تخفيف التعرض داخل المدارس وحولها لتلوث الهواء الناتج من حركة المرور

إرشادات وتوصيات للأطفال والمدارس والمجتمعات المحلية

Prashant Kumar, Hamid Omidvarborna, Yendle Barwise, Arvind Tiwari | 2021
(University of Surrey, United Kingdom)

٢٠٢١ | براشنت كومار، حامد أوميدفاربورنا، يندل باروِيز، أرفيند تايوارى
جامعة سررى، المملكة المتحدة

GLOBAL CENTRE FOR CLEAN AIR RESEARCH
UNIVERSITY OF SURREY

Guildford Living Lab

أحمد الجندى، رنا علاءعباس
الجامعة الأمريكية بالقاهرة، جمهورية مصر العربية
Ahmed El-Gendy, Rana Alaa Abbass,
The American University in Cairo, Egypt

THE AMERICAN UNIVERSITY IN CAIRO
100 YEARS | SCHOOL OF SCIENCES AND ENGINEERING
Environmental Engineering Program

قائمة المصطلحات المستخدمة في هذا الدليل:

أنظمة التحكم النشطة: أنظمة التحكم التي تقلل من انبعاثات تلوث الهواء بشكل مباشر عند مصدر التلوث (مثل مرشحات الجسيمات الموجودة داخل مواسير عوادم السيارات).

مشاركة أكثر من راكب لنفس السيارة خلال نفس الرحلة: هو نشاط يمكن أن يديره المجتمع المدرسي لتقليل عدد السيارات خلال ساعات التوصيل من والى المدرسة.

ثاني أكسيد الكربون: على الرغم من أن استخدام الوقود الأحفوري يمثل المصدر الرئيسي لثاني أكسيد الكربون الناتج عن الأنشطة البشرية، إلا أن هذا الغاز يخرج أيضًا من الإنسان خلال الزفير أثناء التنفس. يتم قياس ثاني أكسيد الكربون في الهواء داخل المباني لتقييم مدى كفاءة التهوية في الاماكن المغلقة. وتدل المستويات العالية منه على سوء التهوية ودائما ما يكون ذلك مرتبطا بتأثيرات سلبية على القدرات الادراكية للإنسان مثل ضعف القدرة على التركيز.

مشاركة المواطن في المشاريع العلمية: البحث العلمي الذي يقوم به بعض الأفراد لتحسين الفهم العام لتلوث الهواء. ويجب أن تتضمن هذه المشاركة إدماج المجتمع في التخطيط للبحث، والتعاون (مثل التعاون بين المدرسة والمجتمع والباحثين)، والتبادل (مثل قيام المدارس بتقديم النتائج إلى المجتمع للحصول على ملاحظاتهم).

الجسيمات العالقه كبيرة الحجم: هي الجسيمات التي يتراوح قطرها بين 2.5 و10 ميكرومتر وتعرف أيضًا باسم $PM_{2.5-10}$. وتنتج هذه الجسيمات في الهواء غالبا من مصادر مختلفة غير عوادم المركبات مثل اثارة الغبار والاتربة من الطريق بسبب حركة السيارات.

الانتاج المشترك: عملية تصميم يشارك فيها جميع جهات المعنية (مثل الباحثين والمدارس والأطفال) مع مراعاة المساواة والحرية في المساهمة.

المجتمع: الآباء والأطفال والسكان المحليين وعامة الناس.

تشتت ملوثات الهواء: انتقال وتخفيف ملوثات الهواء مقارنة بنقطة خروجها من المصدر (مثل عادم السيارة) وذلك بواسطة الرياح.

الجسيمات الدقيقة: الجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر والمعروفة أيضًا باسم $PM_{2.5}$. تعتبر الجزيئات الدقيقة من ملوثات الهواء الأكثر ضررًا ويرجع ذلك لصغر حجمها مما يجعلها تنتقل إلى الجهاز التنفسي بعمق مما يساهم في الإصابة بأمراض القلب والرئة. الجسيمات الدقيقة غالبا ما تنتج بسبب الاحتراق تنبعث من عوادم المركبات على الطرق.

جودة الهواء الداخلي: جودة الهواء داخل المباني والاماكن المغلقة مثل المدارس. يمكن أن تؤثر جودة الهواء الداخلي على صحة وراحة ورفاهية الموجودين في المبنى. قد تشمل جودة الهواء الرديئة الجسيمات الضارة والملوثات الأخرى مثل ثاني أكسيد النيتروجين والفورمالدهايد والمركبات العضوية المتطايرة. يمكن الحصول على الإرشادات الخاصة بتنقية الهواء والتهوية اللازمة للمباني والأماكن المغلقة من بعض الهيئات الدولية المختصة بهذه الأمور.

الأطفال الرضع داخل عربات الأطفال: الأطفال الرضع في أنواع مختلفة من عربات الأطفال ذات الثلاث أو الأربع عجلات الفردية / المزدوجة، وباقي الأنواع المختلفة لعربات الأطفال.

الطريق الرئيسي: طريق عام مستخدم بشكل شائع وله مدخل ومخرج (اي طريق غير مسدود). ذروة الازدحام المروري في هذا النوع من الطرق يكون في الصباح وفي الساعات المتأخرة لما بعد الظهيرة (مثل أوقات نزول او صعود الأطفال المركبات عند ذهابهم او عودتهم من المدرسة).

تركيز عدد الجسيمات: إجمالي عدد الجسيمات لكل وحدة حجم من الهواء، والذي يتم تمثيله عادةً على أنه عدد الجسيمات لكل سنتيمتر مكعب.

التحكم السلبي: هو تدخل غير مباشر يقلل من التعرض لتلوث الهواء، مثل الحواجز الخضراء بين الطرق والمشاة.

النقاط الأكثر تلوثا: الأماكن التي تنتج فيها الانبعاثات من مصادر محددة مثل السيارات، وقد تؤدى إلى تعريض السكان المحليين لمخاطر صحية عالية. ومن أهم النقاط العالية التلوث تقاطعات حركة المرور ومحطات الحافلات.

الأطفال الصغار: تشمل الأطفال حديثي الولادة والرضع والأطفال حديثي المشي. من حيث التعرض لتلوث الهواء، يعتبر الأطفال الصغار من بين الفئات الأكثر حساسية وتأثرا لأن منطقة الاستنشاق لديهم ارتفاعها منخفض مقارنةً بالبالغين والأطفال الأكبر سنًا (مثل المراهقين).

