاق مختلف من اللوائح والمحددات؛ باستثناء التسجيل المسبق للدخول إلى المنطقة، يمكن فقط لمركبات النقل الثقيل التي تعمل بالسولار من فئة يورو ٦ و/أو المركبات التي تقل أعمارها عن ٧ سنوات دخول الميناء. ولا تزال السيارات المسجلة مسبقا بحاجة إلى التقدم بطلب للحصول على إعفاءات واستثناءات في حالة عدم استيفائها للمواصفات. يتم تطبيق هذه اللائحة الصارمة فقط على الشاحنات التي تزن ٣,٥ طن أو أثقل[٧].

بعد إثبات نجاح سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات في النطاقات الحضرية والنظر الى حاجة المدينة لمواصلة العمل على الحد من تلوث الهواء، تم توسيع محددات المنطقة المنخفضة الانبعاثات في وسط المدينة من الناحية الجغرافية والتنظيمية في عام ٢٠١٦. حيث بالإضافة إلى الحظر السابق المفروض على مركبات النقل الثقيل، حظرت سياسة عام ٢٠١٦ دخول سيارات الركاب والشاحنات الصغيرة الأقدم التي تعمل بالسولار من فئة يورو ٣ وسيارات الركاب والشاحنات الصغيرة الأقدم التي تعمل بالبنزين من فئة يورو ١. واتسع نطاق الحدود الجغرافية الجديدة لتشمل جميع المناطق التي يحيط بها الطريق الدائري أعلى النهر (انظر الشكل ٥) [٧،١٤].

الشكل ٥: حدود مختلف المناطق منخفضة الانبعاثات في روتردام خلال الأعوام ٢٠٠٧ إلى ٢٠١٦ [١٤].

ويطُبق شكل مختلف من لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية حاليًا في روتردام. وهو يتمثل في طريق خالٍ من الشاحنات (يُحظر دخول الشاحنات إلى شارع -س'غرافينديجكوال [ب])[١٥]. وهو طريق معين تم إغلاقه أمام جميع أنواع المركبات اللوجستية باستثناء المركبات الكهربائية. ومع ذلك، حتى المركبات الكهربائية لا يمكنها الدخول على مدار العام، ومسموح لها بالدخول فقط لعدد محدد من الأيام (من أجل حل مشكلة الازدحام). حيث يتقدم مالكو المركبات الكهربائية بطلب للحصول على ترخيص الدخول المحدود من خلال عملية تقديم الطلبات عبر الإنترنت[٧]. ولكن لا يمكن تعريف مثل هذا النوع من التقييد، إذا تم تطبيقه بمفرده، على أنه منطقة منخفضة الانبعاثات، حيث إنه محدود من حيث المنطقة والتأثير، إلا أنه يساعد في توجيه عملية التحول نحو حركة مرور منخفضة الانبعاثات عامة.

بناءً على هذه المعايير، واستنادًا إلى عدد المركبات لكل فئة من فئات اليورو في كل مدينة بالإضافة إلى مستوى الحد من التلوث المستهدف لكل مرحلة، تحدد المدن المركبات المحظورة.

٢.٢.٢ محددات النطاق الجغرافي

تُحدد المواقع الجغرافية وحدود المناطق منخفضة الانبعاثات بناءً على حالة جودة الهواء الأولية واحتياجات حركة المرور والوضع السياسي للمدينة.

[ب] اسم شارع في روتردام.

دمج رسوم الطرق ورسوم الازدحام مع سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات: مثال مدينة أوسلو

تعتبر مدينة أوسلو، عاصمة النرويج إحدى الأمثلة منخفضة التكلفة والمبتكرة للمناطق منخفضة الانبعاثات في أوروبا. حيث يتم التحكم في المناطق منخفضة الانبعاثات في أوسلو من خلال الطرق الرئيسية التي يوجد بها مسبقا كاميرات لرصد رسوم الازدحام ورسوم الطرق. عقب حدوث نوبة تلوث الهواء عالية الخطورة في النرويج، اتخذت الحكومة الوطنية في عام ٢٠١٦ إجراءً سريعًا فيما يتعلق بالنقل والاتصالات. وبمقتضى هذا القانون الوطني، أتيح للمدن التي كانت تعاني من مشكلات زيادة مستوى تلوث الهواء، مثل أوسلو تضمين مناطق منخفضة الانبعاثات ضمن أطرها القانونية الحالية[٣].

وبناءً على ذلك، طبقت أوسلو في عام ٢٠١٧ رسوم الازدحام ورفعت قيمة رسوم الطرق بناءً على فئات انبعاثات المركبات والمسافة المقطوعة والموقع والوقت (انظر الشكل ٦). ومن خلال إضافة هذا البُعد البيئي إلى إطارها، تمكنت أوسلو من إنشاء منطقة منخفضة الانبعاثات كتدبير سهل ومنخفض التكلفة [٣،٧].

الشكل ٦: موقع المنطقة منخفضة الانبعاثات وحدودها بمدينة أوسلو[٣].

في معظم الحالات، المناطق منخفضة الانبعاثات هي "نطاقات" شديدة التلوث محددة بشوارع رئيسية في المنطقة الحضرية (على سبيل المثال كل ما يقع داخل حدود الطريق الدائري)، يمكن أن تكون منطقة أو حي أو مدينة بأكملها. ولكن في بعض الأحيان تقع حدود التحكم في المناطق منخفضة الانبعاثات على *الشوارع الرئيسية* فقط للمنطقة، باستثناء الشوارع الداخلية. وهذا يعنى أن المركبات المسببة للتلوث يمكن أن تتحرك في الشوارع الداخلية مع تجنب الطرق الرئيسية التي تتسم بإنتاج مستوى عالٍ من الانبعاثات.

٢.٣ سياقات وتدابير التخطيط للسياسة

يختلف نهج تطبيق المناطق منخفضة الانبعاثات بشكل كبير استنادًا إلى السياقات المحلية، ويتضمن هذا التطبيق متطلبات مسبقة مادية وتنظيمية على حد سواء. وعلى مر السنين أصبح يوجد الكثير من الإرشادات المتاحة التي تتناسب مع السياقات المختلفة. ففي الاتحاد الأوروبي، الذي يعد رائدًا في هذا المجال، توجد مجموعة من الممارسات والتجارب الخاصة بالمناطق منخفضة الانبعاثات والتي أدت إلى توفير إطار مرن وقابل للتعديل يمكن اتباعه في حالة تبنى السياسة لأول مرة. ويتضمن هذا القسم أهم المتطلبات الأساسية للمناطق منخفضة الانبعاثات المتبعة في مختلف أنحاء أوروبا.

توسيع محددات المناطق منخفضة الانبعاثات ومناطق الانخفاض الأقصى للانبعاثات في لندن

كجزء من استراتيجية جودة الهواء لعام ٢٠٠٨، بدأت لندن سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات. ورافق هذه السياسة تدبير مناطق رسوم الازدحام الذي تم تطبيقه منذ عام ٢٠٠٣، إلا أنه تم توسيع نطاق المناطق منخفضة الانبعاثات لتغطي مساحة أكبر بكثير من منطقة رسوم الازدحام. تعتبر المنطقة منخفضة الانبعاثات بلندن هي الأكبر من نوعها في أوروبا [٥، ٧، ١٦]. حيث اتبعت المدينة استراتيجية الترهيب والترغيب، فقدمت حوافز كافية لاستبدال المركبات، وتمويلًا جزئيًا من إيرادات المنطقة منخفضة الانبعاثات (من الرسوم والغرامات المفروضة على الدخول إلى المنطقة)[١٦]. ويعرض فيما يلي البرامج الأخرى المدرجة في مجموعة معايير جودة الهواء لعام ٢٠٠٨ [١٧، ١٨]:

- برنامج تحسين الحافلات
- توجيهات تتعلق بأفضل الممارسات
- تكامل وسائل النقل المختلفة
- استراتيجية انبعاثات سيارات الأجرة
- منطقة خضوع رقابة على مواقف السيارات

نظرًا لأن معظم تدابير جودة الهواء مرتبطة بقطاع النقل، فقد قام عمدة لندن صديق خان في عام ٢٠١٧ بإدراج المناطق منخفضة الانبعاثات الحالية (والتدابير المصاحبة لها) في إطار استراتيجيات المدينة الأوسع نطاقًا والأشمل للنقل والبيئة. وتضمنت هذه الاستراتيجيات بعد ذلك، رسوم على درجة سمية الانبعاثات، ومناطق الانخفاض الأقصى للانبعاثات، ومخططات لتنظيف أسطول الحافلات، واستخدام نظام فحص المركبة النظيفة، وإدخال عمليات التحقق من جودة الهواء في المدارس في المناطق الأكثر تلوثًا، وجعل جميع سيارات الأجرة المسجلة الجديدة قادرة على تحقيق انبعاثات صفرية[١٩]. كما عملت الحكومة على مجموعة سياسات مدعومة جيدًا بشكل عام يمكن أن تساعد وتسرع عملية الحد من الانبعاثات، بما في ذلك توفير شبكة نقل عام موثوقة منخفضة الانبعاثات.

بشكل عام، تتطور المنطقة منخفضة الانبعاثات في لندن وتتوسع باستمرار، حيث تعمل المدينة باستمرار على إدخال سياسات جديدة ولوائح أكثر صرامة بناءً على رصد وتوقعات جودة الهواء (الشكل ٧).

الشكل ٧: مراحل السياسة المختلفة في لندن ولافتات الشوارع التي تشير إلى توقيت التقييد ونوعه.

٢.٣.١ المتطلبات التنظيمية والتدابير المصاحبة لها

كسياسة نقل عامة تؤثر على مختلف الأطراف المعنية، يجب تضمين المناطق منخفضة الانبعاثات في خطة وطنية أو محلية[٣]. ونظرًا لأن السياسة تستهدف الحد من تلوث الهواء من خلال التحكم في انبعاثات حركة المرور، فعادةً ما يتم تضمينها في الخطط الوطنية المختصة بحركة المرور و/أو جودة الهواء في المدينة.

تتضمن الخطة عادةً رؤى قصيرة وطويلة المدى، وبالتالي يتم تطبيق المناطق منخفضة الانبعاثات على مراحل، حيث توفر المرحلة المبكرة (قيود أقل) مصداقية وميزة تسويقية للمراحل التالية (المكونة من قيود أكثر/محسنة) وتسهل التحول طويل الأجل نحو التنقل المستدام بشكل عام[٦،١٤،٢٠].

ويمكن للمدينة تطبيق أكثر من منطقة منخفضة الانبعاثات بقيود مختلفة؛ ويستند ذلك إلى استغلال الأراضي ونوع حركة المرور ومستوى التلوث بالمنطقة[٧]. ومن الضروري للغاية نشر التوعية بالهدف العام والجدول الزمني لتطبيق السياسة في وقت مبكر قبل بدئها (انظر الشكل ٤).

لكي يتم التطبيق بنجاح، تؤكد أفضل الممارسات على أنه يجب التخطيط لسياسات النقل، مثل مخططات المنطقة منخفضة الانبعاثات، دائمًا كجزء من مجموعة أكبر من التدابير الإرشادية والمصاحبة التي تضمن نجاحها وتخفف من حدة أي آثار سلبية مرتبطة بها[٢١،٢٢].

وتختلف هذه التدابير باختلاف نطاق القيود وأحوال المدينة والهدف العام. كما تشمل الأمثلة عادةً مخططات تخريد السيارات القديمة، والحوافز المالية على الامتثال للتدابير، وأنظمة تبادل وسائل المواصلات المجانية والمدعومة مثل نظام إركن-واركب-مواصلة (Park-and-ride)، وتقليل السرعة داخل المدينة (تهدئة حركة المرور)، وتعزيز التنقل الكهربائي، وفرض رسوم الازدحام، بالإضافة إلى لوائح وتدابير أخرى.

٢.٣.٢ متطلبات البنية التحتية المادية والرقمية

للبدء في تطبيق منظومة المنطقة منخفضة الانبعاثات، يجب على الحكومات أولاً وضع نظام محكم لرصد المنطقة وتقييمها. ومن المهم كذلك تحديد حدود المنطقة بوضوح ونشر التوعية بالنظام الجديد قبل تطبيقه. وفيما يلي المتطلبات الأساسية الثلاثة: (أ) توفير المعلومات، (ب) رصد المخالفات، و(ج) تقييم التقدم المحرز، وسيتم شرح كل مطلب على نحو مفصل أدناه.

أ. توفير المعلومات

يساهم توفير المعلومات في إثراء الجانب الاجتماعي لتطبيق السياسة، والمتمثل في نشر التوعية. فتوفر الحكومات تثقيفًا كافيًا حول السياسة وأسباب تطبيقها والفوائد المترتبة عليها من ناحية. ويتم تضمين حملات للتوعية في الخطة قصيرة المدى وتطبيقها بالتوازي مع السياسة (على سبيل المثال، الأمسيات الاجتماعية، والصحف، والإعلانات المنتشرة بالشوارع التي تتحدث عن أهمية توفير هواء نظيف، ووضع المدينة، والأهداف قصيرة وطويلة المدى، وفائدة المناطق منخفضة الانبعاثات). ومن ناحية أخرى، يجب أن يتم توفير المعلومات المادية في مكان حيوي بالمنطقة منخفضة الانبعاثات (مثل اللافتات المعلقة بالشوارع حول مداخل المنطقة، بما في ذلك معلومات حول المواصفات المطلوبة للمركبة). وأخيرًا، يجب إنشاء بوابة إلكترونية وتطبيقات عبر الإنترنت تتعلق بالمنطقة منخفضة الانبعاثات لتزويد المستخدمين بمعلومات كافية. وخلال هذه العملية، يعتبر أخذ الجوانب الاجتماعية بعين الاعتبار وضمان مشاركة الأطراف المعنية وإشراكهم أمرًا ضروريًا لضمان التنفيذ السلس وتقليل المخاطر السياسية أو المقاومة والاعتراضات من قبل مختلف مجموعات الأطراف المعنية.

١. مشاركة الأطراف المعنية وإشراك المجتمع في مدينة روتردام بهولندا:

تمثل روتردام مثالاً جيدًا للغاية لكونها مدينة تتسم بالديمقراطية وتهتم بشدة بتوعية المجتمع والإدماج الاجتماعي عند وضع السياسات. وفي إطار خطة حركة المرور بمدينة روتردام للأعوام من ٢٠١٧ إلى ٢٠٣٠ فأكثر، والتي تضمنت المنطقة منخفضة الانبعاثات كتدبير سياسي، اتخذت المدينة العديد من التدابير التي تعمل على توفير المعلومات وزيادة التوعية. وشملت تلك التدابير فعاليات مجتمعية مختلفة من شأنها تعزيز مشاركة المجتمع من خلال التعاون مع لجان المنطقة، وتشجيع المبادرات المحلية، والتعريف بالأهداف الخاصة بجودة الهواء[٢٣،٢٤].

علاوة على ذلك، في وقت سابق قبل تنفيذ تدابير المنطقة منخفضة الانبعاثات على المركبات الخفيفة، أتاحت المدينة فترة سماح مدتها ٦ أشهر للسائقين للتكيف مع النظام الجديد وتحديد ما إذا كانت مركباتهم محظورة أم لا. حيث توفرت هذه المعلومات من خلال أنظمة فحص تراخيص المركبات بالشوارع والمواقع الحكومية عبر الإنترنت وتطبيقات الهاتف المحمول، ومع ذلك، طوال فترة تفعيل المنطقة منخفضة الانبعاثات، تنتشر لافتات الشوارع الأفقية والرأسية في جميع مداخل المنطقة لتحديد نوع المركبات المحظور استخدامها في كل منطقة (انظر الشكل ٨).

هاري، ٢٠١٦

هاري، ٢٠١٦

الاتحاد الهولندي العام للدراجات، ٢٠١٩

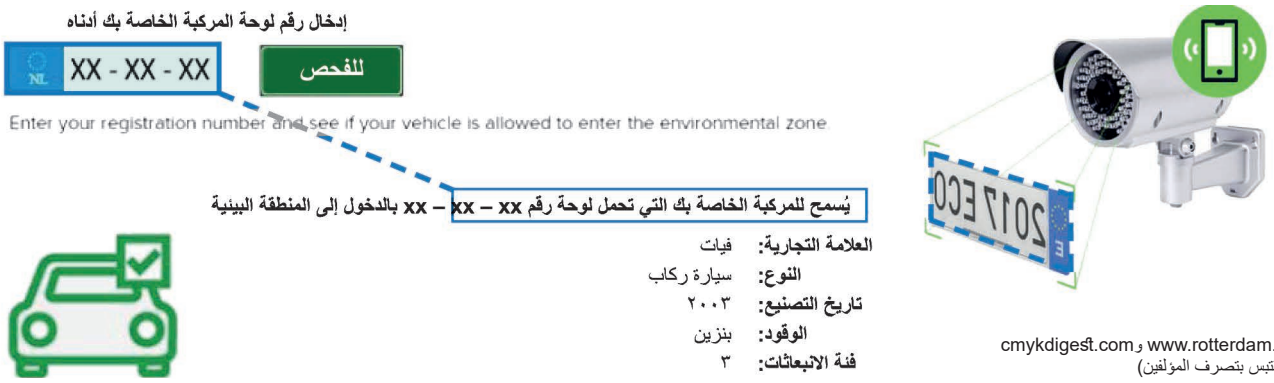
الشكل ٨: لافتات مختلفة بالشوارع. صور من اليسار إلى اليمين: أنظمة فحص رخص القيادة، وموقع الكاميرا بالمنطقة منخفضة الانبعاثات [٢٥]، ولافتات أرضية[٢٦].

ب. رصد المخالفات

تتطلب المناطق منخفضة الانبعاثات تدابير رصد ومراقبة مستمرة للتحقق من فعاليتها، وتستلزم عملية الرصد هذه استعدادات سابقة للنظام. كما تختلف الأنظمة المختلفة من حيث مستويات التحكم والمتطلبات الخاصة بها، إلا أن هناك نظامين ناجحين شائعين الاستخدام مطبقان في أوروبا[٣]، وهما:

١. نظام التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات (ANPR) (والمراقبة بالكاميرات)

هذا النظام مطبق في بعض الدول، مثل هولندا وبلجيكا والمملكة المتحدة، حيث هناك قاعدة بيانات شاملة على نطاق الدولة تتضمن جميع سجلات لوحات أرقام المركبات وتكتشف تلقائيًا حركة السيارة من خلال كل من الكاميرات الثابتة الموجودة حول مداخل المنطقة والكاميرات المحمولة التي تغطي الشوارع المزدحمة والرئيسية، والتي تحدد لوحات أرقام المركبات وتعالج بياناتها (انظر الشكل ٩). ولا يستخدم هذا النظام على مستوى الدولة فحسب، ولكنه نظام يسهل استخدامه بين الدول المجاورة باستخدام قاعدة بيانات مشتركة. وقد أثبت نظام التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات نجاحه في تسجيل جميع التحركات إلى المنطقة منخفضة الانبعاثات وداخلها، إلا أنه يتطلب إعدادًا دقيقًا للغاية لمجموعات البيانات. وتتضمن مجموعات البيانات عادةً ما يلي بالنسبة لكل مركبة: *نوع المركبة وعلامتها التجارية ونوع المحرك وتاريخ التسجيل ولوحة الأرقام، وبلدية التسجيل*، وغيرها من المواصفات حسبما يستلزم الأمر. كما تتطلب الاستعدادات أيضًا اختبارات متعددة للكاميرات



www.rotterdam.nl و cmykdigest.com
(مقتبس بتصرف المؤلفين)

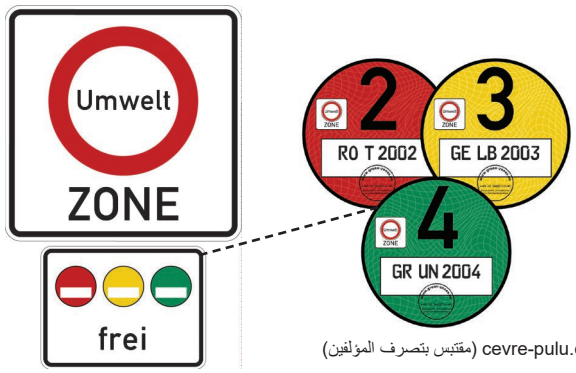
الشكل ٩: نظام التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات، والكشف بكاميرات نظام التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات (على اليمين) وقاعدة بيانات المعلومات عبر الإنترنت (على اليسار).

لضمان دقة تحديد الأماكن والمواقع. ويعد نظام التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات نظامًا حساسًا للغاية لمسائل الخصوصية ويتم التحكم فيه مركزيًا من قبل الحكومة الوطنية لضمان الامتثال لأنظمة الأمان والخصوصية.

٢. التحكم اليدوي والملصقات

تم تطبيقهما في ألمانيا وفرنسا (انظر الشكل ١٠). يقوم المسؤولين يدويًا بتحديد المخالفات بناءً على الألوان المحظورة لكل منطقة من خلال إضافة ملصق ملون على جميع السيارات المسجلة محليًا. ومن الانتقادات الشائعة لهذا النهج أنه لا يضمن السيطرة الكاملة على المخالفات كما هو الحال مع نظام التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات، ولكي ينجح هذا النظام، تحتاج مختلف الجهات إلى التعاون محليًا لإدارته (مثل الشرطة وجهاز مراقبة المرور). إلا أنه يتميز بالاستعدادات اللازمة الأقل تعقيدًا، وقلة مشكلات الخصوصية التي يواجهها، كما أنه أسهل من حيث تنفيذه محليًا.

eta.co.uk



cevre-pulu.com (مقتبس بتصرف المؤلفين)

الشكل ١٠: أمثلة على ملصقات التحكم اليدوي المطبقة بفرنسا (بالأعلى) والملصقات ولافتات الشوارع المستخدمة في ألمانيا (بالأسفل)

نظرًا لأن المنطقة منخفضة الانبعاثات هي سياسة تعتمد على السياقات المختلفة لكل مدينة. ويتم تطبيقها في دول ذات طبيعة مختلفة حول العالم، فلا يتوفر لجميع الدول سهولة تطبيق نفس أساليب المراقبة والرصد. ويمكن استخدام طرق أخرى في حالة وجود قواعد بيانات أخرى قابلة للاستخدام. على سبيل المثال، في بعض البلدان النامية في أفريقيا وآسيا، يتم رصد النقل البري من خلال رصد ملصقات أجهزة تحديد الهوية بالموجات اللاسلكية ودمجها مع قواعد البيانات الموجودة مسبقًا والتي قد لا تتضمن بالضرورة كافة القواعد الكاملة للبيانات الخاصة بالمركبات. ويمكن أيضًا تبني هذا النظام لاستخدامه في تحديد مداخل المناطق منخفضة الانبعاثات والسيطرة عليها.

ج. تقييم مدى التقدم

بعد تحديد الأهداف طويلة وقصيرة المدى في الخطة المحلية، يجب تقييم المناطق منخفضة الانبعاثات بصورة منتظمة بناءً على تلك الأهداف. ويوضح فيما يلي طريقتا التقييم المستخدمتان:

١. رصد مستويات المواد الجسيمية وأكاسيد النيتروجين:

تدخل المناطق منخفضة الانبعاثات ضمن سياسات الحد من تلوث الهواء، ويتمثل أسلوب التقييم الأنسب في قياس مستويات جودة الهواء ونسب تركيز الانبعاثات ومقارنتها في المواقع داخل وخارج المنطقة. لذلك من الضروري وجود مواقع محددة لقياس جودة الهواء المحيط، وتحديد هدف رقمي واضح، والحصول على قياسات دقيقة للمواقع ذاتها قبل وأثناء تطبيق السياسة[١٦]. وتساعد تلك القياسات على زيادة التعرف بالسياسة وتعزيز تقبل الجمهور العام لها.

٢. عد ممرات السيارات حسب نوع المحرك:

بالنسبة لبعض الدول، لا تتوفر بيانات حول جودة الهواء بسهولة، ولم يتم تركيب أجهزة الرصد قبل تطبيق هذه السياسة، وفي هذه الحالة، يتم إجراء التقييمات بناءً على أنواع المركبات التي تدخل المنطقة. حيث تعتمد معظم الدول التي تستخدم نظام التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات على هذا النوع من التقييم. على سبيل المثال، في حالة مدينة روتردام، يتم إجراء القياسات خلال نفس الأسبوع سنويًا، ويتم رصد السيارات عن طريق رصد أنواع المحركات المارة في مختلف المواقع داخل المنطقة منخفضة الانبعاثات وخارجها، ومن ثم تُقارن الأرقام بالسنوات السابقة، ويتم التنبؤ بنسب انخفاض تلوث الهواء بناءً على تغيير أسطول النقل[٢٧].

٢.٤ الآثار المترتبة

في حين أن الحد من الانبعاثات هو الأثر المباشر المتوقع من المناطق منخفضة الانبعاثات، فمن المتوقع أن يكون تحسين الوضع الصحي وإرضاء المجتمع وتحقيق الوفورات المالية وخفض حركة المرور من الآثار غير المباشرة. ولقد أُجريت دراسات مختلفة لاختبار تأثير المناطق منخفضة الانبعاثات

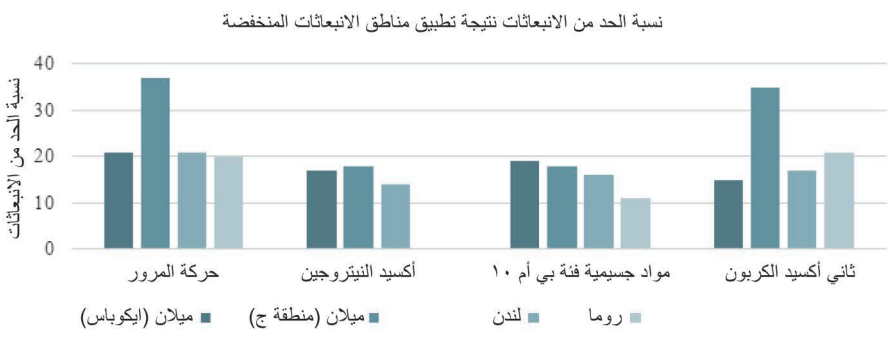
وتكوين أسطول النقل وتقليل حركة المرور (بناءً على نطاق السياسة). ومع ذلك، فإن من الصعب غالبًا قياس أثر هذا المخطط المحدد بدقة على التحسينات الفعلية في مجال الصحة، والأثر الاجتماعي والاقتصادي، وما إلى ذلك. وتعود هذه الصعوبة في فصل تأثير المناطق منخفضة الانبعاثات على حدة إلى محدودية توافر البيانات فضلاً عن التعقيدات الهائلة لوجود العديد من العوامل المؤثرة الأخرى، وأيضًا بسبب التدابير المختلفة التي غالبًا ما يتم إجراؤها معًا في الاستراتيجيات الأكبر للمدن [٢٨،٢٩].

ومع ذلك، لوحظ الأثر الإيجابي على النواحي الصحية والبيئية والاقتصادية في مستويات جودة الهواء المحلي المُحسنة، وتوجه المستخدمين إلى وسائل السفر النشطة، خاصة فى حالة الرحلات القصيرة، كما توجه العديد من المستخدمين إلى استخدام وسائل النقل العام.

من ناحية الأثر الاجتماعي (والأثر الاجتماعي الملموس)، من الملاحظ حدوث نتائج مختلفة للسياسة. إذ يمكن أن تثير القيود العديد من الاعتراضات من قبل مجموعات الأطراف المعنية المختلفة من جانب، بل وقد تؤدي إلى دعاوى قضائية تجبر الحكومة على تيسير أجزاء من السياسة [٣٠]. ومن جانب آخر، عندما يدرك السكان الأسباب الكامنة وراء القيود ويحصلون على المعلومات الكافية بشأن النتائج ومدى تقدم السياسة، فقد يؤدي ذلك إلى توطيد الثقة بين الحكومة والسكان. وهذا هو الحال خاصةً بين السكان الذين يتعرضون مباشرة للمناطق شديدة الانبعاثات التي تسبب تلوث الهواء ويعانون من نوع من الظلم بسبب الموقع.

مع ذلك، تهتم الدراسات حتى الآن بشكل أساسي بقياس التأثير المباشر للمناطق منخفضة الانبعاثات على خفض نسب الانبعاثات وتقليل حركة المرور. حيث يوضح جدول رقم ٢ أمثلة خاصة بنطاقات مختلفة لسياقات السياسة ومقارنة بين مستويات الحد من ملوثات الهواء. كما يوضح الجدول أن المنطقة منخفضة الانبعاثات بميلانو (المنطقة ج) من المناطق الأكثر نجاحًا، وقد يكون ذلك نتيجة المستويات المختلفة للقيود المفروضة، خاصة إضافة رسوم انتظار السيارات ضمن مجموعة السياسات[٨].

جدول ٢: محددات تطبيق سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات المختلفة والأثر المترتب عليها [٨].

	ميلان	لندن	روما
المنطقة	٧١٪ من ميلان	معظم مناطق لندن	حوالي ٥ كم٢ إجمالاً
النوع	منطقة منخفضة الانبعاثات (ورسوم الازدحام)	منطقة منخفضة الانبعاثات (ورسوم الازدحام)	منطقة منخفضة الانبعاثات (ورسوم الازدحام)
القواعد	رسوم الازدحام ورسوم انتظار السيارات + تقييد الدخول	الدفع من أجل الدخول أو الاستيفاء بالمعايير	رسوم الازدحام ورسوم انتظار السيارات + تقييد الدخول
المركبات المحظورة	- مركبات تعمل بالسولار، فئات تصل إلى فئة يورو ٤ - ممنوع دخول مركبات الشحن (من ٨ صباحًا إلى ١٠ صباحًا) والمركبات الضخمة (من يوم الإثنين إلى الجمعة، من ٧:٣٠ صباحًا إلى ٧:٣٠ مساءً)	< سولار فئة يورو ٦ و< بنزين فئة يورو ٤	تطبق كل منطقة قيودًا خاصة بها
نسبة التقدم المحرز في الحد من ملوثات الهواء			

كما يشير إلى أنه على الرغم من الهدف الرئيسي للمناطق منخفضة الانبعاثات وهو الحد من أكسيد النيتروجين والمواد الجسيمية[٣]، إلا أن السياسة تؤثر أيضًا بشكل كبير على تكوين ثاني أكسيد الكربون والحركة المرورية[٨].

لكن من الملاحظ أن المقاييس المستخدمة يجب أن تكون مفهومة جيدًا أثناء تحليل السياسة. فإن الحد من انبعاثات التلوث الناتجة عن المركبات، هو أمر مفضل، ولكن يظل الأثر الكلي على تلوث الهواء المحيط هو الهدف النهائي (أي تركيز تلوث الهواء المحيط في المدينة). ويمثل ذلك تحديًا للمدن بالنسبة للقياس والتحليل، خاصة مع التطورات المستمرة في أساليب الرصد والتحليل.

٢.٥ الثغرات الشائعة والاعتبارات المختلفة للدول النامية

مثل العديد من سياسات النقل، تضم المناطق منخفضة الانبعاثات العديد من القيود والتحديات وهناك مجال كبير لتحسين السياسة وتطويرها. ويعود النقد الأصعب الموجه للمنطقة منخفضة الانبعاثات إلى تأثيرها الضعيف نسبيًا على الحد من المواد الجسيمية من فئة PM_{10}، على الرغم من كونه هدفا رئيسيًا للسياسة منذ بداية وضع التصورات في المفاهيم لها. ولكن سرعان ما وجد أن المناطق منخفضة الانبعاثات لها أثر كبير على أكاسيد النيتروجين والكربون الأسود (BC) وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، فضلاً عن تقليل حركة المرور. لذلك، تعيد المدن تعديل أهداف سياساتها وفقًا لذلك[٣١].

تتعرض المناطق منخفضة الانبعاثات للانتقاد أيضًا بسبب قيودها الصارمة التي تؤثر على أنواع مختلفة من المستخدمين (مثل أصحاب الأعمال، ووسائل النقل العام، والمركبات الخاصة، وسائقي الدراجات، وهواة جمع السيارات القديمة) مما يجعل من الصعب الحصول على دعم الجمهور العام بالكامل. كما يجب على البلدان التي تتبنى هذه السياسة حديثًا أن تضع بعين الاعتبار كيف ستضمن قبول الجمهور العام وما هي السياسات والتدابير المصاحبة التي سيتم اتخاذها للتخفيف من الآثار المترتبة على تلك القيود. وفيما يلي بيان بالثغرات التي يجب تجنبها:

٢.٥.١ ضعف التواصل ومشاركة الأطراف المعنية

من خلال ملاحظة مئات من المناطق منخفضة الانبعاثات في جميع أنحاء العالم، اتضح أن تقبل الجمهور العام يلعب دورًا أساسيًا في تحقيق المخطط واستمراريته[٣٢]. ومن أجل ضمان تقبل الجمهور العام وتجنب المقاومة، يجب على المدن اتباع الخطوات التالية لدعم القرار[٣٢].

١. **تقديم دليل على إيجابية تأثير السياسة، قبل بدء للتنفيذ** بناءً على نمذجة بيانات حركة المرور ودراسات الحالات المماثلة.

٢. **الإعلان بوضوح عن الخطط مسبقًا** لتقديم وقت كافٍ (مهلة) للمستخدمين للتكيف معها والوثوق بها.

٣. **الإعلان مقدمًا عن البدائل المتاحة** وعرض القيود المستقبلية من خلال توفير بدائل أفضل.

٤. **ضمان التخطيط القائم على الأدلة** من خلال توفير الأسس العلمية والبيانات لدعم الحجج والأسباب، وكذلك رصد تأثير السياسة، عن طريق محطات مراقبة الانبعاثات الثابتة داخل وخارج المناطق منخفضة الانبعاثات وتقديم مقارنات تحليلية لجودة الهواء في ما قبل وما بعد تنفيذ السياسة.

٥. **تنفيذ السياسة على مراحل** لتوفير مجال لمختلف الجهات المعنية للموافقة ولتعديل السياسة عبر مفهوم التجربة والخطأ.

إن ما حدث في مدينة روتردام عام ٢٠١٧ يعد مثالاً على مدى تأثير تقبل الجمهور العام بشكل كبير على نجاح مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات. ففي مرحلة معينة من مراحل التنفيذ، بعد توسيع نطاق المنطقة منخفضة الانبعاثات لتشمل المركبات الخاصة، حدثت احتجاجات جماهيرية كبيرة، ورفع الممثلون (أصحاب السيارات الذين يمثلهم الحزب الشعبي) دعوى قضائية لإيقاف هذا التوسع. وعلى الرغم من أن الحكومة كانت قادرة على عرض مدى نجاح السياسة من حيث تحسين جودة الهواء، فقد تم تخفيف اللوائح استجابة للاضطرابات الاجتماعية[٣٠].

ومن الجدير بالذكر أنه على الرغم من أن العدد المحسوب للمركبات الخاصة التي خضعت لتدابير المنع من دخول المنطقة لم يكن كبيرًا بما يكفي للتأثير سلبًا على جودة الهواء (حيث كانت في الأساس سيارات قديمة)، إلا أن إيقاف السياسة يعيق طموح المدينة في التحول إلى أنظمة التنقل صفرية الانبعاثات[٣٣]. ويسلط مثال تجربة مدينة روتردام، والذي يجسد عدة تجارب أخرى في أماكن مختلفة، الضوء على أهمية المشاركة الكافية للأطراف المعنية في المراحل الأولى من تخطيط وإطلاق مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات (أو عند البدء في مراحل جديدة من اللوائح الأكثر صرامة) من أجل ضمان التنفيذ الناجح وتقبل الجمهور العام وتأييده.

وعلى النقيض من ذلك، يمكن اعتبار التطبيق الشهير لسياسة المناطق منخفضة الانبعاثات في مدينة لندن كمثال ناجح، حيث تم تدرج تطبيق السياسة ببطء منذ عام ٢٠٠٨، مع مشاركة كافية من الأطراف المعنية بالإضافة إلى المحافظة على تجربة

فرض رسوم الازدحام في قلب المدينة والتي بدأت منذ عام ٢٠٠٣. ففي هذا المثال لم تُستبعد المركبات الخاصة من المناطق منخفضة الانبعاثات حتى الآن، حيث يتم أولاً الإعلان عن عن الخطط المستقبلية لاستبعاد المركبات الخاصة (فيما يتعلق بمناطق الانخفاض الأقصى للانبعاثات أو المناطق صفرية الانبعاثات) وترويجها ومناقشتها لاحترام وتضمين احتياجات الأفراد واهتماماتهم.

٢.٥.٢ التطبيق بدون سياسات وتدابير تمكينية مناسبة لتوفير البدائل

كما هو مذكور في الأقسام السابقة، يجب أن تكون المنطقة منخفضة الانبعاثات جزءًا أساسيًا من مجموعة سياسات أكبر تضمن توافر البدائل للمستخدمين. وفي مثل هذه الحالات، من المستحسن أن تخطط البلدان النامية لتوفير بدائل لمختلف أنواع المستخدمين.

فيما يلي ملخص التوجيهات الإرشادية:

١. توجيه سائقي الحافلات والشاحنات بشكل فعال: عند تقييد مركبات النقل الثقيل، يمكن للحكومة الإشارة إلى المسارات البديلة (بشكل فعال) والتي لا تزال متاحة للسائقين كمساعدة لهم للتمكن من إنجاز أعمالهم إلى أن يتمكنوا من التغيير إلى مركبة أكثر استدامة. وينطبق نفس الشيء على المتنقلين الآخرين المتضررين.

٢. التأكد من إتاحة المرشحات والمساعدة الفنية إذا لزم الأمر: إذا كانت المدينة تسمح بالتعديل التحديثي (على سبيل المثال، تقوم المركبات بتركيب مرشحات من أنواع مختلفة لتلبية معايير الانبعاثات، مثل محفزات أكسدة الديزل، ومرشحات جسيمات الديزل، وأنواع أخرى)، فعليهم التأكد من مدى توافر المرشحات الصحيحة لجميع أنواع المركبات، وربما الترويج لسعر المرشح وتقديم الإرشادات الفنية اللازمة بشكل فعال.

٣. تحديث وسائل النقل العام والنظم الفرعية وتجربة المتنقلين (بما في ذلك السير إلى المحطة): عند تقييد حركة المركبات الخاصة، يجب تعزيز قدرة شبكة النقل العام وجودة الخدمة لمراعاة التغيير الذي حدث في اختيار وسيلة التنقل وزيادة الطلب على وسائل النقل العام، وتوفير تجربة تتسم بالسلامة والراحة والمتعة للمتنقلين، ويشمل ذلك خدمات النقل الفرعية والاهتمام بتجربة رحلات الميل الأخير.

٤. توفير مرافق (Park-and-ride) إركن-واركب- ومواصلة في جميع المداخل الطرفية: يجب تطبيق هذه المرافق عند جميع مداخل المنطقة منخفضة الانبعاثات وربطها جيدًا بشبكة النقل العام.

٥. تشجيع استخدام المركبات الكهربائية (وغيرها من المركبات منخفضة الانبعاثات) وتوفير البنية التحتية حسب الحاجة: إذا تم السماح للسيارات الكهربائية في المنطقة منخفضة الانبعاثات، فمن واجب الحكومة توفير البنية التحتية للشحن الكهربائي داخل حدود المنطقة منخفضة الانبعاثات، وبالمثل بالنسبة للتقنيات الأخرى منخفضة الانبعاثات. علاوة على ذلك، يعد تشجيع شراء السيارات الكهربائية (وغيرها من المركبات منخفضة الانبعاثات) استراتيجية ناجحة للغاية يمكن أن تقلل من مقاومة السياسة وتحسن جودة مخزون المركبات الجديدة. ومع ذلك، ينبغي عدم استمرار إدخال تقنيات أنظف دون تنظيف المخزون الحالي (من خلال الإصلاح، والتجديد، وإعادة التزود بالطاقة، والتعديل التحديثي، وإيقاف الاستعمال)، بحيث يتم ضمان اتساق السياسات، وتجنب الخطأ المتمثل في إدخال تقنية أنظف إلى الأساطيل الحالية المسببة للتلوث. ويعد تدبير التخريد من ضمن هذه التدابير.

٦. تخريد المركبات القديمة: يمكن أن تكون مخططات التخريد وإعادة التدوير سياسة داعمة قوية للغاية في المنطقة منخفضة الانبعاثات، مما يضمن عدم قيادة المركبات الأكثر تلويثًا في المناطق المجاورة الأخرى. ويشجع ذلك أيضًا على تجديد مخزون المركبات والصناعة المحلية إذا كانت متوفرة.

٧. دراسة تطبيق الإعفاءات عند الضرورة: يمكن السماح بالإعفاءات لتخفيف الأثر على بعض الفئات الضعيفة، مثل الإعفاءات التي تبلغ مدتها عددًا محددًا من الأيام في السنة (على سبيل المثال، ١٢ يومًا في السنة)، أو أشكال أخرى من الإعفاءات المخطط لها بعناية.