مصدر الاقتباس:

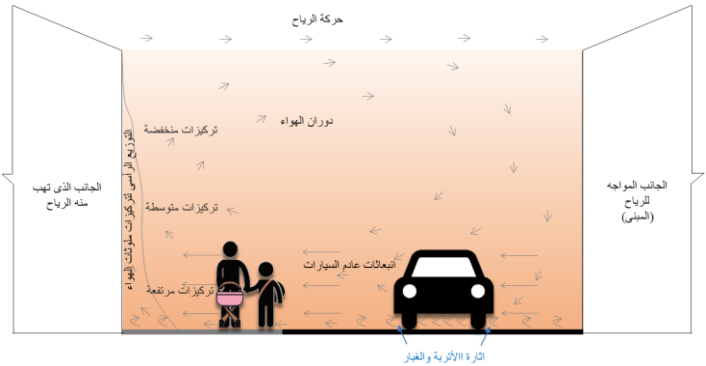
Kumar, P., Omidvarborna, H., Barwise, Y., Tiwari, A., 2020. Mitigating Exposure to Traffic Pollution In and Around Schools: Guidance for Children, Schools and Local Communities. pp. 24, https://doi.org/10.5281/zenodo.3754131

المقدمة:

يرتبط تعرض الأطفال لتلوث الهواء بقلة اليقظة والتركيز لديهم، والاصابة بالتهاب الشعب الهوائية، وضعف نمو الرئة، وزيادة خطر الإصابة بأمراض مزمنة مثل الربو[1] وأمراض الجهاز التنفسي الأخرى[2].

والأطفال أكثر عرضة من البالغين للإصابة بهذه الأعراض والأمراض لأن نمو الرئة لديهم غير كامل، ونتيجة لقصر طولهم بالتالي فهم يتنفسون الهواء عند مستوى قرب سطح الأرض والذي يكون الهواء به أكثر تلوثا. هذا بالإضافة الى نشاطهم البدني ومعدل تنفسهم المرتفع[3]. ومع ذلك نجد أن العديد من المدارس تقع بالقرب من الطرق الرئيسية وذلك لتسهيل الوصول اليها وبالتالي تصل انبعاثات المركبات بسهولة إلى مباني المدرسة والفصول الدراسية. في المملكة المتحدة ، يوجد أكثر من 2000 مدرسة وحضانة بالقرب من طرق و شوارع تتسم بمعدلات تلوث هواء عالية[4] ، بما في ذلك الملوثات السامة مثل الجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر ($PM_{2.5}$). يوجد في المملكة المتحدة أيضًا معدل انتشار أعلى لربو الأطفال مقارنة بأي دولة أوروبية أخرى[4].

يؤدي استخدام السيارات لنقل الأطفال من وإلى المدرسة إلى تكثيف النقاط الاكثر تلوث داخل مباني المدرسة وحولها. قد يزداد تعرض الأطفال بدون داعي لتلوث الهواء بسبب تباطؤ حركة المركبات أو توقفها مع تشغيل المحركات. في إنجلترا ، تضاعف استخدام السيارات للرحلات المدرسية على مدار العقدين الماضيين ، حيث تنقل سيارة واحدة من كل 4 سيارات على الطريق في أوقات الذروة الصباحية الأطفال إلى المدرسة[5]. قد يزداد تعرض الأطفال بشكل غير ضروري بسبب تباطؤ المحرك (المركبات الثابتة التي تعمل بمحركات) وتسارع وتباطؤ السيارة ، سواء في مباني المدرسة أو بالقرب منها ، خلال ساعات التوصيل والاستلام.



يوضح الشكل أعلاه قصر ارتفاع المستوى الذي تتنفس خلاله الأطفال الموجودين في الشارع أو داخل عربة الأطفال للهواء، حيث يؤدى قصر ارتفاع عربات الأطفال وقصر طول قامة الأطفال لتعرضهم لاستنشاق الهواء من المستوى الذي تتركز فيها انبعاثات المركبات بدرجة عالية (Sharma and Kumar[3]). حيث يبلغ ارتفاع مستوى تنفس الأطفال الصغار ما بين 0.55 و0.85 متر فوق مستوى سطح الأرض، و حيث أن عوادم المركبات عادة ما تقع ضمن متر واحد من مستوى الطريق بالتالي يزداد تعرض الأطفال لتلوث الهواء.

في حين أن نظام التحكم النشط (مثل تقليل انبعاثات العادم من المصدر نفسه) هو أكثر الحلول فعالية، فانه يمكن اعتماد استراتيجيات أخرى لتقليل تركيز التلوث وتقليل التعرض له في المدارس وحولها. ومع ذلك، يلزم اتباع نهج شامل من أولئك الذين يساهمون بشكل مباشر في التلوث و / أو يتأثرون به لإحداث فرق حقيقي على المستوى جذري[6]. تتطلب الاستراتيجية الناجحة للتقليل من حدة التعرض لتلوث الهواء، إجراءات متعددة الأوجه تستهدف أطفال المدارس والمدارس والمجتمع المحلي.

الهدف من هذه الوثيقة الارشادية هو ترجمة العلوم المعقدة إلى نقاط بسيطة تمكن المدارس والأطفال والمجتمعات من اتخاذ قرارات مستنيرة تعمل على تقليل تعرض أطفال المدارس لتلوث الهواء.

تلخص هذه الوثيقة أفضل الممارسات فيما يتعلق بتقليل التعرض لتلوث الهواء في المدارس وما حولها. تستند التوصيات إلى أدلة علمية معاصرة لذلك قد تخضع للتعديل مع تطور العلم. تتميز هذه الوثيقة في نهجها العملي الذي تم إنشاؤها وتصميمها بشكل مشترك، مستهدفة بالتساوي المجموعات الرئيسية من المستقبلين (الأطفال والمدرسة والمجتمع). لإعداد هذه الوثيقة تم الاستعانة بأبحاث رئيسية متعلقة بتلوث الهواء [7-10] ودراسات مرجعية [3 و 11-13] بالإضافة الى ذلك فان هذه الوثيقة مبنية على الأنشطة تمت في مختبر جيلفورد ليفينج [14] Guildford Living Lab (GLL)و الخبرة الواسعة لتوفير إرشادات للعامة والمختصين (مثل الإرشادات الرائدة في تنفيذ البنية التحتية الخضراء[15] والتوصيات العامة لاختيار أنواع النباتات[16] والعديد من السياسات المتعلقة بذلك[17]). هذه الوثيقة تكمله لأعمال سابقة مثل: ارشادات جودة الهواء لموظفي المدارس والكليات[18]، وجودة الهواء الخارجي والصحة[19]، والتخطيط المستقبلي لاستخدام الأراضي والتحكم في التنمية[20]، و اجراءات الهواء النظيف [21-25]، والآثار الصحية لجودة الهواء الداخلي[26]، و اجراءات منع تباطؤ المركبات[27].

تهتم معظم التوصيات الواردة في هذه الوثيقة الارشادية بتخفيف تأثير الجسيمات الدقيقة، وهي فئة من ملوثات الهواء تأثيرها قوى على صحة الإنسان[28]. ومع ذلك قد تنطبق هذه الارشادات على ملوثات ضارة أخرى مثل أكاسيد النيتروجين. يركز هذا الدليل على قضية محددة تتعلق بالنقاط التي يتم فيها صعود الأطفال أو إنزالهم من المركبات عند الذهاب من والى المدرسة وبنقاط الازدحام المروري حول المدارس. ولم يتم التطرق في هذه الوثيقة للتوصيات الخاصة بجودة الهواء داخل المباني (مثل الفصول بالمدارس) وتأثيراته على الصحة. تقدم هذه الوثيقة 10 توصيات عامة و10 توصيات مستهدفة لثلاثة فئات محددة (الأطفال والمدارس والمجتمعات المحلية). نحن ندرك أن بعض المدارس مثل المدارس الصغيرة الموجودة في المدن ستواجه تحديات في تنفيذ بعض هذه التوصيات والارشادات، ولكن تطبيق هذه التوصيات والارشادات بقدر الإمكان وفي أكبر عدد ممكن من المدارس سيكون قطعًا مفيدًا. قد تكون هذه الوثيقة أيضًا بمثابة دليل تعليمي يتم تكييفه ليخاطب الأعمار المختلفة، مما يساعد المدارس على تحسين معرفة الأطفال وأولياء أمورهم أو مقدمي الرعاية لهم وبالتالي تقليل مساهمتهم في زيادة تلوث الهواء وأيضا تقليل تعرضهم لتلوث الهواء.

لم يتم ترتيب الارشادات العامة أو المستهدفة بهذه الوثيقة وفقًا للأهمية أو التأثير. ويرجع ذلك إلى نقص الأدلة المتعلقة بدرجة تأثير كل إجراء مقارنة بالأخر، كما يرجع ذلك إلى الحاجة إلى اتباع نهج شامل لمعالجة المشكلة (انظر التوصية العامة رقم 1). وكقاعدة عامة تعد أنظمة التحكم النشطة (مثل اجراءات منع تباطؤ المركبات وتشجيع تقليل استخدام المركبات) هي أكثر الاستراتيجيات فعالية ويجب أن تمثل خط الدفاع الأول.

1. British Lung Foundation, 2016. https://tinyurl.com/BLFOrg16
2. USEPA, 2019. https://tinyurl.com/USEPAsthma19
3. Sharma, A., Kumar, P., 2018. A review of factors surrounding the air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. Environment International 120, 262-278. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.07.038
4. Mumovic, D., et al., 2016. https://tinyurl.com/IAQLNDschools
5. Perscom, National Travel Survey, 2018. https://tinyurl.com/NTSPerscom18
6. Mahajan, S., Kumar, P., et al., 2020. A citizen science approach for enhancing public understanding of air pollution. Sustainable Cities and Society 52, 101800. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101800.
7. Kumar, P., et al., 2020. A primary school driven initiative to influence commuting style for dropping-off and picking-up of pupils. Science of the Total Environment 727, 727, 138360 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138360
8. Kumar, P., et al., 2017. Exposure of in-pram babies to airborne particles during morning drop-in and afternoon pick-up of school children. Environmental Pollution 224, 407-420. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.021
9. Sharma, A., Kumar, P., 2020. Quantification of air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. Environment International 139, 105671. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105671
10. Ottosen, T.B., Kumar, P., 2020. The influence of the vegetation cycle on the mitigation of air pollution by a deciduous roadside hedge. Sustainable Cities and Society 53, 101919. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101919
11. Goel, A., Kumar, P., 2014. A review of fundamental drivers governing the emissions, dispersion and exposure to vehicle-emitted nanoparticles at signalised traffic intersections. Atmospheric Environment 97, 316-331. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.037
12. Kumar, P., et al., 2019. The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. Environment International 133, 105181. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181
13. Barwise, Y., Kumar, P., 2020. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. npj Climate and Atmospheric Science 3, 12. https://doi.org/10.1038/s41612-020-0115-3
14. Guildford Living Lab. https://tinyurl.com/GuildfordLivingLab
15. Greater London Authority, 2019. https://tinyurl.com/GLAgreen19
16. Kumar, P., et al., 2019. Implementing Green Infrastructure for Air Pollution Abatement. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.8198261.v4
17. Kumar, P., et al., 2019. Improving air quality and climate with green infrastructure. https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36772.22403
18. Air pollution guidance for school and college staff. https://neu.org.uk/media/3246/view
19. NICE guidelines [NG70]. https://www.nice.org.uk/guidance/ng70
20. Land-Use Planning & Development Control: Planning For Air Quality. https://tinyurl.com/IAQM2017
21. Cleaner Air 4 Primary Schools Toolkit. https://tinyurl.com/CA4PSTKit
22. The Mayor's School Air Quality Audit Programme. https://tinyurl.com/MOLtoolkit18
23. London healthy air, healthier children. https://tinyurl.com/HEALND
24. Building Bulletin 101. https://tinyurl.com/BB10118
25. Clean Air Schools Pack. https://tinyurl.com/CleanAirSchoolsPack
26. The inside story, 2020. https://tinyurl.com/RCPCH20
27. Your guide to putting a stop to idling engines in your neighbourhood. https://tinyurl.com/LS-BLF
28. World Health Organization, 2013. https://tinyurl.com/REVIHAAP-WHO13

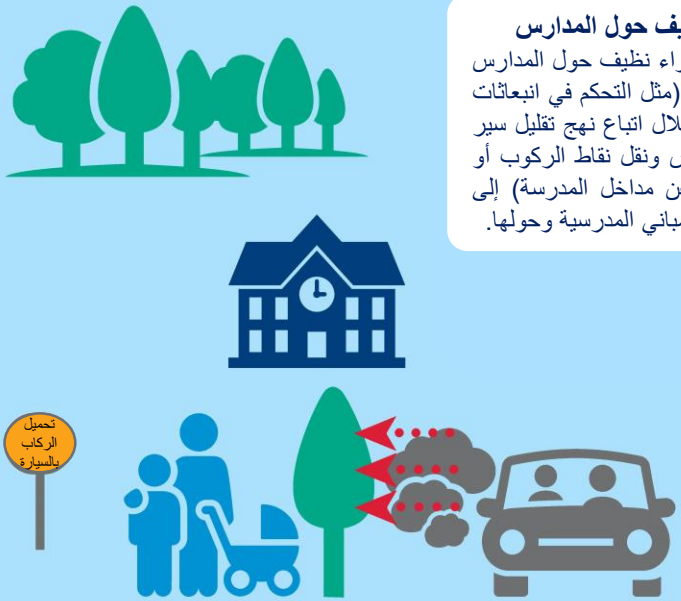
توصيات عامة

1. إشراك الجميع والعمل سوياً:

يمكن تقليل التعرض لتلوث الهواء من خلال أنظمة تحكم نشطة أو سلبية اما في مصدر التلوث (مثل الحد من انبعاثات العادم) أوفي الشخص المستقبل الذي يتعرض لهذا التلوث (مثل ارتداء الأقنعة) أو فيما بين المصدر والشخص المستقبل (مثل الحواجز الخضراء). كما يمكن تقليل التعرض للتلوث من خلال تغيير السلوكيات واتخاذ القرارات الصائبة مثل تجنب الطرق القريبة من النقاط الأكثر تلوثاً. لذلك فإن اتباع نهج شامل يتضمن التواصل والمشاركة بين المدارس والأطفال والآباء والمجتمعات والهيئات الحكومية، هو مفتاح التغيير الشامل للحد من التعرض لتلوث الهواء.