تدعم تلك التدابير تنفيذ المناطق منخفضة الانبعاثات وتحث المستخدم على قبول قيودها الصارمة. كما يمكن أيضًا تطبيق قيود أخرى لتوجيه السائقين نحو بدائل مستدامة.

على سبيل المثال، يمكن تطبيق القيود الخاصة بأماكن انتظار السيارات والبنية التحتية للتنقل المصغر وسياسات تقليل سرعة حركة المرور (تهدئة حركة المرور) داخل حدود المنطقة منخفضة الانبعاثات نفسها[٢٣]. كما أثبتت أيضًا رسوم الازدحام نجاحها إذا تم تطبيقها ضمن مجموعة سياسات المنطقة منخفضة الانبعاثات[٨]. ومرة أخرى، يجب تنفيذ كل هذه السياسات على مراحل وببطء ودعمها ومشاركة الأطراف المعنية مسبقًا قبل تطبيقها.

منطقة منخفضة الانبعاثات في مدينة كبرى بإحدى الدول النامية: بكين، الصين

عانت العاصمة الصينية بكين لفترة طويلة من زيادة تلوث الهواء (انظر الشكل ١١)، وقامت بدراسة هذه الأزمة المتكررة على نطاق واسع واختبرت السياسات وطبقت تدابير متنوعة لحلها[٣٣]. ومن بين تلك التدابير، نفذت بكين في عام ٢٠١٧ أول منطقة منخفضة الانبعاثات تستهدف حظر مركبات النقل الثقيل شديدة التلوث (المركبات التي تقل معاييرها عن معايير الفئة الرابعة الوطنية) من القيادة في المناطق الحضرية في بكين [٣٤، ٣٥].

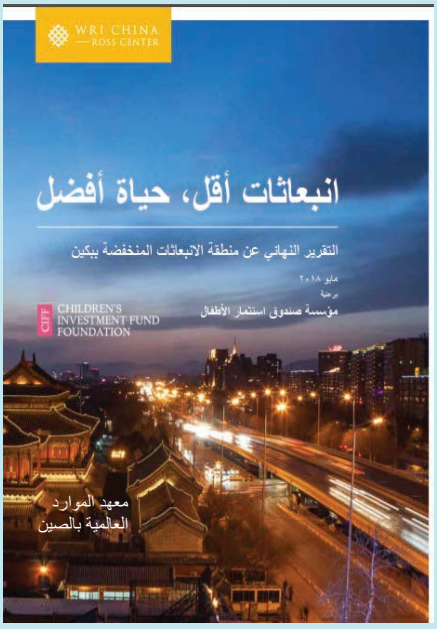
الشكل ١١: الضباب الدخاني المتسبب في تلوث الهواء الخطير ببكين. ديسمبر، ٢٠١٥.

أُعتمدت هذه السياسة في إطار الخطة الخمسية الثالثة عشرة للنقل العام في المناطق الحضرية والتي تناولت مشاكل الازدحام المروري والانبعاثات كجزء من الخطة. وتضمنت المجموعة فرض رسوم الازدحام، ورسوم المناطق منخفضة الانبعاثات، وانتظار السيارات كحلول ذات أولوية، إلى جانب تدابير إدارة الطلب على النقل (TDM) لتسهيل عملية التأقلم[٣٥]. وكان ذلك من بين عدة تدابير أخرى مختلفة لتخفيف حدة تلوث الهواء.

كان التحدي الرئيسي الذي واجهته الحكومة في هذه العملية هو التحديد الكمي المناسب لأثر الحد من الانبعاثات الناتج عن مخططات مختلفة لمقارنة مدى فعالية كل نهج على حدة [٣٣]. ومن ثم، تم وضع إرشادات منهجية ذات قيمة لمواجهة هذا التحدي كنتيجة لهذه التجربة.

في عام ٢٠١٨، تعاونت وزارة النقل الصينية (MoT) مع معهد الموارد العالمية (مكتب معهد الموارد العالمية في الصين) على تطوير سلسلة من الوثائق الإرشادية التي تقدم إطارًا منهجيًا لتطوير ملف جرد لتحديد انبعاثات المركبات المنتشرة[٣٢، ٣٣]. تضمنت التقارير أيضًا دراسات حالات مختلفة من جميع أنحاء العالم، مع التركيز على بعض الجوانب، مثل تقبل المجتمع، دمج السياسات، وتقييمات الشبكة، وتوفير البدائل[٣٢].

من بين النقاط البارزة في التقرير النهائي (انظر الشكل ١٢)، تم اقتراح أن تكون المناطق منخفضة الانبعاثات ملاءمة بصورة أفضل للتحكم في المواد الجسيمية وأكاسيد النيتروجين، حيث إن رسوم الازدحام أكثر فعالية في تقليل انبعاثات الهيدروكربون وأول أكسيد الكربون[٣٣]. مما يشير إلى أنه يمكن الجمع بين كلتا السياستين (أو دمجهما) بنجاح لتحقيق أقصى درجة ممكنة من الحد من الانبعاثات مع حظر أكثر المركبات تلويثًا فقط[٣٣].



الشكل ١٢: التقرير النهائي الصادر عن معهد الموارد العالمية[٣٣]

٣. تحليل الوضع في مصر

٣.١ الأولويات المحددة في مشكلة تلوث الهواء

تعتبر منطقة القاهرة الكبرى منطقة شديدة الانبعاثات ومصدر أساسي لتلوث الهواء في مصر، تليها المدن الأخرى ذات الكثافة السكانية الكبيرة والنسبة المتزايدة في ملكية المركبات. وإلى جانب البيانات المرصودة بشأن تلوث الهواء من الشبكة الواسعة لجهاز شئون البيئة المصري، يعد مستوى التلوث أيضًا مرئيًا بشكل عام للأشخاص العاديين، كالتلوث الذي يحيط بالغطاء النباتي والمباني.

تمثل ظاهرة حرق قش الأرز أحد الأسباب الرئيسية لتلوث الهواء إلى جانب ظاهرة حرق النفايات في الهواء الطلق، لكن قلت هاتان الظاهرتان تدريجيًا بفضل الجهود الناجحة المبذولة من جانب الجهات المختصة.

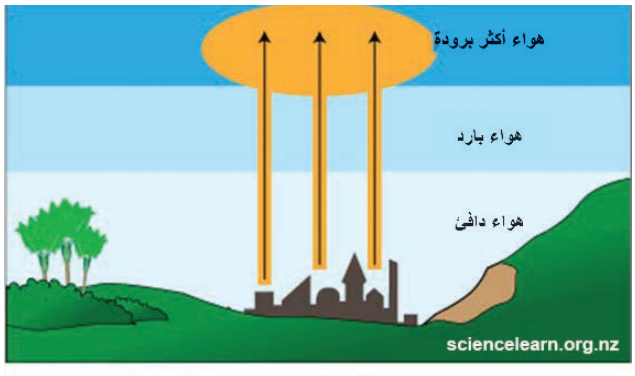
ومع ذلك، لا يزال التحديان المتبقيان التاليان يشكلان أكبر تهديد على أي تقدم في هذا المجال:

أ. <u>نوبات الانقلاب الحراري:</u>

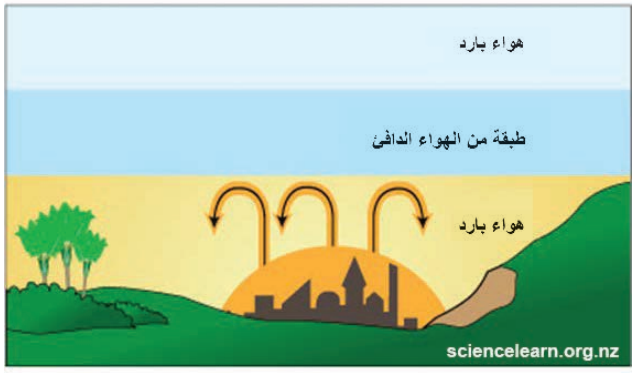
قد تؤدي الظواهر الجوية في بعض الأحيان إلى تفاقم (تضخم) مشكلة التلوث الحالية، خاصة بسبب تكوين طبقة الانقلاب الحراري (أو انقلاب "درجة الحرارة") التي تحدث عادة في فصل الخريف في القاهرة الكبرى، وقد تحدث هذه الظاهرة أيضًا في أوقات أخرى من العام. بطريقة مبسطة، عند تكون هذه الطبقة على ارتفاعات منخفضة، فإن تركيز تلوث الهواء المحبوس يكون أعلى، لذلك، فإن ارتفاع طبقة الانقلاب الحراري يعد عاملاً مهمًا (ارتفاع الخلط). حتى وإن عولج السببان السابقان لتلوث الهواء، مثل ظاهرة حرق قش الأرز، فإن تلوث الهواء الحالي الناتج عن المركبات والمصادر الأخرى سيستمر في التراكم في مثل هذه الظروف ويتسبب في حدوث ظاهرة "السحابة السوداء". يتم شرح هذه الظاهرة بمزيد من التفصيل في الأقسام التالية (القسم ١.١.٢).

ب. <u>جودة وقود السولار:</u>

يحتوي وقود الديزل في مصر (المعروف بالعامية باسم "السولار") على نسبة كبريت تزيد ١٠٠ مرة عن المستويات المقبولة عالميًا[٣٦]. ولا يشكل ذلك مصدرًا للقلق فحسب بسبب انبعاثات أكاسيد الكبريت (SO_X)، ولكن أيضًا لأن هذا الملوث يمنع استخدام أجهزة التحكم في الانبعاثات في مركبات النقل الثقيل التي تستخدمه (مثل مرشحات جسيمات الديزل ومحفزات



النمط الطبيعي



الانقلاب الحراري

الشكل ١٤: يتكون الانقلاب الحراري من طبقة هواء دافئة تحبس طبقة هواء أكثر برودة مع انحباس ملوثات الهواء داخلها[٣٧].

أكسدة الديزل)، مما يؤدي إلى إطلاق انبعاثات غير محكومة من ملوثات أخرى أيضًا. أما في حالة استخدام وقود البنزين فهو بالمقارنة بالسولار يعتبر ذا جودة مقبولة نسبيًا.

من الواضح أن الانقلاب الحراري ظاهرة طبيعية، ولكن يمكن التنبؤ بها بحيث يتم اتخاذ التدابير الاحترازية المناسبة في المدن، مثل القائمة التالية من الأمثلة المختارة:

- الإدارة المؤقتة لمصادر الانبعاثات (مثل القيود الجزئية المؤقتة المفروضة على المركبات، والحد من الإنتاج الصناعي، وما إلى ذلك)
- إرسال الإخطارات من خلال المدارس والنوادي الرياضية والوسائط الإعلامية المتعددة (مثل، الإعلان في توقعات الطقس)، لتحذير عامة الجمهور والمجموعات المختلفة التي تعاني من الحساسية على حدٍ سواء، من ممارسة

النشاط البدني في الهواء الطلق، وإغلاق ملاعب كرة القدم الخارجية مؤقتًا، وما إلى ذلك.

- التخطيط لإدارة الأزمات وتوفير الإمكانات الكافية لتقديم خدمات الرعاية الطبية، وما إلى ذلك.

وعليه، فإن التعاون بين الوزارات يعد أمرًا أساسيًا (تدابير التنسيق المرتبطة بمجالات الصحة العامة، والبيئة، والصناعة، وما إلى ذلك)، إلى جانب توفير فهم أعمق للظاهرة وأثرها.

٣.١.١ الانقلاب الحراري وحبسه لتلوث الهواء

يعد الانقلاب الحراري (أو انقلاب درجة الحرارة) من الظواهر الجوية. ففي الظروف العادية أو المعتادة، يكون الهواء في الغلاف الجوي أبرد بشكل طبيعي مع الارتفاع. ومع ذلك، قد يحدث انقلاب أحيانًا بحيث تصبح طبقة من طبقات الغلاف الجوي أكثر دفئًا، مما يُكَّون طبقة تحبس الهواء البارد تحتها، إلى جانب تلوث الهواء إن وجد، وهذه حالة مستقرة غير مرغوب فيها يمكن أن تؤدي إلى تراكم تلوث الهواء في المدن.

تسمح عودة الأوضاع غير المستقرة المواتية (الرياح/النسيم الذي يهب على المدينة كلها) للتلوث بالتشتت مرة أخرى لاحقًا، والعودة إلى درجة الحرارة العادية للتبريد الثابت مع زيادة الارتفاع (انظر الشكل ١٤).

تجربة الكشف عن مؤشر جودة الهواء في ميدان التحرير، عام ٢٠٠٨

بدأت المحاولات الأولى لتطوير مؤشر جودة الهواء (AQI) والإفصاح عنه بشكل صريح في عام ٢٠٠٨ مع إنشاء محطة مراقبة جودة الهواء في ميدان التحرير (أعلى جراج عمر مكرم) بدعم من الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (JICA)[ج]. وفي هذه التجربة القصيرة، تم عرض مؤشر جودة الهواء على شاشة LED كبيرة لأول مرة (انظر الشكل ١٣) بطريقة يسهل فهمها على الشخص العادي؛ وأشارت سلسلة من الرموز التعبيرية ذات الألوان المختلفة إلى مستوى التلوث في الوقت الفعلي. ولم يستمر تطبيق هذه الفكرة لأسباب مختلفة، بما في ذلك عمليات التخريب التي وقعت في أحداث عام ٢٠١١، وعدم التأكد بشأن استمرارية أنشطة التسويق الاجتماعي وتقييم الآثار المترتبة، وكذلك احتياجات بناء القدرات من أجل إضفاء الطابع المؤسسي على الفكرة وتوسيع النطاق ليتجاوز الغرض التوضيحي.

الشكل ١٣: شاشة عرض مؤشر جودة الهواء في ميدان التحرير. تصوير: سالي الفيشاوي.

[ج] تم تقديم هذه المعلومات من قبل المؤلف الذي كان جزءًا من فريق الخبراء الذي نفذ هذا المشروع كجزء من مشروع تحسين الإدارة البيئية الإقليمية (٢٠٠٦ - ٢٠٠٨) لبناء قدرات جهاز شئون البيئة ومكاتبه الإقليمية.

٣.١.٢ أمثلة عالمية على ظاهرة الانقلاب الحراري

هناك العديد من الأمثلة لمدن يتزامن فيها الانقلاب الحراري مع انتشار تلوث الهواء في المدينة. حيث تعد طبقات الانقلاب عاملاً مهمًا في تكوين الضباب الدخاني (تلوث الهواء المرئي) في لوس أنجلوس على سبيل المثال، والتي اشتهرت بمعاناتها من هذه الحالة المناخية المستقرة العرضية في بعض الأحيان. ويمنع هذا الانقلاب الخلط في المناطق السفلى من طبقة التروبوسفير، وبالتالي يؤدي إلى تفاقم تكوين الضباب الدخاني. وتُحل هذه الظاهرة عندما تعود خصائص درجة الحرارة إلى طبيعتها، وتتجه للبرودة بثبات مع الارتفاع.

خلال تلك النوبات الحرجة، يمكن ملاحظة هذه الظاهرة بسهولة بواسطة العيون غير المدربة عند النظر إلى مدينة ذات كثافة سكانية على بُعد وارتفاع كافيين عند حدوث الضباب الدخاني (انظر الشكل ١٥).

لقد تطور فهم هذا الارتباط بين تكوين طبقة الانقلاب والضباب الدخاني على مدار فترة طويلة منذ إجراء الدراسات التي يعود تاريخها إلى خمسينيات القرن الماضي وما قبل ذلك، كما هو الحال في الأمثلة الشهيرة على الضباب الدخاني بلندن، أو الضباب الدخاني المتكرر في مدينة لوس أنجلوس التي لا تزال تواجه هذه المشكلة حتى الآن[٣٨].

لذلك فإن أنظمة الإنذار المبكر لنوبات تلوث الهواء العالية المرتبطة بتكوين الانقلاب الحراري تعد أساسية لتخطيط الاستجابة وتنفيذ تدابير الحد من الانبعاثات بشكل وقائي.

ومع ذلك، فإن الحد من الانبعاثات على المدى الطويل يعد أمرًا ضروريًا للحد من خطورة مثل هذه الظواهر بشكل عام. وتتضمن الحلول في حالة مصر معالجة الشواغل الرئيسية التالية: ظاهرة حرق النفايات في الهواء الطلق والانبعاثات غير المحكومة للمركبات، المرتبطة بنوعية جودة وقود السولار الخطرة، مع اعتبار احتوائه على نسبة عالية من الكبريت.

٣.٢ الآثار المترتبة على الارتفاع الكبير لنسبة الكبريت في الوقود

لطالما دعت الدراسات التي أُجريت بشأن تلوث الهواء إلى اتخاذ العديد من التدابير المهمة التي يمكن تقديمها من خلال التكنولوجيات المبتكرة، مثل السيارات الكهربائية أو أنواع الوقود البديلة، مثل الغاز الطبيعي وغيره. إلا أنه عند وضعها في المنظور المناسب والجدول الزمني المتوقع، وُجِد أن الأثر المترتب على تحسين جودة الوقود لتحسين جودة الهواء ذي أولوية أعلى بكثير[٤٥]، ومطلب أساسي للعديد من التدابير الأخرى:

> *تشير الاتجاهات الحالية إلى أن معدل التغلغل البطيء للمركبات الكهربائية (والمركبات التي تعمل بالغاز الطبيعي) في مصر لن يكون كافياً بمفرده لتحسين جودة الهواء في السنوات المقبلة إذا لم يتم تطبيق تدابير موازية لتحسين الانبعاثات الناتجة عن المركبات الحالية وأنواع الوقود المستخدمة؛ خاصة وقود السولار؛ الذي يحظى بالأولوية العليا لتحسين جودة الهواء.*

الشكل ١٥: الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي في لوس أنجلوس والعرض المرئي الشائع للطبقات المختلفة، نوفمبر ٢٠١٦ [٣٩]

جدول رقم ٣: تطور مواصفات الوقود في الاتحاد الأوروبي فيما يتعلق بنسبة الكبريت[٤٠]

تاريخ التطبيق	الاسم	توجيه الاتحاد الأوروبي	حد الكبريت (جزء في المليون)
أكتوبر ١٩٩٦	يورو ٢	EEC/93/12	٥٠٠ (سولار)
يناير ٢٠٠٠	يورو ٣	EEC/93/12	٣٥٠ (سولار)؛ ١٥٠ (بنزين)
يناير ٢٠٠٥	يورو ٤	EC/98/70	٥٠*
يناير ٢٠٠٩	يورو ٥	EC/2003/17	١٠، ١٠**

* يجب توفير وقود بحد يصل إلى ١٠ جزء في المليون
** حد وقود الطرق الوعرة

من أصعب تحديات محاولة الحد من انبعاثات الكبريت الناتجة عن المركبات هو أن النسب العالية من الكبريت تؤدي إلى تثبيط أداء أجهزة التحكم في انبعاثات المركبات (بمتوسط يتجاوز ٢٠٠٠ جزء في المليون في مصر، أي قيم أسية أعلى من المستويات المقبولة).

كمعلومة مرجعية، يعد المعيار الشائع في مصر هو المعيار الأوروبي لحدود الانبعاثات، والذي وضع حدودًا لنسبة الكبريت في وقود السولار بمقدار ٥٠ جزء في المليون (فئة يورو ٤) منذ عام ٢٠٠٥، و١٠ جزء في المليون (فئة يورو ٥) خلال العقد الماضي كما هو مذكور في الجدول رقم ٣.

ومع ذلك، فإن الخطوات الممكنة المتبعة لتحقيق قفزات نوعية للوصول إلى معايير مناسبة تتمثل في مسألة تقدير التكاليف المتكبدة من ناحية، والفوائد التي تعود على القطاع والمجتمع من ناحية أخرى، ويتضمن ذلك تقييم أثر العوامل الخارجية للتلوث (على سبيل المثال، إلغاء تكاليف التدهور الصحي، والتدهور البيئي، والتأثير على السياحة، وغير ذلك).

في هذا الصدد، تنص الاستراتيجية العالمية للحد من نسبة الكبريت التي تدعمها مبادرة مركبات النقل الثقيل لتحالف المناخ والهواء النظيف (CCAC) التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة على أن الفوائد تتجاوز التكاليف. ووفقًا للاستراتيجية العالمية لعام ٢٠١٦ لاستخدام وقود منخفض الكبريت ومركبات أنظف تعمل بالسولار، أجرت المبادرة دراسات بناءً على الدول التي لم تضع معايير لنسبة الكبريت في الوقود بمقدار ٥٠ جزء في المليون، وأشارت النتائج إلى أن إزالة الكبريت من وقود الطرق الوعرة بحلول عام ٢٠٥٠ سيؤدي إلى تحقيق فوائد عالمية تفوق التكاليف بنسبة ١٦:١، مما يبرر بوضوح أي استثمارات حكومية ضرورية[٤٦].