2. إنشاء منطقة هواء نظيف حول المدارس

يمكن أن يؤدي إنشاء منطقة هواء نظيف حول المدارس من خلال تنفيذ حلول "نشطة" (مثل التحكم في انبعاثات المركبات الملوثة للهواء من خلال اتباع نهج تقليل سير المركبات ببطء بجوار المدارس ونقل نقاط الركوب أو النزول من المركبات بعيدًا عن مداخل المدرسة) إلى تقليل مستويات التلوث داخل المباني المدرسية وحولها.



3. الاستفادة من الأنظمة السلبية للتحكم في تلوث الهواء

تستخدم أنظمة التحكم السلبية لتقليل تعرض تلاميذ المدارس اليومي للانبعاثات الناتجة عن حركة مرور السيارات. ومن أمثلة هذه الأنظمة استخدام الأسوار النباتية ما بين المدرسة وبين الطرق المجاورة لها. ويجب اختيار النباتات المستخدمة بعناية وفقا لموقع المدرسة والظروف البيئية المحيطة بها وذلك لتفادى أي مشاكل قد تسببها نوعية هذه النباتات مثل انبعاث حبوب اللقاح منها. كما أن وجود النباتات سوف يحسن من الأنظمة البيئية الأخرى مثل تقليل الضوضاء ودعم التنوع البيولوجي.

4. جودة الهواء داخل القاعات الدراسية

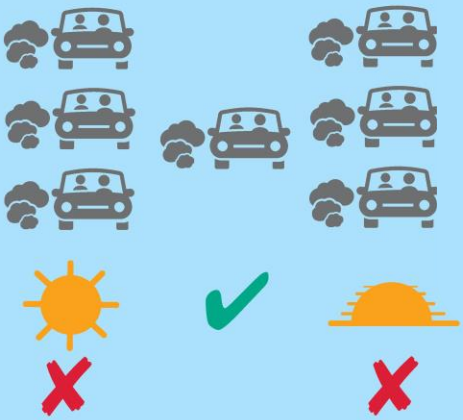
يمكن تقليل دخول الجسيمات الدقيقة المنبعثة من حركة المرور الى القاعات الدراسية عن طريق تقليل أو منع فتح الأبواب والنوافذ المواجهة لنقاط تحميل أو نزول الركاب من السيارات أو الحافلات عند المدرسة. ولكن هذا قد يؤدى لزيادة تراكم ثاني أكسيد الكربون في القاعات الدراسية القريبة من هذه الأبواب والنوافذ. لذلك يمكن استخدام نظم تهوية ميكانيكية ووحدات لتنقية الهواء أو وحدات خاصة لهذه القاعات الدراسية لتقليل تراكم الجسيمات الدقيقة الضارة والملوثات الأخرى بما في ذلك ثاني أكسيد الكربون.

5. تخطيط مباني المدارس الجديدة بعناية

تقع أغلب المدارس بالقرب من الطرق المزدحمة حيث يكون تركيز تلوث الهواء أعلى. ولأن تلوث الهواء يقل بصورة كبيرة كلما بعدت المسافة عن الطريق لذلك يجب اختيار موقع المدرسة الجديدة ليكون في موقع استراتيجي بعيدًا عن الطرق الرئيسية بقدر الإمكان. مع عمل ممرات آمنة للمشاة والدراجات ما بين المدرسة وبين الطرق الرئيسية الموصلة لها. كما يجب أن يتم اختيار موقع المدارس ليكون على مسافة قريبة من المناطق السكنية التي تخدمها وذلك للتشجيع على السير أو ركوب الدراجات للوصول لهذه المدارس. وهذا سيؤدى لتقليل تأثير الانبعاثات الناتجة من سيارات أولياء الأمور أو مقدمي الرعاية للطلبة أثناء اليوم الدراسي.

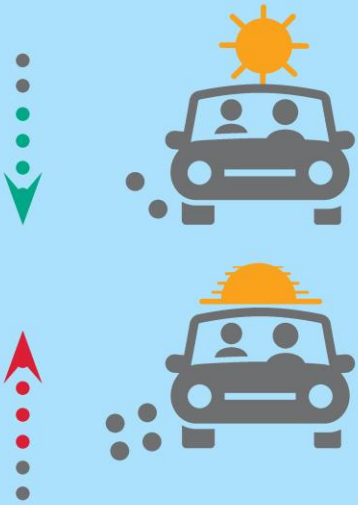
6. الذهاب إلى المدرسة سيرا على الأقدام

يجب تشجيع الذهاب والعودة من المدرسة سيرا على الأقدام لما له من فوائد صحية ونفسية كما أنه يعمل على دعم استقلالية الطلاب واكتسابهم للمهارات الاجتماعية ومهارات السلامة على الطرق، كما أنه يؤدى الى تقليل الازدحام المروري بالسيارات وبالتالي تقليل تلوث الهواء. كما يؤدى الذهاب من والى المدرسة سيرا على الأقدام بشكل منتظم إلى تعزيز شعور الأطفال بمجتمعهم وفهم المنطقة المحيطة بهم.



7. تجنب استخدام السيارة غير الضروري

تعتبر تركيزات الجسيمات الدقيقة بشكل عام أعلى خلال ساعات الذروة في الصباح (من الساعة 7 الى 9ص) بسبب ارتفاع حجم حركة المرور وأيضا لضعف الظروف الملائمة لتشتيت الملوثات بالهواء الجوي وذلك مقارنة بفترة العودة من المدارس بعد الظهيرة (من الساعة 2 الى 4م). وبالتالي فإن تجنب الاستخدام غير الضروري للسيارات خلال هذه الساعات قد يكون له تأثير مباشر وإيجابي من خلال تقليل حجم حركة المرور والازدحام ومدة الرحلة المقطوعة بالسيارة وبالتالي تقليل تعرض الأطفال وأولياء أمورهم أو مقدمي الرعاية لهم للتلوث أثناء اليوم الدراسي.



8. تقليل أثر الأتربة والغبار الموجود على سطح الطرق

على الرغم من قلة حركة مرور السيارات وتحسن قدرة الجو على تشتيت الملوثات خلال فترة مغادرة المدارس ما بعد الظهيرة فان تركيز الجسيمات العالقة كبيرة الحجم نسبيا مثل الأتربة والغبار يكون أكبر مقارنة بفترة الذروة الصباحية. ويرجع هذا لأن أسطح الطرق يكون أكثر جفافًا مما يجعل حركة المرور خلال فترة ما بعد الظهيرة تساعد على إعادة تعليق هذه الأتربة والغبار بالهواء مرة أخرى. بينما يعمل الندى المتكون على أسطح الطرق أثناء الليل على منع إعادة تعليق الأتربة والغبار خلال فترة الذروة الصباحية. لذلك فان ترطيب أسطح الطرق خلال النهار سوف يعمل على تقليل إعادة تعلق هذه الأتربة والغبار بالهواء مرة أخرى.