يتمثل أحد الآثار الرئيسية المترتبة على تقليل نسبة الكبريت في أن الفوائد لا تقتصر على تقليل انبعاثات أكاسيد الكبريت فقط، بل تشمل أيضًا تقليل مجموعة من الانبعاثات الضارة الأخرى. وبمجرد تقليل نسبة الكبريت إلى مستويات مقبولة، ستكون هناك إمكانية لاستخدام أجهزة التحكم في الانبعاثات التي ستتحكم في الانبعاثات الأخرى أيضًا. ويتم شرح ذلك بمزيد من التفصيل في القسم التالي.

ما الهدف من تقليل نسبة الكبريت؟

وفقًا لمنظمة الصحة العالمية (WHO)، كان تلوث الهواء مسؤولاً عن وفاة واحد من بين كل ثماني وفيات في العالم في عام ٢٠١٢، مما يشير إلى أنه من أكبر المخاطر الصحية البيئية في العالم (الشكل ١٦).

الشكل ١٦: الآثار المترتبة على تلوث الهواء الشديد ومخاطره.

صنفت الوكالة الدولية لبحوث السرطان عوادم المحركات التي تعمل بالسولار على أنها مادة مسرطنة للبشر (الفئة ١)، حيث يرتبط ما يقرب من نصف الوفيات المبكرة المذكورة أعلاه بتلوث الهواء الخارجي. ويعود السبب الرئيسي إلى المواد الجسيمية الدقيقة ($PM_{2.5}$). وتعتبر المركبات من المصادر المهمة للمواد الجسيمية من $PM_{2.5}$ ، بل وتكون في كثير من الحالات المصدر الرئيسي.

من أجل الحد من انبعاثات المواد الجسيمية من فئة $PM_{2.5}$ الناتجة عن المركبات، هناك حاجة ملحة لاستخدام أنواع وقود منخفضة الكبريت، أنواع وقود لا تزيد نسبة الكبريت بها عن ٥٠ جزء في المليون، أو وقود يحتوي على نسبة مثالية ومنخفضة للغاية من الكبريت تصل إلى ١٠ أو ١٥ جزء في المليون. وتعد أنواع الوقود منخفضة الكبريت ضرورية أيضًا للاستخدام والتشغيل الفعال للمركبات الأنظف وتكنولوجيا التحكم في الانبعاثات. كما سيحقق هذا الجمع بين أنواع الوقود والمركبات الأنظف فوائد صحية كبيرة ومنافع مناخية ضخمة من خلال الحد من ملوثات المناخ قصيرة العمر (مثل، الكربون الأسود).

المصدر: مبادرة مركبات النقل الثقيل التابعة لتحالف المناخ والهواء النظيف لعام ٢٠١٦، استراتيجية عالمية لإدخال وقود منخفض الكبريت وسولار أنظف

٣.٣ متى يمكننا البدء في استخدام أجهزة التحكم في الانبعاثات بالمركبات؟

يؤثر الكبريت بشكل كبير على أداء أجهزة التحكم في الانبعاثات في المركبات، فهو مادة حفازة سامة، وبالتالي يعيق التحكم في انبعاثات العادم التالية المثيرة للقلق:

- المواد الجسيمية (PM)، أنواع معقدة من الملوثات العالقة
- الهيدروكربونات (HC)
- أكاسيد النيتروجين (NO_x)
- أكاسيد الكبريت (So_x)
- الأوزون (O_3) (بسبب تفاعل أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات تحت أشعة الشمس).
- أول أكسيد الكربون (CO)

هناك نوعان منتشرا الاستخدام على نطلق واسع يتم استخدامهما مع المركبات التي تعمل بالسولار، وهما محفزات أكسدة الديزل (DOC) ومرشحات جسيمات الديزل (DPF)، وكلاهما يتطلبان مستويات منخفضة من الكبريت ليعملا بشكل فعال.

١. **محفزات أكسدة الديزل (DOC) (تتطلب <٥٠٠ جزء في المليون):**

تتيح مستويات الكبريت التي تبلغ نسبتها ٥٠٠ جزء في المليون وأقل استخدام المركبات المجهزة بمحفزات أكسدة الديزل (DOC)، والتي يمكن أيضًا استعمالها كحل للتعديل التحديثي للمركبات القديمة. وتعتبر محفزات أكسدة الديزل هي التكنولوجيا الأكثر استخدامًا للتحكم فى الانبعاثات بعد نظام إعادة تدوير غاز العادم (EGR). وهي تعمل على أكسدة أول أكسيد الكربون (CO) والغازات والهيدروكربونات المتطايرة إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، وتحسن احتراق الجزء العضوي القابل للذوبان من جزيئات الكربون التي تتكون من السخام والدخان. وقد يحقق محفز أكسدة الديزل انخفاضًا بنسبة ٢٠ إلى ٥٠٪ من إجمالي المواد الجسيمية، وأيضًا انخفاضًا يصل إلى أكثر من ٩٠٪ في نسبة أول أكسيد الكربون والهيدروكربون[٤٠]. كما أن انخفاض نسبة الكبريت تعد ضرورية لتحقيق الأداء الأمثل.

٢. **مرشحات جسيمات الديزل (DPF) (تتطلب معدلات أقل من ٥٠ جزء في المليون):**

تتيح مستويات الكبريت التي تقل عن ٥٠ جزء في المليون استخدام مرشحات جسيمات الديزل (DPF) ويمكن أن تكون أيضًا خيارًا مناسبًا للتعديل التحديثي، ولكن ليس مع المركبات القديمة. وتقلل تلك المرشحات بشكل كبير من الجسيمات التي يمكن أن تتجاوز ٩٠٪، وتقلل أيضًا من الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون. كما يعد هذا المستوى ضروريًا لتجنب تلف أنظمة التحكم في الانبعاثات في المركبات من فئة يورو ٤ وأعلى. بيد أن المركبات من فئة يورو ٤ لا تعد مجهزة بمرشحات الجسيمات بشكل عام. ومن ناحية أخرى، تعد فئة يورو ٦ من الفئات التي تندرج ضمن المعايير التي "تفرض استخدام المرشحات"، أي تتطلب استخدام مرشحات الجسيمات[٤١]. ويمكن إجراء برامج التعديل التحديثي لتسهيل هذا التحول.

اتجهت العديد من المدن بالفعل إلى خيارات التعديل التحديثي، إلى جانب تحسين جودة الوقود، مثل مكسيكو سيتي، وسانتياغو دي تشيلي، وهونج كونج، وغيرها من المدن[٤١]. كمثال قد يكون ذا صلة بمصر، بدأت المكسيك التحول من خلال برنامج تعديل تحديثي تجريبي أولي بالتعاون مع وكالة حماية البيئة الأمريكية، والذي يتضمن استيراد وقود السولار بأقصى انخفاض للكبريت (ULSD) والذي لم يكن متاحًا محليًا بعد، ما دفع لاحقًا شركة النفط الحكومية بيميكس (PEMEX) إلى المضي قدمًا في تسريع التحول نحو إنتاج سولار بأقصى انخفاض للكبريت إلى جانب برامج التعديل التحديثي لنشر متطلبات أجهزة التحكم في الانبعاثات[٤٢،٤٣].

ولذلك فإن توافر وقود السولار المتوافق (منخفض الكبريت) أمر أساسي لاستخدام نظام التحكم في الانبعاثات.

٣.٤ فرصة تاريخية لحل أزمة جودة السولار في مصر

في ٢٧ أكتوبر ٢٠٢٠، تم افتتاح أكبر مشروع تطوير مجمع تكرير في مصر تحت رعاية رئيس جمهورية مصر العربية. وقد اضطلعت بتنفيذ هذا المشروع الشركة المصرية للتكرير داخل مجمع مسطرد للبترول الموجود في شمال شرق القاهرة، وأثمر هذا التطوير عن مساهمة كبيرة في قدرة مصر على الإنتاج المحلي من وقود السولار. ويتم الآن إنتاج كمية سنوية تبلغ ٢,٣ مليون طن من وقود السولار من فئة يورو ٥، مما يوفر حوالي ١٥٪ من احتياجات وقود السولار في مصر، إلى جانب منتجات أخرى.

لقد كان هذا التطوير بمثابة زيادة في القدرة الإنتاجية التي طال انتظارها والتي ستتيح مناقشة وضع معايير وقود السولار في مصر (كما تم التأكيد مرارًا وتكرارًا في الدراسات التي أُجريت على مدار السنوات السابقة).

لطالما كان التحدي في استخدام السولار منخفض الكبريت في مصر يتمثل في عدم القدرة على توفير إنتاج محلي كافٍ والاعتماد

على معامل التكرير القديمة التي تنتج منتجات منخفضة الجودة يتم استخدامها على الرغم من خطورتها، ولم يُعالج هذا التحدي بشكل كافٍ بسبب القيود والتحديات الاقتصادية المتوقعة في عملية إصلاح القطاع. ولقد كانت صناعة التكرير المصرية هي الأقدم في المنطقة العربية، حيث تم إنشاء أول معمل تكرير في مصر في السويس في عام ١٩١٣، ولا يزال يعمل حتى يومنا هذا وينتج منتجات لا تفي بالمعايير. إلى جانب معامل التكرير القديمة المماثلة الأخرى، حيث تحتوي جودة المنتجات على سولار ذي نسبة عالية من الكبريت، مما يهدد الصحة العامة.

لكن مع الزيادة الأخيرة في القدرة الإنتاجية، على الرغم من أن الإمداد لا يزال غير كاف للتغطية المحلية للسولار منخفض الكبريت (أو السولار بأقصى انخفاض للكبريت)، إلا أنه من الممكن توفيره للقاهرة الكبرى. وبناءً على ذلك، أصبح من الممكن الآن مناقشة إمكانيات تطبيق نهج المدينة أولاً للقضاء على وقود السولار الخطر، بمنطق البدء بالمنطقة الأكثر تضررًا؛ وهي القاهرة الكبرى[٤٤،٤٥].

٣.٥ استخدام نهج المدينة أولاً لاستعمال أنواع وقود أنظف

في عمليات التحول العالمية نحو استخدام الوقود الأنظف، يعد نهج المدينة أولاً مخصصًا للبلدان التي تسعى إلى استخدام أنواع وقود أنظف من خلال إعطاء الأولوية لمعايير وقود أكثر تشددًا في بعض المدن الأكثر عرضة لتلوث الهواء أولاً (أو تحديد ممرات عبور معينة). بالنسبة لهذه المدن/الممرات ذات الأولوية، يتم ضمان التوافر المحلي للوقود الأنظف أولاً، ويتم وضع الخطط لتنفيذ المعيار في بقية البلد بعد ذلك.

الدول التي استخدمت نهج المدينة أولاً هي الأرجنتين والبرازيل وبيرو، وغيرها من الدول الأخرى، مع التركيز على المناطق ذات الكثافة السكانية أولاً[٤٦].

في هذا الصدد، وبناءً على الدراسة التي أجراها مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا (CEDARE) لعام ٢٠١٨ حول معامل التكرير في مصر ونوعية الوقود، واعتبار الزيادة الأخيرة في القدرة الإنتاجية في عام ٢٠٢٠، تعد النتائج الرئيسية التالية صالحة للتطبيق الآن:

١. **تطبيق معايير وقود السولار من فئة يورو ٥ (أو مواصفات مماثلة منخفضة الكبريت) في القاهرة الكبرى** كمرحلة أولى (نظرًا لتوافر كميات وقود السولار من فئة يورو ٥ التي تنتجها معامل التكرير المتطورة حاليًا) ووضع معيار جديد منخفض الكبريت لوقود السولار (تسمح المواصفات الحالية بمستويات خطرة من الكبريت).

٢. **تطبيق معايير وقود السولار من فئة يورو ٥ على مستوى الدولة** في جميع أنحاء مصر عند توافر كميات كافية (أي من خلال مشاريع معامل التكرير الجديدة، وعمليات إزالة الكبريت (معالجة إزالة الكبريت) من منتجات معامل التكرير القديمة، وحظر استيراد وقود السولار الذي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت لتحقيق أهداف عام ٢٠٣٠). والجدير بالذكر أن تكاليف الأضرار الصحية والبيئية أكبر من تكاليف تدابير إزالة الكبريت وفقًا للدراسات الدولية.

٣. **إدراج تكاليف الأضرار التي تلحق بالصحة والتدهور البيئي في عمليات وضع السياسة.** أشارت دراسات البنك الدولي التي أُجريت بشأن تكاليف الأضرار الناجمة عن تلوث الهواء (مذكرة حول القطاع لعام ٢٠١٣) إلى أن مصر تتكبد تكاليف باهظة بسبب الأضرار التي تلحق بالصحة بسبب تلوث الهواء، والتي تصل تقريبًا إلى ١٪ من الناتج المحلي الإجمالي[٤٧]. وسيزداد هذا التقدير في حالة الأخذ في الاعتبار الأثر على السياحة والزراعة والآثار التاريخية وتغير المناخ ونوعية الحياة بشكل عام، في حين أن ثلث تلوث الهواء في مصر ناتج عن انبعاثات المركبات فقط.

يجب أن تتزامن هذه التدابير مع التغلغل الجاري حاليًا للمركبات التي تعمل بالغاز الطبيعي المضغوط (CNG) في مصر إلى جانب التغلغل البطيء للسيارات الكهربائية. ومن ثم، هناك حاجة إلى وضع رؤية واستراتيجية وطنية لأنواع وقود ومركبات أنظف لضمان اتباع نهج شامل وتأكيد الالتزام السياسي. وقد أنشئت بالفعل لجنة للوقود وانبعاثات المركبات في مصر لتمكين مثل هذه العملية.

٣.٦ لجنة الوقود وانبعاثات المركبات

تعقد وزارة البيئة مناقشة حول جودة الوقود من منظور البيئة والصحة العامة من خلال ذراعها التنفيذي، جهاز شئون البيئة المصري (EEAA). وفي هذا الشأن، صدر قرار وزاري في عام ٢٠١٧ بتشكيل لجنة لدراسة الحد من الانبعاثات الناتجة عن الاستهلاك المحلي للمنتجات البترولية عبر القطاعات. وتترأس اللجنة الإدارة المركزية لنوعية الهواء والحماية من الضوضاء بجهاز شئون البيئة المصري، وتضم الهيئة المصرية العامة للبترول (EGPC) والهيئة المصرية للمواصفات (EOS)، بالإضافة إلى الأطراف المعنيين الرئيسيين الآخرين، بما في ذلك وزارة النقل وممثلي هيئات النقل العام، واتحاد الصناعات المصرية (FEI)، واتحاد الغرف التجارية المصرية (FEDCOC)، ووكالة التنمية الصناعية (IDA)، ووزارة المالية (MoF)، ووزارة الصحة والسكان (MoHP)، ووزارة التنمية المحلية (MLD) ووزارة الداخلية (MoI) وجامعة القاهرة.

يمكن إعادة النظر في صلاحيات اللجنة لاستكشاف ما إذا كانت تتمتع بالسلطة الكافية للوفاء بالالتزامات المتوقعة لاستراتيجية المناطق منخفضة الانبعاثات وتطوير خطة العمل. وتتمحور هذه المسألة في المقام الأول حول وضع معايير ملزمة قانونًا لنوعية الوقود الآمن ووضع تصنيف للمركبة قائم على الانبعاثات، إلى جانب المتطلبات الأساسية الأخرى للمناطق منخفضة الانبعاثات.

٣.٧ تحديات رصد جودة الهواء وتقييمها

تتميز عملية رصد جودة الهواء المحيط (وبيانات الطقس المرتبطة بها) في مصر بشكل أساسي بالتالي: (١) شبكة قائمة من محطات الرصد، و(٢) ممارسة مطبقة حاليًا للكشف عن المعلومات المتعلقة بجودة الهواء عبر الإنترنت واستخدامها للإنذار المبكر.

١. **محطات رصد جودة الهواء:**

هناك مجموعة واسعة من محطات رصد جودة الهواء في مصر، والتي تدعم جهاز شئون البيئة المصري (EEAA) لمراقبة تلوث الهواء المحيط. بيد أن التحدي الرئيسي يكمن في التحليل المحدود للبيانات والتكامل مع مصادر البيانات الأخرى، بالإضافة إلى ربط نتائج الرصد بآثارها العملية ومتابعة إجراءات التدخل، مثل تحديد الإجراءات الموحدة للاستجابة للأزمات أو إبلاغ القرارات والخطط طويلة الأجل، مثل فرض لوائح معينة على إمكانية دخول المركبات، وغير ذلك.

٢. **توقعات جودة الهواء (عبر الإنترنت) والإنذار المبكر (عمليات مبسطة):**

يتم حاليًا إبلاغ عامة الجمهور بمؤشرات تدل على توقعات جودة الهواء من خلال موقع جهاز شئون البيئة المصري[٤٨]، فما هو مشار إليه في الواقع يعتمد على الأحوال الجوية. حيث تشير على وجه التحديد إلى مؤشر التهوية، والذي يُنظر إليه على أنه مؤشر للمناطق التي قد يكون فيها تلوث الهواء مصدر قلق إذا تزامن مع تكوين طبقة الانقلاب الحراري. وتشمل التوقعات المستقبلية تطلعات لتوفير معلومات تستند إلى قياسات وتوقعات نسب تركيز تلوث الهواء الفعلية، بدلاً من أحوال الأرصاد الجوية. ويخضع ذلك إلى التخطيط والتحسين المستمر.

ومن بين تحديات الوضع الحالي، صعوبة وضع صعوبة وضع تقييم أثر ما قبل-وما-بعد مختلف تدابير الحد من تلوث الهواء، مثل المناطق منخفضة الانبعاثات، أو معايير جودة الوقود، وما إلى ذلك.

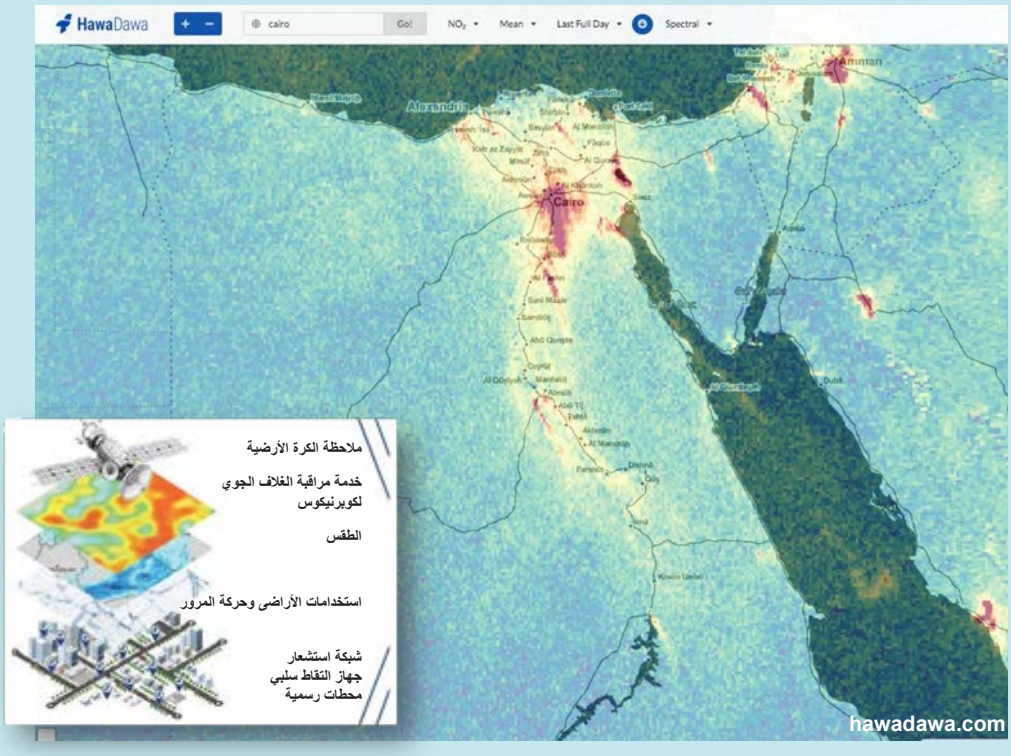
في هذا الصدد، فإن التطلعات المستقبلية لتحسين عملية الرصد هي الأكثر بروزًا في مشروع البنك الدولي الذي تم إطلاقه مؤخرًا، ومشروع القاهرة الكبرى لإدارة تلوث الهواء والتغير المناخي. حيث يدعم المشروع بشكل كبير جودة الهواء والقدرة على رصد وإدارة الغازات الدفيئة (GHG) في جهاز شئون البيئة المصري. ويُقدم الدعم وفقًا لتقييم الاحتياجات ويتم تناوله في العنصر الأول المندرج في المشروع؛ وهو تعزيز نظام إدارة نوعية جودة الهواء والاستجابة له. وفي هذا الشأن، قد يكون التوافق مع رؤية تنفيذ سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات أمرًا مهمًا. كما تشمل التطلعات المستقبلية الأخرى التعاون المحتمل مع وكالة الفضاء المصرية (EgSA) لاستكشاف إمكانيات توظيف برنامج الفضاء المصري الجديد للأغراض البيئية.

تكنولوجيا الفضاء والذكاء الاصطناعي (AI) ومستقبل إدارة جودة الهواء

من بين الحلول الناشئة عالميًا لتوفير بيانات محدثة وذات صلة لرصد جودة الهواء ودعم اتخاذ القرار، استخدام تكنولوجيا الفضاء وتحليل البيانات المدعوم بالذكاء الاصطناعي. ففي ظل التطورات التي طرأت على تكنولوجيا الفضاء وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، أصبح من الممكن الحصول على مخرجات معلومية أكثر لم يكن من الممكن تحقيقها في السابق. وتتضمن الأمثلة ما يلي:

- تحديد مصادر التلوث في الوقت الفعلي عند ملاحظة ظواهر غير عادية،
- تحليل تأثير الرياح على قياسات جودة الهواء،
- مراقبة طبقة الانقلاب،
- الربط ببيانات حركة المرور،
- تحسين المراقبة والتنبؤ والقدرة على التعامل مع العوامل الأكثر تأثيرًا.
- تتيح بيانات مراقبة الأقمار الصناعية أيضًا التنبؤ من منظور مكاني بانتشار تلوث الهواء في المناطق التي لا يتم فيها تركيب أجهزة استشعار.

من بين تقارير أرصاد الأقمار الصناعية المقدمة، يعد المخطط الحراري الناتج وتحليل جودة الهواء (في الوقت الفعلي والتوقعات) ذا فائدة كبيرة. ويعد النهج، الذي طورته مؤخرًا شركة تكنولوجيا الفضاء هوا دوا (Hawa Dawa)، من خلال الاستفادة من بيانات وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) المتاحة لإظهار القدرات المحتملة، مثالاً يحتذى به في هذا الصدد (انظر الشكل ١٧). ويمكن استخدام ذلك في التخطيط لتدابير الاستجابة، أو تحديد أولويات السياسات، أو تقييم تأثير إجراءات التدخل واللوائح الحكومية، بعد تصحيح تأثيرات الطقس والرياح (على سبيل المثال، قبل وبعد توسيع نطاق أنظمة الحافلات، ووضع معايير خاصة بجودة الوقود، وتوجيه التكنولوجيا إلى الأساطيل التي تعمل بالغاز الطبيعي أو الكهرباء، ومخططات تخريد المركبات، ومخططات المناطق منخفضة الانبعاثات، وما إلى ذلك.



الشكل ١٧: صورة من عرض متحرك للتغيرات الطارئة على تركيز الملوثات طوال صيف ٢٠١٩ (الرسوم التوضيحية مقدمة من شركة هوا دوا، وهي معروضة في هذا التقرير للأغراض التوضيحية فقط).

تم نشر مكونات هذه الأنظمة اليوم بالفعل في أكثر من ٢٦ مدينة أوروبية، بدعم من الحكومة الألمانية ووكالة الفضاء الأوروبية (ESA)، بما في ذلك مدن ميونيخ وزيورخ وبرن وبلفاست، وغيرها من المدن الأخرى.

٣.٨ التقدم المُحرز والقيود المتعلقة بمراقبة المركبات وإدارة البيانات

تُستخدم قاعدة بيانات المركبات في وزارة الداخلية بمصر في الوقت الراهن لأغراض إدارية في المقام الأول ولا يمكن الاعتماد عليها بدرجة كافية للحصول على المواصفات الفنية للمركبات. ومع ذلك، بعد استخدام المركبات الكهربائية وظهور الحاجة إلى تحديث قواعد البيانات لكي تصلح لمجموعة كبيرة من التكنولوجيات، فمن المتوقع اقتناص هذه الفرصة وتوسيع قاعدة بيانات مواصفات المركبات. ويجب القيام بذلك من أجل تيسير تحليل البيانات ومراقبتها، مما يساعد على تحقيق الأغراض البيئية وتجديد الأساطيل والحفاظ على الطاقة وغير ذلك، إلا أن ذلك يتطلب بشكل أساسي الإرادة السياسية لتطوير قواعد البيانات المطلوبة.

٣.٨.١ أجهزة تحديد الهوية بموجات الراديو (RFID) في المركبات بمصر

بخلاف التحوُّل الجاري لإضفاء الطابع الرسمي على ترخيص المركبات الكهربائية (لا يزال العمل على تحقيق ذلك جاريًّا منذ تاريخ كتابة هذا التقرير)، فثمة تحوُّل يستهدف تزويد جميع المركبات بنوع من أنواع أجهزة التتبع، تحديدًا على هيئة أجهزة تحديد الهوية بموجات الراديو ذات الترددات العالية جدًا (الملصقات) التي يتم تعميم استخدامها تدريجيًا منذ عام ٢٠١٩ [٤٩] (انظر الشكل ١٨). ومن المقرر أن يساهم إنشاء نظام قوي لتحديد الهوية بموجات الراديو في تيسير تدابير معينة تتضمن المراقبة والاستشعار عن بُعد؛ أي فرض رسوم الازدحام، أو تحصيل رسوم المرور بطريقة آلية أو المناطق منخفضة الانبعاثات أو إجراءات التدخل المماثلة الأخرى. ويتم تطبيق التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات تدريجيًّا في بعض أنحاء البلاد.

ومع ذلك، لا تزال إمكانية الحصول على البيانات الفنية للمركبات محدودة بخلاف تلك البيانات الخاصة بالترخيص (مثل حجم المحرك) ولا يوجد تصنيف لفئة الانبعاثات. ولا يوجد جدول

الشكل ١٨: نموذج لملصق تحديد الهوية بموجات الراديو على الزجاج الأمامي لمركبة في مصر

زمني محدد لنشر أجهزة تحديد الهوية بموجات الراديو، ومن ثم فإن الحلول التي تهدف إلى تطوير مخططات لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية والمناطق منخفضة الانبعاثات على المدى القريب والمتوسط عليها مراعاة هذه القيود.

٣.٩ المخاطر الاجتماعية والسياسية

أحد أكثر التحديات الناتجة عن تنفيذ لوائح الانبعاثات هو آثارها على الشرائح الفقيرة في المجتمع، فالكثيرون في هذه الشريحة يعتمدون على المركبات المتهالكة القديمة ذات التكلفة المعقولة، والتي لا يزال مسموح بقيادتها في شوارع مصر حتى الآن في ظل التطبيق المحدود لمعايير الانبعاثات. وذلك يشكل بدوره تحديًّا فيما يتعلق بالالتزام بمعايير أهداف التنمية المستدامة، التي تصب تركيزها على الفئات الضعيفة.

(أهداف التنمية المستدامة) الهدف رقم ١١:

جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة وقادرة على الصمود ومستدامة

الغاية ١١.٢:

توفير إمكانية وصول الجميع إلى نظم نقل مأمونة وميسورة التكلفة ويسهل الوصول إليها ومستدامة، وتحسين السلامة على الطرق، ولا سيما من خلال توسيع نطاق النقل العام، مع إيلاء اهتمام خاص لاحتياجات الأشخاص الذين يعيشون في ظل ظروف هشة والنساء والأطفال والأشخاص ذوي الإعاقة وكبار السن، بحلول عام ٢٠٣٠.

- قرار الأمم المتحدة ١/٧٠.

بالنسبة للكثير من الأسر، انخفاض تكاليف هذه المركبات يتيح لهم الذهاب إلى المدارس والحصول على التعليم والتوظيف ومزاولة الأنشطة التجارية وغيرها الكثير بتكلفة معقولة. وينطبق ذلك بصفة خاصة عند النظر إلى ممارسات مزاولة الأعمال الحرة الشائعة، مثل تقاسم ركوب المركبات واستخدام المركبات في الأنشطة التجارية أو لتعويض نقص وسائل النقل العام، حيث إنه لا توجد ضوابط فيما يخص استخدام المركبات ووظائفها في المناطق العشوائية، كما أن قيمة ملكية المركبة (القيمة المرتبطة بثقافة المجتمع) معرضة للخطر [٥٠].

لذلك، فإن التغيير التدريجي ضروري عند بذل أي جهود للتطبيق، واتخاذ تدابير شبكات الأمان الاجتماعي مثل تقديم بدائل للشرائح الفقيرة من المجتمع ولأصحاب المصلحة المتضررين، فضلًا عن الحرص على إبلاغهم باللوائح والإرشادات والوقت اللازم للامتثال بطريقة فعالة.

الشكل ١٩: طفلة تستقل مركبة تابعة لخدمة "دورة" في إحدى المناطق العشوائية، غالبًا سيارة خاصة متدنية المستوى تتسع لتسعة ركاب تعمل بالسولار أو البنزين، وهي تستخدم أيضًا لأغراض أخرى في أوقات مختلفة خلال اليوم.

فيما يلي توضيح لبعض المفاهيم:

- تخفيف الآثار: تتضمن أمثلة تدابير تخفيف الآثار إتاحة فترات سماح كبيرة لتخريد المركبات القديمة ووضع خطط للاستبدال العادل ومنح حوافز مالية، بالإضافة إلى التحسين المستمر في البنية التحتية وتوفير وسائل النقل العام. ومع ذلك، فإن التواصل بوضوح بشأن تدابير التخفيف هو أمر ضروري.
- التواصل: يمكن أن يكون التواصل كفيلًا بتغيير نتيجة تدابير تخفيف الآثار الاجتماعية، فمثلًا إذا تم فرض قيد معين (مثل حظر استخدام المركبات التي تعمل بالسولار بدون أجهزة التحكم في الانبعاثات) في المدن، فيجب في الوقت نفسه تقديم بدائل مناسبة للتنقل وتحديد الطرق التي يمكن سلوكها.

بالرغم من أن تخفيف آثار القيود يتضمن تحسين البدائل في الوقت نفسه (مثل تحسين خدمات النقل العام والبنية التحتية للمشاة)، فهذه الإجراءات يجب تقديمها بهذه الصورة؛ أي أن يتم تقديمها بوصفها تدابير تعويضية.

بالإضافة إلى ذلك، فإن الحرص على التواصل وتقديم مفهوم المفاضلة للعامة سيخفف من خطر الآثار السلبية الجوهرية المحتملة وسيرفع الوعي بالخيارات البديلة المستدامة والتغييرات التي تطرأ على نمط الحياة.

علاوة على المخاوف المتعلقة بتلوث الهواء المحيط، فقد تم تسليط الضوء في الدراسات الدولية على تعرض الأفراد للتلوث خصوصًا أثناء التنقل بوصفه مصدر قلق شديد، وينطبق ذلك على القاهرة الكبرى[٥١]. ويسلط ذلك المزيد من الضوء على موضوع تفاوت درجة تأثر المتنقلين في المدن الكبيرة، وشجعت تلك الدراسات على وضع إرشادات لحماية الفئات الضعيفة في المجتمع، وخصوصًا الأطفال، إلى جانب تقديم اقتراحات عملية للفئات الضعيفة الأخرى[٥٢].

تخصيص الإيرادات من مخططات فرض القيود هو أحد الأمثلة الشائعة على ضمان التعزيز المتبادل بين القيود من جانب، وبين تدابير تخفيف الآثار الاجتماعية من جانب آخر، حيث يمكن إعادة استثمار إيرادات المخطط في خلق تدابير لتعزيز المخطط وتخفيف الآثار الاجتماعية.

٣.١٠ ضعف الحالة الصحية والقدرة على التأقلم وكوفيد-١٩

من الفئات والشرائح الضعيفة في المجتمع هي تلك الفئات الضعيفة من الناحية الصحية، والتي ستستفيد بدرجة كبيرة من التدابير التي تستهدف تخفيف تلوث الهواء. هذه الفئات تتضمن المسنين، والأطفال من الأسر الفقيرة الذين يعانون من حالات ربو غير مُتحكم بها، والحوامل، والأشخاص الآخرين الذين يعانون من مشاكل تنفسية ناتجة عن أمراض قلبية وعائية. والمجتمعات المحرومة من مقومات الحياة الأساسية (مثل المناطق العشوائية) هي الأكثر عرضة للتأثر بتلوث الهواء، ومن ثم قد تستفيد هذه الفئات الضعيفة بشكل كبير من تخفيف الانبعاثات، وكذلك جميع سكان القاهرة الكبرى (بوصفها منطقة معرضة لخطر كبير).

"تخصيص الإيرادات" كرسالة لصناعة سياسات متسقة

من الأمثلة العملية على ضمان الرابط النهجي المباشر بين "الجزرة" و"العصا" هو مفهوم تخصيص الإيرادات من مخططات الإنفاذ (مثل الغرامات ورسوم الازدحام والضرائب وغير ذلك) من أجل استخدامها بالتحديد في تطبيق تدابير التخفيف المرتبطة بهذه المخططات، والتي تهدف إلى تخفيف الآثار السلبية على الشرائح الفقيرة وتقديم بدائل. كمثال، يمكن تخصيص الإيرادات وإعادة استثمارها في:

- تخفيف قروض استبدال المركبات
- تقديم تعويضات عن المركبات التي يتم تخريدها
- الاستثمار في تطوير محطات الحافلات المحلية
- دعم تكاليف النقل لفئات معينة (مثل أطفال المدارس)
- تمويل مبادرات التوعية التي تدعم التنقل المستدام

يجب أن تكون هذه المبادرات محددة بإطار زمني، حيث من المتوقع أن تقل الإيرادات مع مرور الوقت (الهدف الأساسي هو تغيير السلوكيات وتخفيض إيرادات مخططات الإنفاذ)، لذا يتم وضع المخطط لفترة انتقالية محددة. ويُعد هذا التدبير فعالًا، وقد تم تطبيقه في مجالات أخرى لتحقيق الاستدامة مثل التوجه إلى الاقتصاد الدائري وتخفيف آثار النزعة الاستهلاكية المفرطة[٥٣].

"... قلت زياراتي للطبيب إلى النصف منذ أن انتقلت إلى ضواحي القاهرة في التجمع الخامس ولم أعد احتاج إلى تناول الأدوية مثل السابق وأستطيع التنفس بشكل أفضل الآن"

- شهادة ساكن سابق في وسط المدينة بالقاهرة[ب]

بالإضافة إلى ذلك، فإن انتشار جائحة فيروس كورونا المستجد كوفيد-١٩ عزز الحاجة إلى تخفيف الانبعاثات الملوثة للهواء وأكد على ضرورة تحقيق ذلك.

فقد تم اكتشاف أن التعرض لتلوث الهواء الشديد يزيد من خطر التعرض إلى مضاعفات أثناء تلقي العلاج والتعافي وقد يتسبب كذلك في تفاقم أعراض كوفيد-١٩، كما تم التوصل إلى أن التعرض إلى تلوث الهواء الشديد مرتبط بارتفاع معدل الوفيات[٥٤، ٥٥].

٣.١٠.١ ارتفاع التكاليف الناجمة عن الأضرار الصحية قبل انتشار كوفيد-١٩

فيما يلي المراجع الأساسية التي حاولت دعم تقدير الأضرار الناجمة عن تلوث الهواء في مصر (بينما من المتوقع ارتفاع تكاليف هذه الأضرار في الدراسات المتعلقة بمرحلة تغيرات ما بعد وباء كوفيد-١٩):

- دراسة البنك الدولي (٢٠٠٢)، تسليط الضوء على تلوث الهواء باعتباره من أكثر العوامل التي أدت إلى تكبد مصر تكاليف الأضرار بالإضافة إلى جميع الضغوطات البيئية[٥٦].
- دراسة البنك الدولي (٢٠١٣)، تقدير تكاليف الرعاية الصحية والتدهور البيئي بسبب تلوث الهواء في القاهرة الكبرى بمتوسط ١,٠٣٪ من الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة من ١٩٩٩ إلى ٢٠٠٩ [٥٧].
- لوينثال وآخرون (٢٠١٤)، تشير دراسة "تحديد مصادر التلوث" إلى أن نسبة ٢١٪ - ٣٧٪ من تلوث الهواء ناجم عن المركبات الآلية[٥٨].
- بيانات منظمة الصحة العالمية (٢٠١٦)، تقدير تكاليف تلوث الهواء التي تُعادل ضياع قدر كبير من سنوات العمر المساوية لسنوات العمر المُعدَّلة حسب الإعاقة (DALYs)، بما يُقدر بعدد ٢١٦٢ سنة عمر مُعدَّلة حسب الإعاقة/١٠٠٠ فرد. وذلك التقدير مُصنف عالميًا في الشريحة الربعية الدنيا في المدن التي تحظى بأعلى خسائر. و"سنوات العمر المُعدَّلة حسب الإعاقة" هو مقياس مستخدم لتقدير السنوات المساوية للحياة الصحية التي أُهدرت نتيجة لعبء المرض.

[ب] اقتباس تم استرجاعه من المقابلات التي أجراها المؤلفون مع أشخاص أسماؤهم مجهولة يعيشون في القاهرة، وذلك لأغراض إرشادية.

٤. ما ينبغي فعله بالتوازي مع تطبيق سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات؟

استنادًا إلى التجارب العالمية، تنقسم أولويات التدابير التى يمكن تطبيقها في مصر كمتطلبات مسبقة أساسية أو تدابير موازية كما يلي:

- توفر وقود السولار منخفض الكبريت (متطلب مسبق أساسي في حالة مصر للتمكن من تركيب أجهزة التحكم في الانبعاثات).
- تحسين مستوى النقل العام والخدمات المشتركة.
- لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية بوجه عام (أي تلك المرتبطة بالتحكم في الانبعاثات مثل مخططات مواقف انتظار المركبات ومناطق المشاة وتحصيل رسوم الازدحام وغير ذلك).
- تخطيط استخدامات الأراضي بشكل أفضل لضمان إنشاء تجمعات عمرانية مدمجة، صغيرة، ومتعددة الاستخدامات.
- تنفيذ تداخلات عمرانية تشجع على ركوب الدراجات والمشي وتخفيف المرور.
- الحفاظ على (وتعزيز) الأشجار والغطاء النباتي في المناطق الحضارية للاستفادة من خدمات النظام البيئي المتنوعة التي توفرها، والحفاظ على التراث الذي يساهم في توفير تجربة ممتعة أثناء المشي.
- تشجيع المواطنين على المشاركة في التخطيط والتنفيذ.

٤.١ الوضع الراهن والفجوات الحالية

بعض السياسات والتدابير المصاحبة التي تتيح إنشاء المناطق منخفضة الانبعاثات هي بالفعل قيد التنفيذ في بعض المناطق بمصر. والجدير بالذكر أن رفع الوعي بشأن الحاجة إلى النقل العام في مصر سلط الضوء على هذا الموضوع وجعله من أولويات تخطيط النقل وقد ظهر ذلك جليًا في مشروعات النقل العام الضخمة الجارية، بما في ذلك النقل بالسكك الحديدية بكافة أنواعها، والاستثمارات الهائلة التي يتم ضخها لتوسيع أنظمة الحافلات، وتحسين جودة وسعة شبكة الطرق المواتية.

ومع ذلك، لا يزال هناك تحدٍ متمثل في إيلاء الاهتمام بالعناصر الأساسية الأخرى التي تتسم بها المدن المستدامة، مثل المساحات الخضراء والمساحة العامة عمومًا، والحفاظ على التراث، وتوفر البنية التحتية المناسبة للمشاة (بما في ذلك البنية التحتية للدراجات، وسلامة الطرق في المناطق السكنية وغير ذلك)، وكذلك المطلب الأساسي الشامل الذي ينطوي على مشاركة المواطنين، والذي يجب الحرص على تنفيذه عند اتخاذ جميع إجراءات التدخل.

٤.٢ سلامة الطبيعة والأشجار والتنوع البيولوجي في المناطق الحضرية

سلامة الطبيعة والأشجار مشمولة بحماية قانون العقوبات المصري منذ زمن بعيد[٥٩]. ففي هذا الصدد، تُفرض عقوبة بالحبس على من يتسبب في تلف الأشجار أو قطعها (المادة رقم ٣٦٧ من قانون العقوبات المصري)، الأمر الذي يشير إلى موقف القانوني المصري الراسخ تجاه حماية البيئة [٦٠،٦١].

تجريم قطع الأشجار: قانون العقوبات المصري

...يعاقب بالحبس مع الشغل:

أولًا: كل من قطع أو أتلف نباتًا غير محصود من أشجار مزروعة أو مغروسة خلقة أو غير ذلك من النباتات.