9. التوعية بتلوث الهواء عن طريق مشاركة المواطن في المشاريع العلمية

يؤدي تعاون المواطنين من خلال مشاركتهم في المشاريع العلمية إلى تحسين الوعي بين الأطفال والآباء والمدارس والمجتمع بتلوث الهواء وطرق التخفيف من أثاره. حيث يتيح ذلك للمشاركين بتبادل خبراتهم ومخاوفهم مع الباحثين وصانعي القرارات السياسية لاتخاذ إجراءات شاملة لمعالجة القضايا المهمة المتعلقة بتلوث الهواء.

10. ادراج قضايا تلوث الهواء في التعليم

يمكن ادراج قضايا تلوث الهواء والاستراتيجيات المتبعة للتخفيف من آثاره في المناهج الدراسية على المستوى القومي. على سبيل المثال يتم تعزيز المهارات الأساسية العلمية والاجتماعية ومهارات السلامة على الطرق كجزء من الممارسات الموصي بها في هذا الكتيب الإرشادي والتي تساعد الأطفال على تحقيق أهداف المناهج الدراسية. علاوة على ذلك، يمكن أن يؤدى توفير أجهزة الاستشعار وقياس التلوث بأسعار في متناول الجميع الى دعم اجراء التجارب العملية المتعلقة بتلوث الهواء التي يقوم بها التلاميذ كجزء من المنهج الدراسي أو كنشاط علمي في النوادي العلمية.

التوصيات المستهدفة

GLOBAL CENTRE FOR CLEAN AIR RESEARCH
UNIVERSITY OF SURREY

الحقيقة رقم 1.

يمكن أن يؤدى الازدحام المروري للسيارات وسيرها ببطء خلال أوقات نزول الركاب من السيارات عند ذهابهم الى المدارس الى زيادة تركيز الجسيمات العالقة في الهواء في محيط المدرسة بنسبة 300 ٪.

رسالة عامة

وبالتالي فان تجنب استخدام السيارات خلال هذه الأوقات سوف يقلل من تعرض أطفال المدارس للملوثات الضارة المنبعثة من المركبات الى الثلث.

رسالة للأطفال

- ابتعد عن السيارات عندما تكون محركاتها قيد التشغيل.

دور المدرسة

- يجب على المدارس تشجيع الأطفال على الوصول للمدرسة سيرا على الاقدام.
- يجب تغيير نقاط وقوف المركبات المستخدمة للوصول الى المدرسة حتى تكون بعيدة عن المدخل.
- تنظيم أوقات نزول الركاب من السيارات وتوزيعها حتى لا يخرج كل الأطفال في نفس التوقيت والتشجيع على مشاركة أكثر من طفل لنفس وسيلة النقل خلال نفس الرحلة للوصول للمدرسة.
- التشديد على عدم الوقوف السيارات في المناطق الممنوع الوقوف فيها الموجودة في محيط المدرسة.

دور المجتمع

- قم بإيقاف محرك السيارة أثناء الانتظار حتى لو كان لفترة وجيزة.
- تجنب استخدام السيارة أثناء فترات الوصول أو الخروج من المدرسة.
- يجب منع إيقاف السيارات بالقرب من مدخل المدرسة.
- يجب على الآباء والأطفال بقدر الامكان، السير أو ركوب الدراجات من وإلى المدرسة، للحد من التأثير السلبي للسيارات على جودة الهواء، بالإضافة الى زيادة نشاطهم البدني.

GLOBAL CENTRE FOR CLEAN AIR RESEARCH
UNIVERSITY OF SURREY

الحقيقة رقم 2.

تركيز الجسيمات العالقة الملوثة للهواء خلال فترة الخروج من المدرسة وصعود المركبات أقل بثلاثة أضعاف مما كانت عليه في فترات الوصول للمدرسة والنزول من المركبات ويرجع ذلك لأن أوقات الخروج من المدرسة وركوب المركبات موزعة كما أن ظروف تشتت الملوثات تكون أفضل في فترة ما بعد الظهيرة.

رسالة عامة

تؤدى جدولة أوقات تحميل الركاب في السيارات خلال فترة العودة من المدرسة الى تقليل الازدحام المروري حول المدرسة وبالتالي تقليل الانبعاثات الناتجة من حركة مرور السيارات حول المدرسة.

رسالة للأطفال

- ابق على مسافة بعيدة قدر الإمكان عن السيارات التي يدور محركها وهي متوقفة أو التي تسير ببطء.

دور المدرسة

- تنظيم وجدولة أنشطة ما قبل المدرسة وبعدها لتوزيع أوقات ركوب ونزول الأطفال من المركبات وذلك لتقليل عدد السيارات.
- تشجيع استخدام الدراجات للجميع، على سبيل المثال عن طريق قيام المدرسة بتوفير دراجات للعاملين بها.

دور المجتمع

- تجنب استخدام المركبات للذهاب من والى المدرسة حيثما أمكن، أو قم بإيقافها بعيدًا عن مداخل المدرسة إذا كان هناك ضرورة لاستخدامها.
- حث السلطات المحلية على إنشاء أماكن لوقوف وانتظار المركبات مع حظر وقوف المركبات في الشوارع المحيطة بالمدارس لتحسين حركة المرور أثناء فترات الذهاب والعودة من المدرسة.

GLOBAL CENTRE FOR CLEAN AIR RESEARCH
UNIVERSITY OF SURREY

الحقيقة رقم 3.

تركيز الجسيمات الملوثة للهواء في الملعب المجاور لطريق مزدحم يكون مماثل لتلك الموجودة على الطرق الرئيسية خلال فترات إنزال الركاب الذاهبين للمدرسة في الصباح

رسالة عامة

زراعة الأسوار النباتية الكثيفة حول محيط المدرسة من الحلول الطبيعية التي تعمل على تحسين جودة الهواء في بيئة المدرسة.

أي أنشطة في ملعب المدرسة يجب أن تكون بعيدة عن فترات ذهاب أو نزول الركاب عند المدرسة حتى يتم تنفيذ التدابير المناسبة للتخفيف من تلوث الهواء من قبل المدرسة أو المجتمع.

رسالة للأطفال

- إذا كان الملعب قريبًا من أحد الطرق، فحاول ألا تلعب بالقرب من هذا الطريق خاصة في الصباح.

دور المدرسة

- يجب إعادة جدولة الفصول الصباحية التي تتم في الهواء الطلق، إن أمكن، وجعلها في وقت لاحق من اليوم الدراسي (أي بعد الظهيرة).
- يمكن للمدارس أن تقوم بزراعة الحواجز النباتية الخضراء بين مباني المدرسة والطرق المجاورة لها وذلك لتقليل تأثير حركة مرور السيارات على بيئة المدارس. ويجب أن تكون النباتات المستخدمة في هذه الحواجز غير سامة ولا تسبب حساسية للأطفال.
- القيام بعمل مدخل إضافي بالقرب من الطريق الرئيسي، مع ممر آمن للسير على الأقدام محاط بحواجز خضراء داخل نطاق المدرسة.
- يجب أن تمنع المدارس الأطفال من اللعب بالقرب من أي سور يطل على طريق مزدحم.