ثانيًا: كل من أتلف غيطًا مبذورًا أو نثر في حقل حشيشًا أو نباتًا مضرًا.

ثالثًا: كل من اقتلع شجرة واحدة أو أكثر أو أي نبات آخر أو قطع منها أو قشرها ليميتها، وكذلك كل من أتلف طعمة في الشجر.

يجوز وضع الجاني تحت ملاحظة البوليس مدة سنة على الأقل وسنتين على الأكثر.

-المادة رقم ٣٦٧ من قانون العقوبات المصري

علاوة على ذلك، فهذه الاعتبارات مُدرجة ضمنًا في متطلبات تقييمات الأثر البيئي. وعلى صعيد آخر، يتم بذل جهود متواصلة لضمان الإنفاذ ورفع الوعي على نطاق أكبر لتحقيق أهداف هذه القوانين واللوائح.

ومع ذلك، من التحديات الرئيسية في الدول النامية وفي المدن الكبيرة مثل القاهرة هو توسيع شبكات الطرق كرد فعل بديهي للازدحام المروري. وفي هذا الصدد، تواجه إدارة الغطاء الأخضر تحديًا يتمثل في غياب الرقابة والتقييم وكذلك إنفاذ اللوائح الحالية التي تحمي البيئة في المناطق الحضرية. سواء كانت على هيئة أشجار أو أي مساحات خضراء أخرى في المدينة أو حدائق عامة أو أسطح مزروعة بالنباتات أو أي نوع من أنواع الغطاء الأخضر، فجميعها لها فوائد مهمة وهي كما يلي:

- تخفيف أثر تلوث الهواء.
- وظيفة جمع التلوث بوصفها "بيئة ممتصة للكربون".
- تخفيف تأثير الجزر الحرارية (وما يرتبط بذلك من زيادة مستوى الراحة والحد من استهلاك طاقة تكييف الهواء).
- تحسين المناظر الجمالية وجودة الحياة وجعل المدن والأحياء "أكثر ملائمة للناس" ليعيشوا بها.
- زيادة مستوى الراحة مثل عناصر الظلال (في حالة الأشجار) والمساهمة في جعل الشوارع أكثر ملاءمة للمشاة من خلال التجارب المُحسَّنة.
- موطن طبيعي للحياة البرية في المناطق الحضرية.
- قيمة التراث (الأصول الكثيرة من الأشجار القديمة في مصر ذات القيمة التاريخية/التراثية فضلًا عن القيمة الوظيفية) وكذلك هوية الأحياء وأهميتها في تصميم الأماكن وغيرها من الوظائف الأخرى وخدمات النظام الإحيائي.

في هذا الصدد، يدعم الاهتمام بالحفاظ على المساحات الخضراء (أو زيادتها) على نطاق واسع في المشروعات العقارية الحضرية البيئة الحضرية المستدامة المناسبة التي يجب الحرص عليها بالتوازي مع تطوير المناطق منخفضة الانبعاثات. ومن الوسائل التي تخفف التأثيرات السلبية على الغطاء الأخضر هو تعميم التدابير التي تهدف إلى الحفاظ على الغطاء الأخضر في دراسات تقييم الأثر البيئي وخطط التخفيف الخاصة بها. حيث يشكل ذلك أهمية خاصة لتقييمات الأثر البيئي في قطاع النقل، مما يؤثر بدرجة كبيرة على المساحات العامة.

تتضمن عملية تقييم الأثر البيئي وضع خطة لتقليل وتخفيف الآثار المحددة، ويتم دعمها بالاستفادة من آراء أصحاب المصلحة (مشاركة المواطنين) في جميع مراحل الدراسات.

٤.٣ تقييم الأثر البيئي ومشاركة المواطنين في النقل

طبقًا للقانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ لحماية البيئة وتعديلاته اللاحقة، يجب أن تخضع المشروعات ذات المحددات المختلفة إلى تقييمات الأثر البيئي قبل الإنشاء/التنفيذ، ويتضمن ذلك تقييمات الآثار الاجتماعية والتشاور مع أصحاب المصلحة بصفة عامة.

لا تتطلب جميع المشروعات نفس المستوى من عمق النطاق في دراسات تقييم الأثر البيئي، لذا فهناك ٣ قوائم اساسية من تقييمات الأثر البيئي للتفريق بين النطاقات:

- **القائمة-أ** للمشروعات ذات الأثر المحدود، مثل المرافق الصغيرة لإنتاج الأغذية، والمطاعم، وورش الحدادة أو النجارة الصغيرة، ومواقف السيارات العامة البسيطة، وغيرها. حيث يتم إجراء تقييم الأثر البيئي من خلال ملء استمارة معينة.
- **القائمة-ب** للمشروعات ذات الأثر المتوسط، مثل شركات الطباعة، والمرافق المتوسطة/الكبيرة لإنتاج الإلكترونيات، ومنتجات الألبان، والمستشفيات والعيادات الصغيرة، ومرافق إعادة تدوير المخلفات الزراعية، وغيرها. يتم إجراء تقييم الأثر البيئي من خلال ملء استمارة معينة.
- **القائمة-ب (دراسات بيئية محددة)** هي فئة ثانوية لمشروعات الفئة-ب التي تتطلب المزيد من الدراسات الخاصة المتعمقة لأحد مكونات المشروع وفقًا لشروط جهاز شئون البيئة المصري.
- **القائمة-ج** للمشروعات ذات الأثر الكبير، مثل مصانع الإسمنت، والمشروعات الوطنية الكبيرة مثل الموانئ ومصانع الطاقة، وغيرها. ويتم إجراء تقييم أثر بيئي "شامل" وفقًا لذلك.

لكل فئة قائمة إرشادية من المشروعات المُصنفة وفقًا لطبيعتها. ولقد أصدرت وزارة البيئة هذه القائمة.

في عام ٢٠١٦، تم إجراء بعض التغييرات، حيث ساور بعض المنظمات البيئية القلق في بعض الحالات من المخاطر التي مثلها

التحكم المحدود في التزامات مطوري المشروعات تجاه تخفيف الآثار وتخفيف المخاطر.

يُعد هذا الموضوع مادة خصبة للمزيد من المناقشات في المستقبل من أجل توفيق احتياجات التنمية الاقتصادية بشكل تدريجي ومستمر من جانب (مما يتطلب تيسير سرعة تطوير المشروعات) مع احتياجات الاستدامة البيئية طويلة المدى والصحة العامة من جانب آخر.

يمكن أن يكون توفيق الاختلافات على هيئة وضع شروط وتقديم إرشادات خاصة لمعالجة فئات الآثار (مثل الآثار على جودة المياه الجوفية والتدفق، والآثار على سلامة المشاة في المناطق السكنية والغطاء الأخضر، أو تخفيف آثار مرحلة الإنشاء في المناطق السكنية وغير ذلك).

الوضع الراهن هو كما مُشار إليه في جدول ٤. حيث تُمثل هذه القائمة الإرشادية خطوة تجاه تقسيم مشروعات النقل إلى المزيد من الفئات، بدءًا من وضع الطرق التي تمتد لمسافة تصل إلى ٥ كم في الفئة-أ. وفي السابق، كانت "الطرق السريعة الداخلية في المدن" تُصنف في الفئة-ج بدون أي إشارة إلى حجمها، بينما لم تكن أي مشروعات لأنظمة النقل تُدرج في الفئة-أ أو الفئة-ب واللذين كانا غير محددين بوضوح.

تمثل القلق الذي أعربت عنه المنظمات البيئية والنشطاء والمنظمات غير الربحية في مدى تأثير إنشاء طرق تمتد لمسافة ٥ كم في المناطق الحضرية، وهو الأمر الذي قد يتطلب مزيد من العناية عند وضع القوانين واللوائح والإرشادات في المستقبل.

ومن أمثلة الأمور التي يجب وضعها في الاعتبار هي أثر ذلك على تدفق المياه الجوفية، والتلوث في مرحلة الإنشاء مثل الغبار، وأثر ذلك على المجتمعات المجاورة والمدارس والمستشفيات وغيرها، وأثر ذلك على إزالة الغطاء الأخضر بما في ذلك الأشجار القديمة والحدائق العامة وغير ذلك.

في حالة عدم الأخذ في الاعتبار مخاوف السكان بدرجة مناسبة (مثل الحفاظ على المساحات العامة والسلامة على الطرق وملاءمة الطرق للمشاة وغير ذلك)، فقد يؤدي ذلك إلى تدهور المناطق الحضرية ومن ثم مواجهة صعوبة في ضمان التحول تجاه خيارات التنقل وأنماط الحياة المستدامة في بيئة حضرية بالغة القسوة (انظر الشكل ٢٠).

لذلك فإن زيادة وسائل مشاركة المواطنين، مثلًا من خلال القوانين واللوائح الحالية وإرشادات ومتطلبات تقييم الأثر البيئي أو التعديلات المستقبلية، هي لصالح التحول نحو المدن المستدامة.

جدول رقم ٤: التغييرات التي تم إجراؤها عام ٢٠١٦ لتحديث فئات تقييمات الأثر البيئي اللازمة للمشروعات المختلفة في النقل تُشير إلى إمكانية تنفيذ مشروعات تمهيد الطرق لمسافة تصل إلى ٥ كلم وفقًا لمتطلبات تقييم الأثر البيئي الخاصة بالفئة-أ (الاحتمالات المستقبلية ستؤدي إلى زيادة نطاق التعريفات).

	تصنيف عام ٢٠٠٩	تصنيف عام ٢٠١٦
القائمة-أ	-	**(٥٤) أعمال رصف الطرق الفرعية (حتى ٥ كم).***
القائمة-ب	-	(١٦١) إنشاء خط سكة حديد (بطول حتى ٥٠ كم). (١٦٢) إنشاء الطرق (بطول حتى ٥٠ كم). (١٦٣) أعمال رصف الطرق الأساسية والفرعية (بطول أكثر من ٥ كم). (١٦٦) جراجات العمومية (أكثر من ٢٠٠ سيارة) والتى تحتوي على عمليات صيانة.
القائمة-ب، (دراسات بيئية محددة)	-	(٥٤) إنشاء الطرق بطول حتى ١٠٠ كم. (٥٦) إنشاء خطوط سكك حديدية (بطول أكثر من ٥٠ حتى ٢٠٠ كم). (٥٧) تجديد خطوط السكك الحديدية القائمة.
القائمة-ج	(٥٩) أنظمة النقل الضخمة والطرق السريعة شاملة مترو الأنفاق، الكبارى والأنفاق. **(٦٠) طرق داخلية سريعة في المدن.** (٦١) إنشاء خطوط سكك حديدية.	(٥٥) مشروعات التنمية العمرانية الجديدة /إنشاء المدن السكنية. (٥٦) إنشاء خطوط سكك حديدية (بطول أكثر من ٢٠٠ كم).

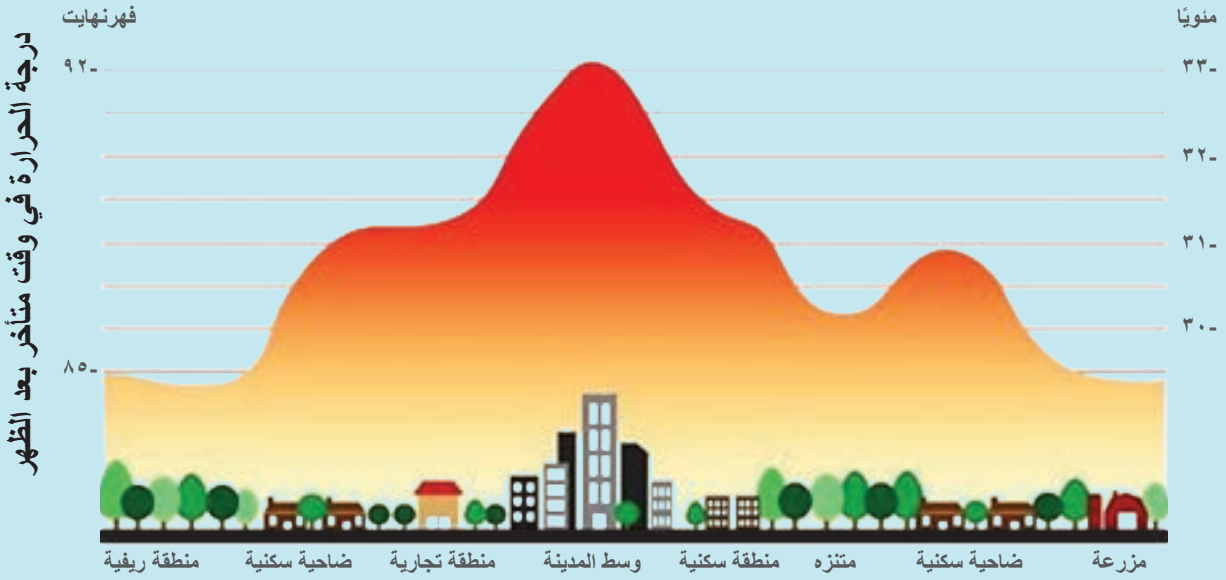
*من التحديات التي تستحق المناقشة أن الطريق الذي يمتد لمسافة ٥ كم في المناطق السكنية قد يكون له تأثير أكبر على الناس (في حالة المدن) مقارنة بالطرق السريعة التي تمتد لمسافة ١٠٠ كم في الصحراء، مما يدل على الحاجة إلى مقاييس مختلفة لهذا التصنيف.

الشكل ٢٠: أعمال التطوير في شارع عبد العزيز فهمي بالقاهرة تُعد مثالًا على المفاضلة الصعبة التي كثيرًا ما تكون لصالح إنشاء الطرق على حساب عناصر الاستدامة الأخرى (مثل المساحة العامة، وإمكانية السير، ومناسبة الطرق لركوب الدراجات والراحة الحرارية والمساحات الخضراء والحياة البرية في المناطق الحضرية وسلامة الطرق والهواء النظيف).

موضوع مهم: تأثير الجزر الحرارية

الجزيرة الحرارية هي منطقة حضرية تتعرض لدرجات حرارة مرتفعة مقارنة بالمناطق الأقل تحضرًا المحيطة بها، وتحدث هذه الظاهرة عندما تمتص المباني والطرق والبنى التحتية الأخرى حرارة الشمس وتُعيد إطلاقها. ومن الفوائد الجانبية المتزامنة للغطاء الأخضر في المدن هي تخفيف هذا التأثير، ومن ثم تحسين مستوى الراحة وتقليل استهلاك الطاقة للتبريد، إلى جانب آثار أخرى.

إن مساهمة الغطاء الأخضر في الراحة والقدرة على الاستمتاع في البيئة الحضرية هو عامل رئيسي في تيسير التحول نحو النقل العام وركوب الدراجات والمشي والتكيُّف مع السياسات التي تهدف إلى ترشيد استهلاك السيارات الخاصة.



tunza.eco-generation.org

الشكل ٢١: التفاوت بين درجات الحرارة في المدن التي تتعرض لتأثير الجزر الحرارية

٥. الخاتمة وتوصيات للمخططين

أثناء كتابة هذا التقرير الموجز حول السياسات، تم عقد جلسات تشاور ومقابلات شخصية مع الأطراف المعنيين الرئيسين على نطاق واسع للتوصل إلى التوصيات المناسبة لظروف مصر وبنائها على العمل السابق في هذا المضمار.

من الفرص الرئيسية السانحة لتحقيق التقدم هو إنشاء مؤسسة متكاملة لتخطيط النقل في مصر خلال عام ٢٠١٩ لدعم تخطيط التنقل المستدام والاستراتيجي، وهو جهاز تنظيم النقل البري (LTRA). وهو مكلف بالإشراف على تخطيط النقل وتنظيمه في مصر.

الشكل ٢٢: توفير مواقف مخصصة للمركبات منخفضة الانبعاثات في واحد من المراكز التجارية الجديدة في مصر الحاصلة على اعتماد القيادة في مجال الطاقة والتصميم البيئي (LEED).

علاوة على ذلك، من المتوقع حدوث تقدم هائل خلال السنوات القادمة، حيث تخطط وزارة البيئة لتحديث مراقبة تلوث الهواء والتحكم فيه وتطوير سعة وقدرات أنظمة الإنذار المبكر. وعلى صعيد آخر، تم تحقيق تقدم وحدثت تطورات مؤخرًا في صناعة تكرير النفط قد تتيح توفير وقود نظيف، حيث إن السبب الرئيسي والجذري لتلوث الهواء مرتبط بوقود السولار الذي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت.

في ظل هذه التطورات والإمكانيات، يمكن وضع مخططات لتحسين تلوث الهواء على مستوى المدينة من خلال تطبيق مفاهيم المناطق منخفضة الانبعاثات بما يلائم الظروف المحلية.

في هذا الصدد وبالرجوع إلى أفضل الممارسات الدولية وتحليل الوضع الراهن في مصر، تتلخص التوصيات فيما يلي، بدءًا من العناصر الرئيسية والمتطلبات الأساسية اللازمة لتكوين صورة أكثر شمولاً.

٥.١ التدابير (العاجلة) قصيرة المدى [٢٠٢١-٢٠٢٢]

- **معايير وقود السولار منخفض الكبريت (يورو-٥) (نهج المدينة أولاً):** استحداث معايير جودة وقود السولار وفقًا لخارطة طريق من نهج المدينة أولاً الخاصة بوقود السولار منخفض الكبريت (للقاهرة الكبرى المُعرضة بشدة للخطر) من خلال توجيهات وزارتي البيئة والصحة وبالمسؤوليات الموكلة إلى وزارة البترول للتعاون من أجل تحقيق أهداف مصر المستدامة لعام ٢٠٣٠. كما تساعد التطورات الحالية التي تجري في مجال التكرير على تحقيق هذا الهدف.
- **مخطط تجديد/استبدال أساطيل مركبات النقل الثقيل الأنظف:** وضع مخططات لدعم الامتثال البيئي للمركبات الثقيلة من أجل تلبية الحد الأدنى من المتطلبات اللازمة لتركيب مرشحات (أو الامتناع عن إزاحة المرشحات من الحافلات الجديدة)، علاوة على توفير وقود منخفض الكبريت وتطوير إطار تنظيمي لضمان استمرارية المخطط.
- **إنشاء وحدة للتنقل الحضري المستدام في جهاز تنظيم النقل البري** لتمكين وبناء القدرات اللازمة لتعميم التخطيط للمناطق منخفضة الانبعاثات وتطوير لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية، ودمج السمات البيئية في بيانات الترخيص المتوفرة في قواعد بيانات جهاز تنظيم النقل البري وقواعد البيانات الخاصة بالمركبات (المدرجة في قواعد بيانات وزارة الداخلية على المدى البعيد).
- **الاستفادة من الزخم الحالي/الجاري:** بالرغم من عدم تطبيق مخطط المناطق منخفضة الانبعاثات، فقد تم تحديد العناصر المواتية للمناطق منخفضة الانبعاثات في مصر ويمكن الاستفادة منها لتسريع وضع المخطط والتنفيذ (أي التحديثات الجارية في الإدارة من خلال مراقبة المركبات باستخدام موجات الراديو ذات الترددات العالية، والتوسع في استخدام أنظمة تحصيل الرسوم والاعتماد على النظام الآلي تدريجيًا، وطرح كاميرات المراقبة التجريبية وإنشاء مرافق التعرف الآلي على لوحات أرقام المركبات، ولوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية الحالية التي تتحكم في دخول بعض الشاحنات في ظروف معينة، والتقدم المُحرز بشأن طرح المركبات التي تعمل بالغاز الطبيعي المضغوط، وتجربة مخططات تخريد المركبات وغير ذلك).

٥.٢ التدابير متوسطة المدى [٢٠٢١-٢٠٢٤]

- **معايير انبعاثات المركبات بالنسبة لمركبات النقل الثقيل (لها الأولوية) يليها فئات المركبات الأخرى:** تقديم معايير انبعاثات المركبات المُعترف بها دوليًا (معايير يورو بوصفها المرجع الأشهر لدى الجهات المعنية) مع وضع خطة لبدء اتباع هذه المعايير ومراقبتها، ومن ثم تقديم معايير لأنواع أخرى من المركبات (المركبات الخفيفة وغير ذلك).
- **إعادة النظر في لوائح/إرشادات تقييم الأثر البيئي لمشروعات الطرق:** مراجعة متطلبات تقييم الأثر البيئي لمشروعات النقل لحماية المدن لتتماشى مع أولويات الحفاظ على المساحة العامة والغطاء الأخضر في المدينة وكذلك التراث. ويتضمن ذلك مواجهة التحدي المتمثل في إمكانية تنفيذ مشروع إنشاء طريق يمتد لمسافة تصل إلى ٥ كم في الوقت الحالي دون إجراء عملية تقييم الأثر البيئي بشكل متعمق (أي إجراء عملية الفئة-أ البسيطة فقط بأقل المتطلبات في التصنيف المصري) مع توسيع نطاق تدابير التخفيف لصالح التنقل المستدام. ويهدف ذلك إلى جعل البيئة الحضرية أكثر ملائمة للمشاة (من حيث السلامة والراحة والمتعة) وكذلك لراكبي الدراجات ومستخدمي النقل العام في رحلات الميل الأخير، ولتمكين المتنقلين من ترك السيارات الخاصة والتوجه إلى خيارات التنقل المتنوعة.
- **وضع خارطة طريق وخطة عمل لتطوير مخطط المناطق منخفضة الانبعاثات الخاص بالقاهرة الكبرى،** وقد يتضمن ذلك دراسة السيناريوهات المختلفة لتلبية الأهداف النهائية

المتعلقة بتحسين جودة الهواء وإجراء تقييم لأثر السياسة (من النواحي الاجتماعية والبيئية والاقتصادية)، ودراسة السيناريوهات الخاصة بالمناطق الإدارية/الأماكن/المراحل المختلفة، أو تجربة بعض لوائح تقنين دخول المركبات إلى المناطق الحضرية، مثل فرض قيود على المركبات عالية التلوث في مناطق معينة إلى جانب مخططات أساطيل المركبات الأنظف الجارية.

يقدم الملحق ١ فكرة عن السيناريوهات النموذجية لأغراض إرشادية من أجل إجراء المناقشات وتسليط الضوء على المسائل الرئيسية التي يجب على الجهات المعنية مراعاتها. وبالرغم من أن القاهرة الكبرى مصنفة على أنها المنطقة الحضرية ذات الأولوية، فمن الممكن أن تقدم المدن الأخرى مخططات أولًا أو في الوقت نفسه سواء كانت هذه المدن هي مدن مزدحمة وملوثة أو مجتمعات حضرية جديدة بما في ذلك العاصمة الجديدة.

- **تدابير شبكات الأمان الاجتماعي:** أثناء وضع خارطة الطريق وخطة العمل، من الضروري اتخاذ تدابير لتخفيف الآثار على الفئات الضعيفة، مثل توفير بدائل للتنقل للشرائح الفقيرة من المجتمع وأصحاب المصلحة المتضررين. ويتوفر ذلك بشكل جزئي في مصر بعدة أشكال، مثل الأسعار المخفضة/باقات الاشتراكات في النقل العام، بينما قد تتضمن الاحتمالات في المستقبل تحسين تجربة المشي (من خلال توفير الأمان والراحة وغير ذلك) في البيئات الحضرية وكذلك تعويض الفئات الضعيفة، مثل الشرائح الفقيرة من مالكي سيارات الركاب ومالكي الميكروباص الذين قد يتضررون بشكل كبير من القيود التي ستفرض على المركبات القديمة والملوِّثة. وقد تدعم إيرادات مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات هذه التدابير التي تهدف إلى التخفيف (تخصيص الإيرادات لتدابير تخفيف الآثار الاجتماعية).
- **تقييم الأثر وأساليب التحليل المتقدمة:** تقييم أثر المخططات الجارية والتقدم الكلي المحرز بناءً على مراقبة تركيز تلوث الهواء المحيط والتحليل المُحسَّن للبيانات، بما في ذلك الاستفادة من التطورات الحالية في استخدام بيانات الأقمار الصناعية، والذكاء الاصطناعي، والاندماج المُحسَّن مع بيانات المرور لتحسين الدقة والصلة والكفاءة للتمكن من التقييم والتحسين بشكل مستمر.

٥.٣ التدابير متوسطة وطويلة المدى [٢٠٢١-٢٠٣٠]

فيما يلي توصيات للتدابير متوسطة وطويلة المدى:

- **توفير وقود سولار (يورو-٥) منخفض الكبريت على مستوى البلاد،** استكمالًا لنشر المركبات الكهربائية وتلك التي تعمل بالغاز الطبيعي المضغوط بشكل تدريجي.
- **تنفيذ مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات في المدن ذات الأولوية على مستوى البلاد:** توسيع نطاق مخططات المناطق منخفضة الانبعاثات على المدن الأخرى بناءً على تحديد الأولويات استنادًا إلى الأدلة الكافية والتقييم المستمر للأثر والتحسن.

علاوة على ذلك، فيما يتعلق بالتسويق الاجتماعي وتخطيط سبل التواصل، يتمثل أحد الموضوعات المشتركة المستحسنة في جميع الأنشطة وإجراءات التدخل في الحاجة إلى التخطيط الاجتماعي للتوجيه بشأن كيفية وضع إطار للتدابير وإبلاغ الجمهور، وأيضًا كيفية ضمان التقبل والمشاركة وكيفية الرد على مخاوف الناس وآرائهم بطريقة تتسم بالطابع المؤسسي، والذي وفقًا للتجارب الدولية كان عاملاً أساسيًا للنجاح.

المراجع

[1] Larsen, Bjorn. 2019. Egypt: Cost of Environmental Degradation: Air and Water Pollution. The World Bank.

[2] Talaat, H., Abdelgawad, H. (2018). Mobile Monitoring of Black Carbon Levels and Development of Exposure Surfaces Reflecting Traffic-Related Air Pollution: The Case of Cairo. 98th Annual Meeting of the Transportation Research Board.

[3] Amundsen, A.H. and Sundvor, I., 2018. Low Emission Zones in Europe: Requirements, enforcement, and air quality. Available at: https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49204 [Accessed 26-10-2020].

[4] European Commission, 2016. European strategy for low-emission mobility. Swd, 244pp. 13. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0501&from=en#footnote1 [Accessed 29-04-2020].

[5] Holman, C., Harrison, R. and Querol, X., 2015. Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities. Atmospheric Environment, 111pp. 161-169. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231015300145 [Accessed 05-05-2020].

[6] Rapaport, E., 2002. The Stockholm environmental zone, a method to curb air pollution from bus and truck traffic Transportation Research Part D: Transport and Environment, 7(3), pp. 213-224.

[7] European Commission, 2020. Urban Access Regulations in Europe. Available at: https://urbanaccessregulations.eu/low-emission-zones-main/what-are-low-emission-zones#where [Accessed 2020].

[8] Kua, D., Bencekria, M., Kimb, J., Leec, S. et al., 2020. Review of European Low Emission Zone Policy. Chemical Engineering, 78Available at: https://www.researchgate.net/profile/Madiha_Bencekri2/publication/340574018_Review_of_European_Low_Emission_Zone_Policy/links/5e9171d0299bf130798fb5e5/Review-of-European-Low-Emission-Zone-Policy.pdf [Accessed 1-11-2020].

[9] Ohlmann, F. 2019. Riding in Italy: what is ZTL and how to avoid fines in town. Available at: https://italyonmotorbike.com/2019/12/09/riding-in-italy-what-is-ztl-and-how-to-avoid-fines-in-town/ [Accessed 22-11-2020].

[10] Transport for London, 2020. Transport for London: Ultra Low Emission Zone. Available at: https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone [Accessed 2020].

[11] Pieters, J., 2017. Fewer old, polluting diesel cars on Dutch roads; 73 pct drop since 2010. NLTimes, July 4,. Available at: https://nltimes.nl/2017/07/04/fewer-old-polluting-dieselcars-dutch-roads-73-pct-drop-since-2010 [Accessed 1-06-2020].

[12] Ezeah, C., Finney, K. and Nnajide, C., 2015. A critical review of the effectiveness of low emission zones (LEZ) as a strategy for the management of air quality in major European cities. Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, 2(7), pp. 1860-1868. Available at: http://www.jmest.org/wp-content/uploads/JMESTN42350921.pdf [Accessed 05-05-2020].

[13] DieselNet, ECOpoint Inc. 2019. Heavy-Duty trucks and bus engines. Available at: https://dieselnet.com/standards/eu/hd.php [Accessed 23-11-2020].

[14] Municipality of Rotterdam. 2015. Schone lucht, voor een aantrekkelijk en gezond Rotterdam 2015-2018. (Koersnota).

[15] Word references forum. Available at: https://forum.wordreference.com/threads/s-avonds.2566377/ [Accessed 23-11-2020].

[16] Ellison, R.B., Greaves, S.P. and Hensher, D.A., 2013. Five years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 23pp. 25-33. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192091300059X [Accessed 05-05-2020].

[17] Frank J. Kelly & Julia Kelly, 2009. London air quality: a real-world experiment in progress, Biomarkers, 14:sup1, 5-11. Available at: https://doi.org/10.1080/13547500902965252 [Accessed 1-11-2020].

[18] Frank J. Kelly, 2008. Policies to improve air quality in London Frank Kelly. Achieving Sustainable Air Quality for London, King's College London. Available at: http://www.londonair.org.uk/london/asp/LAQNSeminar/pdf/jan2008/Policies_To_Improve_Air_Quality_in_London_Frank_Kelly_KCL.pdf [Accessed 1-11-2020].

[19] Domini, A. and Chicot, J., 2018. Mission-oriented R&I policies: In-depth case studies Clean Air London (UK). Luxembourg: European Union. Available at: http://www.jiip.eu/mop/wp/wp-content/uploads/2018/10/GB_Clean-Air-London_BirdTuerk.pdf [Accessed 1-11-2020].

[20] Müller, J. and Petit, Y.L., 2019. Low-Emission Zones are a success-but they must now move to zero-emission mobility. Transport & Environment: Brussels, Belgium.

[21] Givoni, M., 2014. Addressing transport policy challenges through policy-packaging. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 60pp. 1-8. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856413002000 [Accessed 06-05-2020].

[22] Mingardo, G., 2008. Cities and innovative urban transport policies. Innovation, 10(2-3), pp. 269-281. Available at: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5172/impp.453.10.2-3.269 [Accessed 16-04-2020].

[23] Attia, M., 2020. The effect of the Low-emission Zones policy and the Rotterdam Traffic Plan on the usage of alternative modes of transport: The case study of Rotterdam. Available at: https://www.researchgate.net/publication/344329243_The_effect_of_the_Low-emission_Zones_policy_and_the_Rotterdam_Traffic_Plan_on_the_usage_of_alternative_modes_of_transport_The_case_study_of_Rotterdam [Accessed 1-11-2020].

[24] Rotterdam, G., 2017. Smart accessibility for a healthy, economically strong, and attractive Rotterdam: Rotterdam urban traffic plan 2017- 2030. Rotterdam: Gemeente Rotterdam. Available at: http://tdamobility.org/wpcontent/uploads/2018/11/Rotterdam_Urban-Traffic_Plan.pdf [Accessed 03-04-2020].

[25] Harry, 2016. Rotterdam: Low Emission Zone. Available at: https://www.flickr.com/photos/harry_nl/26581741225/in/photostream/ [Accessed 2020].

[26] ANWB, 2019. Milieuzone Rotterdam wordt opgeheven. Available at: https://www.anwb.nl/verkeer/nieuws/nederland/2018/juni/milieuzone-rotterdam-wordt-opgeheven [Accessed 2020].

[27] Stelwagen, U. and Eijk, A., 2018. Rotterdam wagenparkscan 2.0, juni 2017. Rotterdam: TNO. Available at: file:///C:/Users/Owner/Downloads/TNO-2018-R10167%20(4).pdf [Accessed 01-08-2020].

[28] Tobollik, M., Keuken, M., Sabel, C., Cowie, H. et al., 2016. Health impact assessment of transport policies in Rotterdam: Decrease of total traffic and increase of electric car use. Environmental Research, 146(April 2016), pp. 350-358. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935116300147 [Accessed 05- 02-2020].

[29] De Nazelle, A., Nieuwenhuijsen, M.J., Antó, J.M., Brauer, M. et al., 2011. Improving health through policies that promote active travel: a review of evidence to support integrated health impact assessment. Environment International, 37(4), pp. 766-777. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412011000341 [Accessed 07-06-2020].

[30] Council, R., 2018. Case against the environmental exemption of Rotterdam 2016: 201705992/1. Available at: https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/@7297/201705992-1-a2/ [Accessed 30-07-2020].

[31] Cyrys, J., Peters, A., Soentgen, J. and Wichmann, H., 2014. Low emission zones reduce PM10 mass concentrations and

diesel soot in German cities. Journal of the Air & Waste Management Association, 64(4), pp. 481-487. Available at: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2013.868380 [Accessed 08-11-2020].

[32] Wang, Y., Ye, F., Qiu, S., Song, S. et al., 2018. International Case Studies on Public Communication and Consultation Strategies for Low Emission Zones and Congestion Charging Schemes. Available at: https://files.wri.org/s3fs-public/international-case-studies-public-communication-and-consultation-strategies-low-emission.pdf [Accessed 08-11-2020].

[33] Liu, Y., Cheng, Y., He, W., Zhao, J. et al., 2018. Evaluation on Air Pollutants Reduction Effects of Beijing Low Emission Zone and Congestion Charging Policies. Available at: https://8eee4c46-e05f-49e4-a80e-84eda95c5ac7.filesusr.com/ugd/021d92_5294801c33b14fbabe1440e31282cee6.pdf [Accessed 08-11-2020].

[34] Zhang, Y., Andre, M., Liu, Y., Wu, L. et al. , 2018. Evaluation of low emission zone policy on vehicle emission reduction in Beijing, China, Anonymous [IOP Conference Series: Earth and Environmental Science]. IOP Publishing. pp. 052070.

[35] Wang, Y., Qiu, S., Zhao, T., 2018. Fewer emissions, better life: Beijing Low Emission Zone Final Report. Available at: http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/CIFF_Beijing%20LEZ%20Storybook.pdf [Accessed 08-11-2020].

[36] El-Dorghamy, A., Medhat Y. (2019). Policy Brief: Cleaner Fuels for Cleaner Air – Towards Cleaner, Low-Sulfur Diesel Fuel. Center for Environment and Development for the Arab Region and Europe (CEDARE) and UN Environment. , available at http://web.cedare.org/wp-content/uploads/2020/11/Refineries-Policy-Brief-Final.pdf

[37] University of Walkato (2020). Temperature Inversion. Science Learning Hub. https://www.sciencelearn.org.nz/images/1883-temperature-inversion

[38] Robinson, E. (1952). Some Air Pollution Aspects of the Los Angeles Temperature Inversion. Bull. Amer. Meteor. Soc. (1952) 33 (6): 247–250. https://doi.org/10.1175/1520-0477-33.6.247

[39] Britannica (ND). Smog: atmosphere. https://www.britannica.com/science/smog [Accessed on 25-2021]

[40] Transportpolicy.net (2018). EU: Fuels: Desel and Gasoline. https://www.transportpolicy.net/standard/eu-fuels-diesel-and-gasoline/ Accessed on Feb. 10, 2019.

[41] Partnership for Cleaner Fuels and Vehicles [PCFV] (2008). Opening the Door to Cleaner Vehicles in Developing and Transition Countries: The Role of Lower Sulphur Fuels. Available at https://www.unenvironment.org/resources/report/opening-door-cleaner-vehicles-developing-and-transition-countriesthe-role-lower. Accessed on Dec. 20, 2018.

[42] Kubsh, J. (2017). Diesel Retrofit Technologies and Experience for On-road and Off-road Vehicles. Prepared for International Council on Clean Transport. https://theicct.org/sites/default/files/publications/Diesel-Retrofits_ICCT_Consultant-Report_13062017_vF.pdf

[43] EMBARQ / WRI Center for Sustainable Transport (2007). Cleaning up the fleet: Case study from Mexico City [presentation in US EPA archive]. https://archive.epa.gov/international/air/web/pdf/cleaning_up_the_fleet.pdf

[44] El-Dorghamy, A. (2019). Policy Breif: E-mobility in Egypt + Updates. Center for Environment and Development for the Arab Region and Europe (CEDARE) and Friedrich Ebert Foundation Egypt. http://library.fes.de/pdf-files/bueros/aegypten/15389.pdf

[45] El-Dorghamy, A., Medhat Y. (2019). Policy Brief: Cleaner Fuels for Cleaner Air – Towards Cleaner, Low Sulfur Diesel Fuel. Center for Environment and Development for the Arab Region and Europe (CEDARE) and UN Environment.

[46] CCAC (2016). A global strategy to introduce low-sulfur fuels and cleaner diesel vehicles. Heavy Duty Diesel Initiative of the

Climate and Clean Air Coalition. https://ccacoalition.org/en/resources/global-strategy-introduce%C2%A0low-sulfur-fuels-and-cleaner-diesel-vehicles, accessed: Nobember 2, 2020.

[47] WB (2013). The Arab Republic of Egypt For Better or for Worse: Air Pollution in Greater Cairo, A Sector Note. Report No. 73074-EG. World Bank Sustasinable Development Department, MENA Region. http://documents.worldbank.org/curated/en/972321468021568180/Egypt-For-better-or-for-worse-air-pollution-in-Greater-Cairo-sector-note

[48] Egyptian Environmental Affairs Agency (2020). Air Quality Forecast [webpage]. http://www.eeaa.gov.eg/en-us/topics/air/airquality/airqualityforecast.aspx, accessed: November, 15, 2020.

[49] Solutions, K. (August, 14, 2020). RFID Vehicle Identification Nationwide Vehicle Identification with UHF RFID in Egypt. RFID & Wireless IOT. https://www.rfid-wiot-search.com/kathrein-solutions-nationwide-vehicle-identification-with-uhf-rfid-in-egypt, accessed: October 22, 2020.

[50] El-Dorghamy, A. (2018). Children's Potential Mobility and Appropriation of Transport Options in and Informal Settlement: A Case Study of Ezbet El-Haggana. Doctoral Thesis. Faculty of Mathematics and Natural Sciences II, Institute of Geography, Humboldt University in Berlin. http://dx.doi.org/10.18452/19549

[51] Abbass, R.A., Kumar, P., El-Gendy, A., 2020. Car users exposure to particulate matter and gaseous air pollutants in megacity Cairo. Sustain. Cities Soc. 56, 102090.

[52] Kumar, P., Omidvarborna, H., Barwise, Y., Tiwari, A., 2020. Mitigating Exposure to Traffic Pollution In and Around Schools: Guidance for Children, Schools and Local Communities. pp. 24, https://doi.org/10.5281/zenodo.3754131

[53] UNEP (2018). Single-use Plastics: A Roadmap for Sustainability. [54] IZA – Institute for Labor Economics (2020). Deregulation in a Time of Pandemic: Does Pollution Increase Coronavirus Cases or Deaths? http://ftp.iza.org/dp13231.pdf, accessed: November 1, 2020.

[55] Coker, E.S., Cavalli, L., Fabrizi, E. et al. (2020). The Effects of Air Pollution on COVID-19 Related Mortality in Northern Italy. Environ Resource Econ 76, 611–634. https://doi.org/10.1007/s10640-020-00486-1

[56] World Bank (2002). Arab Republic of Egypt Cost Assessment of Environmental Degradation: Sector Note. Report No. 25175- EGT. http://documents.worldbank.org/curated/en/814181468751565459/pdf/multi0page.pdf

[57] WB (2013). The Arab Republic of Egypt For Better or for Worse: Air Pollution in Greater Cairo, A Sector Note. Report No. 73074-EG. World Bank Sustasinable Development Department, MENA Region. http://documents.worldbank.org/curated/en/972321468021568180/Egypt-For-better-or-for-worse-air-pollution-in-Greater-Cairo-sector-note

[58] Lowenthal, D.H., Gertler, A.W., Labib, M.W. (2014). Particulate Matter Source Apportionment in Cairo: Recent measurements and comparison with Previous Studies. International Journal of Science and Technology. 11:657-670.

[59] Egyptian Penal Code (1937). Law No. 58 of 1937. https://sherloc.unodc.org/cld/document/egy/1937/criminal_code_of_egypt_arabic.html, accessed: August 24, 2020.