دور المجتمع

- يمكن لأفراد المجتمع المحلي دعم المدرسة في زراعة حواجز خضراء حولها و/أو تنفيذ تدابير أخرى مناسبة.
- تعاون المجتمع المحلي مع السلطات المحلية عند تخطيط المناطق الجديدة وعمل أولوية لإنشاء طرق وممرات آمنة ومناسبة للتنزه لتشجيع الآباء والأطفال على السير على الأقدام عند الذهاب والعودة من المدرسة.

الحقيقة رقم 4.

يمكن أن يتضاعف تركيز الجسيمات الملوثة للهواء في الفصول الدراسية المواجهة للطريق خلال فترات نزول الركاب عند المدرسة.

رسالة عامة

تقليل الانبعاثات الناتجة من حركة المرور المجاورة للمدرسة عن طريق حظر دخول السيارات إلا من مداخل محددة. وتحديد أماكن وقوف وانتظار السيارات في نقاط بعيدة عن مدخل المدرسة.

رسالة للأطفال

- تجنب فتح أبواب أو نوافذ الفصول الدراسية المجاورة لنقاط نزول الركاب عند المدرسة.

دور المدرسة

- يجب أن تكون نقاط نزول أو ركوب السيارات بعيدة عن مداخل الفصول الدراسية.
- يجب توجيه الأطفال إلى فصولهم داخل المدرسة من خلال مسارات بعيدة عن نقاط نزول وركوب السيارات للحد من تعرضهم للانبعاثات الضارة الناتجة من مرور السيارات عند هذه النقاط.
- يجب منع إمكانية الوصول الى الفصول الدراسية عبر الأبواب الموجودة بالقرب من الازدحام المروري للحد من تأثير الجزيئات العالقة المنبعثة من حركة المرور على جودة الهواء داخل الفصول.

دور المجتمع

- تجنب استخدام السيارة أثناء فترات النزول أو الركوب عند المدرسة بقدر الامكان، وحاول إيقاف السيارات بعيدًا عن مداخل المدارس.
- تشجيع الآباء والأطفال على المشي أو ركوب الدراجات من وإلى المدارس.

GLOBAL CENTRE FOR CLEAN AIR RESEARCH
UNIVERSITY OF SURREY

الحقيقة رقم 5.

يمكن أن يؤدي إغلاق أبواب أو نوافذ الفصول الدراسية إلى منع دخول الانبعاثات الناتجة من حركة المرور الى داخل الفصول. ولكن هذا سوف يؤدى لزيادة تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون في الفصول.

رسالة عامة

لتقليل تلوث الهواء في الفصول الدراسية المرتبط بالازدحام المروري فانه يمكن اغلاق الأبواب أو النوافذ المواجهة لحركة المرور خلال ساعات الذروة مع فتح الأبواب أو النوافذ الداخلية بدلاً منها.

رسالة للأطفال

- إذا كان بإمكانك رؤية مدخل المدرسة من نافذة فصلك، فحاول إبقاء النافذة مغلقة خلال الدرس الأول لحماية نفسك من التلوث الصباحي. يمكنك فتح هذه النوافذ في وقت لاحق من اليوم إذا سمح معلمك ذلك أو إذا شعرت بالحرارة أو التعب.

دور المدرسة

- مراعاة تركيب أجهزة قياس ثاني أكسيد الكربون في الفصول الدراسية.
- ضخ الهواء النقي إلى الفصول الدراسية إذا لاحظ المعلمون على الأطفال أعراض التعرض لمستويات عالية من ثاني أكسيد الكربون (مثل التعب، وعدم القدرة على التفكير بوضوح، والصداع، والدوخة).
- يجب فتح الأبواب أو النوافذ المواجهة للطريق عند الحاجة لتهوية الفصول والسماح بتجديد الهواء داخلها بشرط أن تكون في أوقات بعيدة عن أوقات الذروة للإنزال والركوب من السيارات.
- القيام بتنظيف أجهزة تنقية الهواء أو فلاتر الهواء بانتظام أو التفكير في إنشاء أنظمة مناسبة لترشيح الهواء والتهوية لتقليل تلوث الهواء داخل الفصول الدراسية وتقليل تسرب الملوثات الخارجية اليها

دور المجتمع

- يجب أن يتعاون السكان مع السلطات المحلية لضمان وجود المدارس الجديدة في مناطق بعيدة عن الطرق الرئيسية، مع وجود ممرات آمنة للمشاة والدراجات لربط المدرسة بالطرق الرئيسية الموصلة للمناطق السكنية.

الحقيقة رقم 6.

يمكن أن يكون تركيز عدد الجسيمات العالقة في النقاط الأكثر تلوث (مثل تقاطعات الطرق ومحطات الحافلات) أعلى بمقدار الثلثين مقارنة بأجزاء الطريق ذات حركة المرور الحرة.

رسالة عامة:

تؤدي عملية ايقاف محركات السيارات ثم إعادة تشغيلها مره أخرى أو التباطؤ في سرعة السيارات والتي تحدث عند نقاط مثل تقاطع الطرق أو مواقف الحافلات إلى ارتفاع تركيز الملوثات بالهواء وبالتالي كلما قل وقت التواجد في هذه النقاط قل التعرض للتلوث.

رسالة للأطفال

- حاول أن تبتعد عن الرصيف وتقاطعات الطرق ومحطات الحافلات لتقليل تعرضك لملوثات المركبات الضارة.

دور المدرسة

- يجب على المدارس إخطار أولياء الأمور أو مقدمي الرعاية للأطفال بأن الانتقال من وإلى المدرسة عبر الطرق الرئيسية يعتبر خطر شديد نتيجة التعرض لانبعاثات المركبات.
- ينبغي اقتراح طرق بديلة خالية من حركة مرور أو حركة المرور فيها أقل وذلك للانتقال بها من والى المدرسة.

دور المجتمع

- ينبغي على المجتمعات المحلية وبدعم من المدارس تشجيع السلطات المحلية على نقل تقاطعات الطرق ومحطات الحافلات بعيدًا عن محيط المدرسة بقدر الإمكان.

الحقيقة رقم 7.

قد يتنفس الأطفال الرضع داخل عربات الأطفال والأطفال الصغار هواء أكثر تلوثا من البالغين بمقدار 60٪ أثناء اليوم الدراسي لأنهم يستنشقوا الهواء على ارتفاعات قريبة من ارتفاع عوادم السيارات حيث يكون تركيز التلوث أعلى.

رسالة عامة:

تكون تركيزات الملوثات أعلى بشكل عام في أول متر فوق مستوى سطح الأرض وتنخفض مع زيادة المسافة أو الارتفاع عن الطريق. لذلك ستؤدي زيادة ارتفاع نقاط استنشاق الهواء للتنفس مع الابتعاد قدر الإمكان عن عوادم السيارات إلى تقليل التعرض للتلوث.

رسالة للأطفال

- حاول الابتعاد عن حافة الطريق عند المشي من وإلى المدرسة.

دور المدرسة

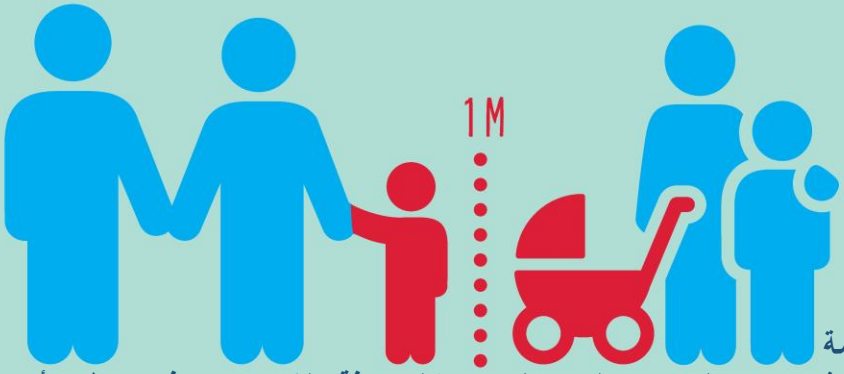
- يجب على المدارس أن تشدد على تأثير التركيزات العالية لملوثات الهواء الموجودة عند الارتفاعات المنخفضة من سطح الأرض على تنفس الآباء أو الأطفال وأن تقترح عليهم طرق بديلة وأنظف (مثل السير عبر الحدائق العامة).

دور المجتمع

- يمكن أن يؤدي استخدام عربات الأطفال ذات المقاعد المرتفعة عن الأرض بدلاً من التي يكون بها الكرسي قريب من الأرض إلى ارتفاع المنطقة التي يستنشق منها الطفل الهواء وبالتالي يقلل ذلك من تعرضه للتلوث.
- قد يؤدي حمل الرضع أو الأطفال الصغار (على سبيل المثال داخل حقيبة الظهر المخصصة لحمل الأطفال) في المناطق العالية التلوث وما حولها إلى زيادة ارتفاع المستوى الذى يستنشق منه الرضيع أو الطفل للهواء مما يقلل من فرص مواجهتهم لمصادر التلوث بصورة مباشرة وبالتالي تقليل تعرضهم للتلوث.
- عند تخطيط أي أرض خاصة يجب مراعاة توفير مساحات لزراعتها بالحواجز الخضراء (مثل الأسوار النباتية) والتي يتم زراعتها بين الطرق وبين المباني وممرات للمشاة وممرات للدراجات ... الخ.

الحقيقة رقم 8.

يمكن لنوع عربة الأطفال وشكلها أن يحدث فرق ملموس في تعرض الأطفال بها للملوثات أثناء اليوم المدرسي. على سبيل المثال، في العربات التي بها أكثر من مستوى يكون تركيزات عدد الجسيمات الملوثة للهواء التي قد يتعرض لها الطفل في المقعد السفلي أعلى من المقعد العلوي بنسبة 72%.



رسالة عامة

تختلط انبعاثات عوادم المركبات بالهواء الجوي خلال مسافة تبلغ واحد متر فوق سطح الأرض وهذه المسافة تتوافق مع الارتفاع الذي يستنشق فيه الأطفال الهواء الجوي. كما تتوافق أيضا مع ارتفاع عربة الأطفال التي يكون فيها كرسي الطفل قريب من الأرض مما يزيد من خطر تعرض الأطفال الجالسين بهذه العربات الى الانبعاثات وتلوث الهواء الناتج من عوادم المركبات.

رسالة للأطفال

- تذكر أثناء سيرك أن تبقى على الجانب البعيد من الرصيف، بعيدًا عن حافة الطريق، للابتعاد عن التلوث.

دور المدرسة

- يمكن توفير أماكن انتظار مخصصة لأولياء الأمور الذين يصطحبون أطفالهم معهم في عربات الأطفال التي تتضمن كرسي قريب من الأرض. وهذه الأماكن يجب أن تكون بعيدة عن ساحات انتظار السيارات أوعلى مستوى مرتفع عنها.

دور المجتمع

- ينبغي على الوالدين تجنب إحضار عربات الأطفال بجميع أنواعها بالقرب من الطرق المزدحمة بالمركبات. وان كان لابد من ذلك فيمكنهم اختيار عربات الأطفال التي تكون مرتفعة عن الأرض والأطفال فيها تجلس مواجهة للآباء وليس للطريق.
- يكون التحكم المباشر في مصدر التلوث (مثل تقليل استخدام المركبات) أكثر فاعلية من أي استراتيجية تحكم غير مباشرة للحماية من التعرض للملوثات. أيضا يمكن للآباء الذين يفكرون في شراء عربة أطفال جديدة مراعاة ارتفاع العربة عن الأرض حتى يكون مناسب لتنفس الأطفال داخلها.

الحقيقة رقم 9.

استخدام عربات الأطفال بأنواعها مع وجود أغطية معتمدة لها ومتوافقة مع شروط السلامة يمكن أن يقلل من تعرض الأطفال الصغار للجسيمات العالقة الدقيقة بالهواء بأكثر من الثلث أثناء اليوم الدراسي خاصةً عند نقاط التلوث العالية مثل تقاطعات الطرق أو مواقف الحافلات.

رسالة عامة

يجب استخدام أغطية عربات الأطفال بالقرب من الطرق المزدحمة أو عند نقاط التلوث الشديدة.

رسالة للأطفال

- إذا كان لعربة الأطفال غطاء يمكنك استخدامه لحماية طفلك من التلوث أثناء السير بالقرب من طرق سير السيارات.

دور المدرسة

- يمكن للمدارس الترويج لتدابير التخفيف من تلوث الهواء من خلال تشجيع أولياء الأمور أو مقدمي الرعاية على اختيار طرق بديلة بها حركة المرور منخفضة، وتقليل وقت التواجد في نقاط التلوث العالية، واستخدام أغطية عربات الأطفال حيثما أمكن. أيضًا يجب على المدارس أن تحدد مناطق الانتظار المتاحة في محيط المدرسة لأولياء الأمور الذين يستخدموا عربات الأطفال بعلامات ارشادية واضحة.

دور المجتمع

- يمكن استخدام أغطية عربات الأطفال المصمتة أو المقاومة للماء لفترات قصيرة في ظروف الطقس البارد عند نقاط التلوث العالية (مثل تقاطعات الطرق ومحطات الحافلات) حيث تعمل هذه الأغطية كعازل ما بين انبعاثات عوادم المركبات وبين محيط تنفس الأطفال داخل العربة. لا يوجد أي دليل علمي يثبت أن أنواع الأغطية الأخرى التي تسمح بمرور الهواء خلالها (مثل المستخدمة للحماية من الشمس) فعالة بالمثل أم لا.
- لا يوصى باستخدام غطاء العربة لفترات طويلة، لتجنب تراكم ثاني أكسيد الكربون، ولا باستخدامها في الظروف الجوية الحارة.