[60] Mataghi, D., (2020). Ministry of Environment organizes the first workshop on mechanisms for integrating biodiversity into the urban planning sector [Arabic]. Al-Ahram Gate, Local news. Available at: http://gate.ahram.org.eg/News/2529445.aspx

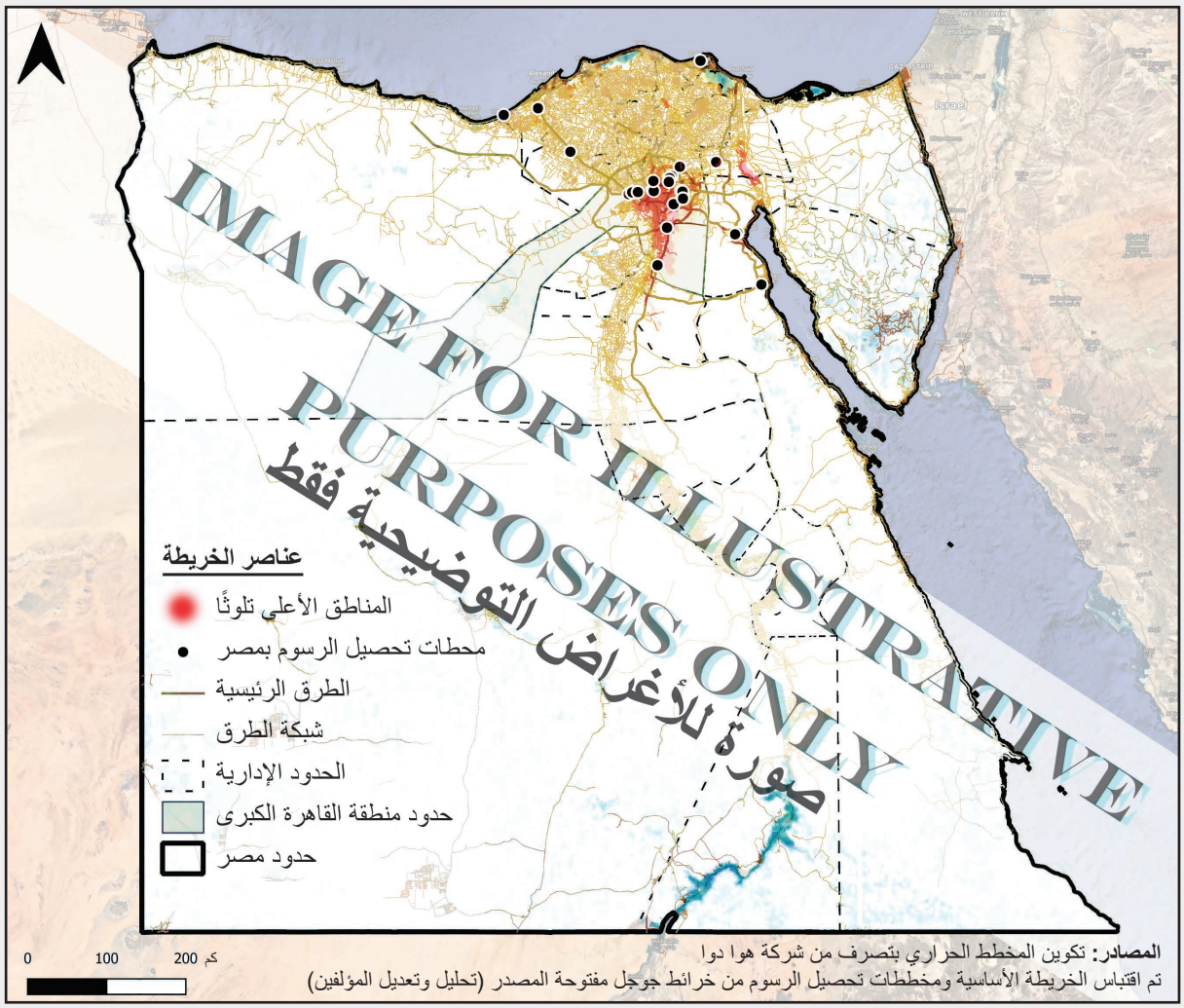
[61] Arij, Al., (2020). Ministry of Environment: integrating biodiversity concepts into the urban planning sector [Arabic]. Akhbarak, Local news. Available at: https://akhbarak.net/news/2020/11/16/22697057/articles/40718748/

[62] HawaDawa, (2020) Understanding the impact of diesel phase-out on air quality using comprehensive air quality data coverage and AI-enabled data analysis. Marketing document. Website: https://hawadawa.com/

الملحق ١: سيناريوهات افتراضية للمناقشة ولأغراض توضيحية

ما الأماكن ذات الأولوية للمناطق منخفضة الانبعاثات؟

من خلال صور جودة الهواء عبر الأقمار الصناعية (انظر المثال التوضيحي في الشكل ٢٣)، يتضح أنه في المناطق المأهولة بالسكان في مصر، غالبًا ما تعرض المنطقة الحضرية بالقاهرة الكبرى (GCMA) أعلى قيم لتركيز الانبعاثات*. ويشير ذلك إلى الحاجة إلى مزيد من البحث المتعمق (تأكيد القيم المتوسطة السنوية للملوثات المتنوعة، ونسبة السكان الذين تعرضوا لها في مدن مختلفة، وما إلى ذلك)[٦٢]. ومع ذلك، من خلال استعراض الوثائق والدراسات السابقة، وتقييم الخبراء، ومقابلاتهم، وجد أنه من المعقول تحديد المنطقة الحضرية بالقاهرة الكبرى باعتبارها المنطقة ذات الأولوية للتدابير المضادة لتلوث الهواء، سواء من حيث التلوث وتعرض السكان له. وفي الوقت الحالي، تتميز تغطية شبكة النقل العام في المنطقة الحضرية بالقاهرة الكبرى بمستوى خدمة مقبول ومحسن باستمرار، وهو مناسب لاستيعاب لوائح دخول المركبات المختلفة.



المصادر: تكوين المخطط الحراري بتصرف من شركة هوا دوا
تم اقتباس الخريطة الأساسية ومخططات تحصيل الرسوم من خرائط جوجل مفتوحة المصدر (تحليل وتعديل المؤلفين)

الشكل ٢٣: شبكة الطرق المصرية وتغطية محطات تحصيل الرسوم واقترانها بمخطط تلوث الهواء (مثال توضيحي).

* تعد الرسوم التوضيحية في هذا القسم للأغراض التوضيحية فقط، حيث تعرض أمثلة للدراسات المطلوبة قبل اتخاذ قرار تطبيق المنطقة منخفضة الانبعاثات لتسهيل المناقشات. وقُدم المخطط الحراري لجودة الهواء من شركة هوا دوا وعدله المؤلفون من أجل التبسيط؛ حيث تم أخذ بيانات جودة الهواء المعتمدة على الأقمار الصناعية في هذه الحالة في ١٤ سبتمبر ٢٠١٩، كلقطة لبيانات ثاني أكسيد النيتروجين، وليس كمتوسط سنوي.

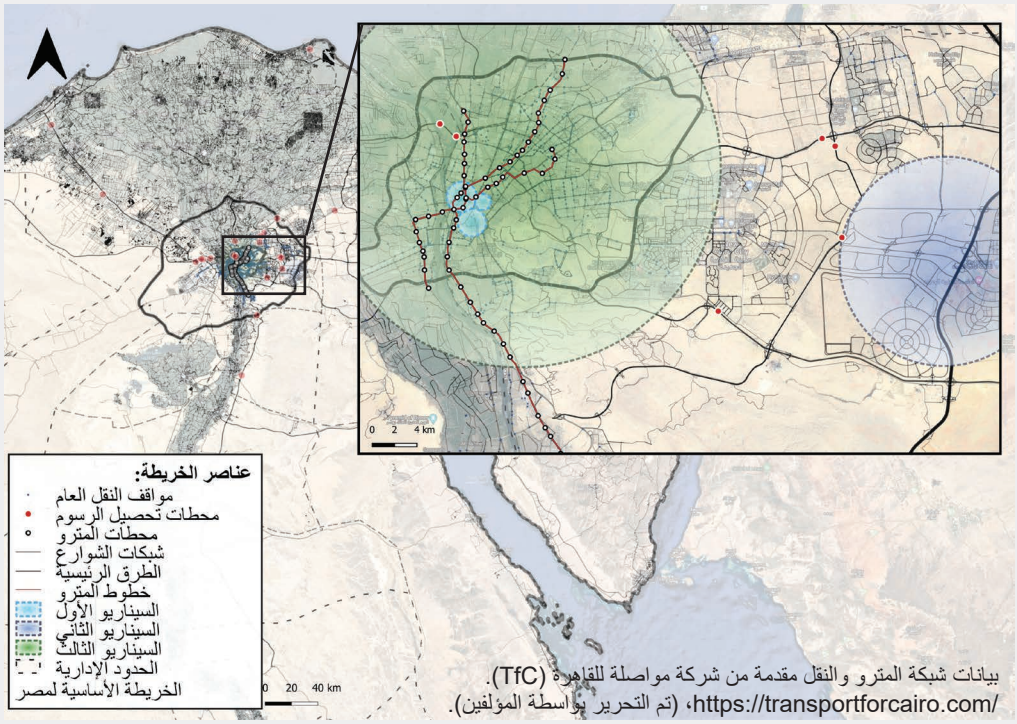
واستنادًا إلى ذلك، وإلى توصيات سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات، الخاصة بالمراحل الأولية للمناطق منخفضة الانبعاثات، يُنصح بشدة بالبدء بالمناطق الأكثر تلوثًا في المناطق الحضرية بالقاهرة الكبرى في خطتها الرئيسية كمرحلة أولى. حيث تتم تغطية هذه المناطق بشكل جيد بواسطة وسائل النقل العام، وتتم خدمتها بشبكات طرق مناسبة تضمن توفيرًا مرضيًا للخيارات المختلفة للمستخدمين.

يمكن أن تكون هذه المرحلة هي المرحلة التسويقية للسياسة (أي المرحلة المقترحة لكل من القيمة الوظيفية والقيمة التسويقية)، وهي مفيدة حيث توفر تدابير واقعية للحد من الانبعاثات خلال السنوات القليلة الأولى من اعتماد السياسة. ولاحقًا، بعد تقبل عامة الجمهور التدريجي للسياسة (وتعزيز كفاءة الجهات المختصة)، يمكن توسيع نطاق السياسة في المنطقة أو نقلها أيضًا إلى مدن أخرى بدءًا من المدن الأكثر تلوثًا.

القاهرة الكبرى كمنطقة منخفضة الانبعاثات؟

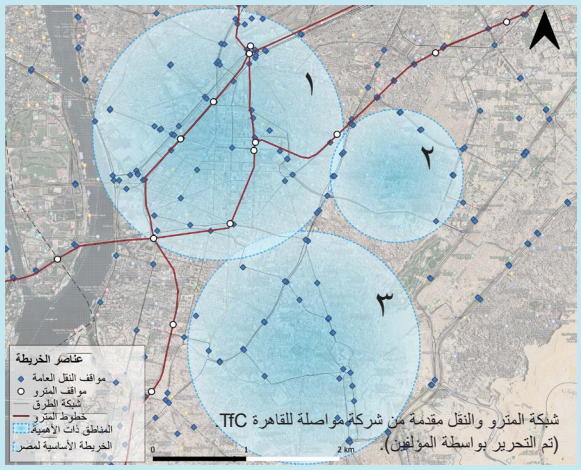
يمكن تنفيذ سياسة المناطق منخفضة الانبعاثات في منطقة القاهرة الكبرى على ٣ مراحل مختلفة، ولكل منها مستوى معين من القيود التي تناسب البنية التحتية للمنطقة (انظر الشكل ٢٤). من الممكن أن يتضمن السيناريو الأول مناطق فرعية مختلفة في أحياء القاهرة التاريخية والقديمة للحد من التلوث داخل المدينة وحماية المواقع السياحية القيمة والاستفادة من شبكة النقل العام الحالية. كما يمكن أن تكون هذه المرحلة بمثابة ممارسة تجريبية للمناطق منخفضة الانبعاثات، على الرغم من أن المناطق الفرعية قد يكون لها أثر طفيف، إلا أنها ستوفر التسويق الملائم لتطبيق السياسة. ومع ذلك، يمكن أن تتكون المرحلة الأولية إما من مناطق فرعية أو منطقة كبيرة منخفضة الانبعاثات، لضمان أقصى تأثير ممكن للحد من الانبعاثات.

أما السيناريو الثاني فيمكن أن يشمل العاصمة الإدارية الجديدة للجمع بين أحدث تطورات النقل العام. حيث يمكن أن يبدأ هذا السيناريو بعد تأهيل المنطقة بالسكان نسبيًا لمنع انتشار الملوثات في المستقبل وتمكين المنطقة من الحفاظ على جودة الهواء الطبيعي. ويُقترح السيناريو الثالث ليشمل جميع المناطق داخل حدود الطريق الدائري الداخلية (الاستفادة من الممارسات العالمية، مثل مدينة لندن ومدينة روتردام). وسيعود التأخير في هذه المرحلة إلى ضمان المزيد من الاستعدادات الاجتماعية والاقتصادية والسياسية للقيود. أخيرًا، يمكن تجربة المنطقة منخفضة الانبعاثات وتطبيقها بصورة متزامنة في المدن المجاورة، لمنع المخاطر المستقبلية الناجمة عن التلوث وتنظيم جميع عمليات تسجيل المركبات الجديدة.

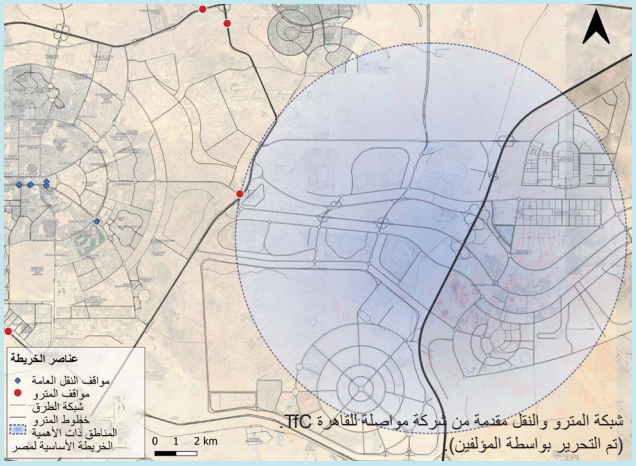


الشكل ٢٤: شبكة النقل داخل منطقة القاهرة الكبرى ومواقع المراحل المقترحة للمناطق منخفضة الانبعاثات (مستوى خطوط النقل والمترو مقدم من قاعدة البيانات الإلكترونية لشركة مواصلة للقاهرة، تم تحريره بواسطة المؤلفين).

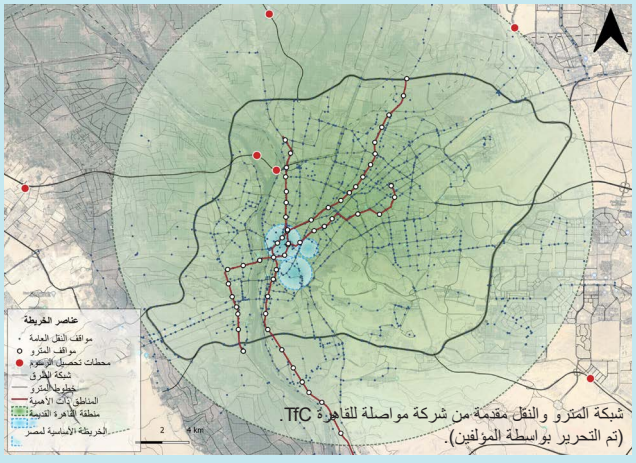
السيناريو الأول: القاهرة التاريخية والخديوية كمنطقة منخفضة الانبعاثات؟

المناطق المقترحة ذات الأهمية	مواصفات المنطقة منخفضة الانبعاثات
	**مناطق موضع البحث والمناقشة (أمثلة):** ١. منطقة القاهرة الخديوية ٢. منطقة خان الخليلي ٣. منطقة الخليفة ....وأماكن أخرى من منطقتي القاهرة الخديوية والتاريخية **المساحة:** > ٢٠ كم مربع **أمثلة على الأسئلة موضع المناقشة:** • كيف نحافظ على المناطق التاريخية من خلال القيود التي تُفرض على دخول المركبات؟ • هل يمكن استخدام المركبات غير المزودة بالمحركات والمركبات الكهربائية؟ • ما أنواع المركبات التي تدخل كل منطقة؟ • ما هي الطرق/وسائل المواصلات البديلة؟ • ما الآثار المحدودة على المباني؟

السيناريو الثاني: العاصمة الإدارية الجديدة كمنطقة منخفضة الانبعاثات؟

المناطق المقترحة ذات الأهمية	مواصفات المنطقة منخفضة الانبعاثات
	**مناطق موضع البحث والمناقشة:** المرحلة الأولى من العاصمة الإدارية الجديدة. **المساحة:** > ١٦٨ كم مربع **أمثلة على الأسئلة موضع المناقشة:** • ما هي وسائل النقل المستقبلية التي سيتم استخدامها في المنطقة؟ • ما التوقيت الصحيح لتطبيق المنطقة منخفضة الانبعاثات في العاصمة الإدارية الجديدة؟ • ما هي النتيجة المتوقعة؟ • ما هي البدائل الحالية المتوفرة في هذه المنطقة؟

السيناريو الثالث: القاهرة الكبرى (الطريق الدائري) كمنطقة منخفضة الانبعاثات؟

المناطق المقترحة ذات الأهمية	مواصفات المنطقة منخفضة الانبعاثات
	**مناطق موضع البحث والمناقشة:** حدود الطريق الدائري الداخلية **المساحة:** > ٤٤٥ كم مربع **أمثلة على الأسئلة موضع المناقشة:** • ما هو المستوى المقبول اجتماعيًا من القيود؟ • ما هي النتيجة المتوقعة؟ • إلى أي مدى ستختلف هذه المرحلة عن المراحل الأخرى (النطاق الصواب)؟ • ما هي متطلبات الإنفاذ الأساسية التي يجب مراعاتها قبل تطبيق السياسة؟ • ما هي النسبة المُقدرة للحد من التلوث؟

ماذا عن المناطق الأخرى شديدة التلوث؟

من أجل منع إعادة توجيه المركبات المسببة للتلوث إلى مناطق أخرى من شبكة الطرق خارج المنطقة، أو أبعد من ذلك إلى مدن أخرى، من المهم تصميم وتكييف المناطق منخفضة الانبعاثات للمدن الأخرى ذات الأولوية من حيث التعرض للتلوث، خاصة أن بعضها يشمل مواقع صناعية كبرى، في حين أن البعض الآخر منها تعد معالم سياحية جذابة ومهمة. حيث يمكن أن تتراوح المدن بين مدن كبيرة أخرى، مثل الإسكندرية والفيوم وأسوان والمنصورة ومدن أخرى أصغر. وتضم المدن الصغيرة المدن السياحية الساحلية، مثل شرم الشيخ والغردقة والتي يمكن أن تستفيد من هذا التقدم في ضمان معايير عالية للاستدامة.

قبل تطبيق المنطقة منخفضة الانبعاثات وخلال مناقشات السياسة الأولية، يجب الإجابة على العديد من الأسئلة الخاصة بكل مدينة لبدء المناقشات بين الجهات المختصة. وفيما يلي أمثلة على الأسئلة الرئيسية المطروحة:

- ما هو النطاق المقترح للقيود؟
- ما هي القدرات الموجودة بالفعل والقدرات (بما في ذلك القدرات المؤسسية) التي يمكن إعدادها/استغلالها لإتاحة التطبيق؟
- كم عدد المركبات التي سيتم تقييدها؟ هل تستحق هذه التجربة كل هذا الجهد؟
- ما هي النسبة الحالية أو المتوقعة للحد من التلوث؟
- ما هو أكبر مصدر للانبعاثات في المنطقة؟
- ما هي البدائل الحالية للمستخدمين؟
- هل نحن قادرون على توفير وقود سولار منخفض الكبريت؟
- ما هي الإمكانات المطلوبة لاستيفاء المعايير العالية للتنقل المستدام (مثل توفير بنية تحتية للمركبات الكهربائية، وإنشاء بيئة حضرية مخصصة للمشي بشكل ممتع، وما إلى ذلك)؟
- ما هي الأساليب والمواقع المستخدمة لمراقبة المنطقة منخفضة الانبعاثات؟
- كيف ستتم إدارة الإيرادات وإعادة استثمارها في تدابير التحكم في تلوث الهواء والاستجابة له؟

على الرغم من إمكانية النظر في مدن/مناطق أخرى لتطبيق إجراءات التدخل الخاصة بالمنطقة منخفضة الانبعاثات في أوقات زمنية مختلفة، لكن، وفقًا للرؤية على المستوى الوطني، يجب أن يبقى النهج الأساسي لمتابعة عملية تحديد أولويات المناطق على أساس الأدلة. حيث يتضمن ذلك المناطق التي تعاني من أعلى نسب تلوث بسبب حركة مرور المركبات ويتعرض سكانها للتلوث، أي اتباع ما هو "صحيح" وليس "سهلاً".

وفقًا لذلك، حتى في حالة تنفيذ المشاريع أو إجراءات التدخل الرئيسية في المدن الصغيرة، يجب تحديد الهدف النهائي لمجالات الأولوية، وعلى هذا النحو، يمكن وضع استراتيجية وطنية، مع رؤية لمراحل التنمية والأثر المتوقع.