الحقيقة رقم 10.

مشاركة المجتمع في تصميم وتنفيذ المبادرات العلمية لتحسين جودة الهواء تساهم في فهم تأثير تلوث الهواء على صحة الإنسان. كما أنها تساعد الأفراد على الاختيار الصحيح للوسائل المناسبة للتخفيف من التعرض اليومي لهذه الملوثات.

رسالة عامة

ينبغي أن تكون المدارس والسكان المحليين شركاء نشطين مع الباحثين في الدراسات العلمية لتحسين جودة الهواء وذلك من خلال اتباع نهج ثلاثي الأبعاد: (1) الشمول (مثل تقديم حلقات دراسية وورش عمل لتشمل أشخاص لهم خلفيات متنوعة ديموغرافية واجتماعية)؛ (2) التعاون (أي التفاعل المستمر بين الباحثين والمجتمعات المحلية وواضعي السياسات)؛ و (3) التبادلية (مثل تبادل النقاش بين الباحثين في نتائج أبحاثهم).

رسالة للأطفال

- يمكن للأطفال المشاركة في أنشطة جمع البيانات لاكتساب الخبرة العملية في هذا الأمر.
- يمكنهم تبادل تجاربهم وخبراتهم مع أصدقائهم وعائلاتهم لتنظيم تفكيرهم وتعزيز الممارسات الجيدة.

دور المدرسة

- يمكن للمدارس المشاركة في تصميم الدراسات والمشاريع العلمية المتعلقة بجودة الهواء مثل المشاركة في تحديد أهداف البحث وتحديد مواقع أخذ العينات.
- يجب على المدارس دعم جمع البيانات اللازمة ومشاركة النتائج مع أولياء الأمور والأطفال، وتبني أفضل الممارسات لتكون مثالاً يحتذى به.

دور المجتمع

- يمكن للمجتمع المشاركة في خلق وتنفيذ الدراسات البحثية لكي تكون هذه الدراسات ونتائجها ذات تأثير عام وواسع النطاق.
- يمكن للمجتمع أن يسهل الوصول إلى المدارس المحلية والأماكن والبيئات الأخرى وذلك لصالح ورش العمل وجمع البيانات وما إلى ذلك.

شكر وتقدير

كل الشكر والتقدير لما تلقيناه من دعم من منحة مختبر ليفنج بجامعة سرري (2019-2020) لاستمرار أنشطة مختبر جلفورد ليفينج Guildford Living. مشروع iSCAPE (تحسين التحكم الذكي في تلوث الهواء في أوروبا) الممول من برنامج European Community's H2020 بموجب اتفاقية المنحة رقم 689954 ومشاريع منح الدكتوراه EPSRC (1948919 و2124242) ومشروع INHALE (التقييم الصحي عبر مقاييس الطول البيولوجي للتعرض الشخصي للتلوث وتخفيفه) بتمويل من EPSRC بموجب المنحة رقم EP / T003189 / 1. وجوائز تمويل جامعة سري لمشاريع CArE-Cities و CArE-Homes في إطار صندوق أبحاث التحدي العالمي التابع لأبحاث إنجلترا (GCRF)

شكر للمراجعين والداعمين

- Kate Alger, Jen Gale, Victoria Hazel, Sadhana Shishodia, Idil Spearman, Rachel Spruce (parents, Sandfield Primary School, Guildford)
- Maria de Fátima Andrade (Professor, University of Sao Paulo, Brazil)
- Simon Birkett (Clean Air in London)
- Stuart Cole (Oxfordshire County Council)
- Silvana Di Sabatino (Professor, University of Bologna, Italy)
- Claire Dilliway (parent, Elm Wood Primary School, London)
- Gary Durrant, Justine Fuller (Guildford Borough Council)
- Stephen Holgate (Professor, UKRI NERC Clean Air Champion)
- Stephen Jackson (Headteacher, Valley Primary School Bromley)
- Neil Lewin (Headteacher, St Thomas of Canterbury Catholic Primary School, Guildford)
- Paul Linden (Professor, University of Cambridge)
- Antti Makela (Finnish Meteorological Institute, Finland)
- Lidia Morawska (Professor, Queensland University of Technology, Brisbane)
- Francesco Pilla (Associate Professor, University College Dublin, Ireland)
- Caroline Reeves (Leader of Guildford Borough Council)
- Dave Scarbrough (RBWM Climate Emergency Coalition)
- Arun Sharma (Professor, President, Society for Indoor Environment, India)
- Ian Steers (Founder CESA, Climate Emergency in the Sunnings and Ascot)
- Andrew Strawson (Chair, Merrow Residents' Association, Guildford)
- Catherine Sutton (Director of Airborne Allergy Action)
- Burpham Community Association, Guildford
- Guildford Living Lab and GCARE members

اخلاء مسؤولية

يعرض محتوى هذا الدليل الإرشادي آراء وخبرات المؤلفين ولا يعكس بالضرورة آراء وكالات التمويل أو الداعمين أو المراجعين. تم استخلاص التوصيات الواردة في هذه الوثيقة من المؤلفات العلمية المنشورة. على الرغم من أهمية الاقتراحات والإجراءات بهذه الوثيقة إلا أنها ليست مرهقة لتنفيذها. حاليًا هناك نقص في الدراسات العلمية والتي يمكن استخلاص أدلة مؤكده منها لبعض مواضيع هذا الدليل الإرشادي وبالتالي يجب التعامل مع التوصيات بهذا الدليل على أنها اعتبارات عامة وأولية بدلاً من اعتبارها إلزامية لظروف محددة. وسوف يؤدى نمو المعرفة والتطور العلمي في المستقبل على تحسين هذا الدليل.

Contact

Professor Prashant Kumar
Founding Director, Global Centre for Clean Air Research (GCARE)
University of Surrey, UK
p.kumar@surrey.ac.uk
T: +44 (0)1483 682762
W: https://www.surrey.ac.uk/people/prashant-kumar

University of Surrey
Guildford, Surrey GU2 7XH

GCARE@surrey.ac.uk
surrey.ac.uk/gcare

لقد بذلنا كل الجهود للتأكد من صحة المعلومات الواردة في هذا المنشور وقت طباعته في مايو 2020 ، لكن لا يمكننا قبول أي مسؤولية عن أي أخطاء في المعلومات المنشورة ، وقد تتغير المعلومات من وقت لآخر دون سابق إنذار. للحصول على أحدث المعلومات وأكثرها حداثة ، يرجى زيارة موقعنا على الويب على surrey.ac.uk/gcare

UNIVERSITY OF SURREY

Engineering and Physical Sciences Research Council

iSCAPE H2020-SC5-04-2015
Grant Agreement No. 689954

Natural Environment Research Council

GCRF
Global Challenges Research Fund

Research England