

# الدروس المناخية المستفادة من التصدي العالمي لجائحة كورونا (كوفيد-19)

الباحثة الدكتورة: هند العبادلة ©

ترجمة: نور نيومان

29 مايو 2022

إن إجراءات الإغلاق الصارمة نتج عنها تغيير وتبديل لكثير من الممارسات اليومية لملايين الأشخاص حول العالم. لقد انخفض معدل تنقل الناس واستخدامهم للمواصلات، الأمر الذي أدى إلى التقليل من عمليات حرق الوقود الأحفوري الناجم عن حركة المرور والملاحة الجوية بأكثر من 50%، كما نجم عن هذه الإجراءات وقف مؤقت لكثير من الصناعات والأنشطة الصناعية المختلفة. هذه التجربة الطبيعية لعمليات الإغلاق وفرت لنا الكثير من الأدلة العلمية لما يمكن أن نعتبره تحسن قصير المدى في مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وملوثات الهواء والتي عادة ما تستخدم كمؤشر على جودة الهواء.

© حقوق الملكية الفكرية محفوظة

## مقدمة

مر أكثر من عام على إعلان العديد من الحكومات في جميع أنحاء العالم حالة الطوارئ، وبدأ عمليات الإغلاق للحد من انتشار فيروس كورونا المعروف باسمه العلمي SARS-CoV-2 (سارس-كوف-2)، والذي أودى بحياة أكثر من 2.3 مليون شخص حول العالم.<sup>1</sup> إن إجراءات وعمليات الإغلاق التي فرضتها هذه الحكومات كانت عبارة عن إجراء احترازي للتقليل من التواصل الاجتماعي بين الأشخاص الذين من المحتمل أن يكونوا ناقلين للعدوى عن غيرهم من الأشخاص غير المصابين، وذلك عن طريق الحد بقدر الإمكان من الممارسات اليومية التجارية والتعليمية والاجتماعية وإبقاء الناس في منازلهم. إن إجراءات الإغلاق الصارمة نتج عنها تغيير وتبديل لكثير من الممارسات اليومية لملايين الأشخاص حول العالم. لقد انخفض معدل تنقل الناس واستخدامهم للمواصلات<sup>2</sup>، الأمر الذي أدى إلى التقليل من عمليات حرق الوقود الأحفوري الناجم عن حركة المرور والملاحة الجوية بأكثر من 50٪، كما نجم عن هذه الإجراءات وقف مؤقت لكثير من الصناعات والأنشطة الصناعية المختلفة. هذه التجربة الطبيعية لعمليات الإغلاق وفرت لنا الكثير من الأدلة العلمية لما يمكن أن نعتبره تحسن قصير المدى في مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وملوثات الهواء والتي عادة ما تستخدم كمؤشر على جودة الهواء.<sup>3</sup> بعبارة أخرى، زودتنا إجراءات الإغلاق بمعلومات غير متوقعة عما يمكن أن يحدث في حال توقفنا فجأة وبشكل جماعي عن حرق الوقود الأحفوري؛ علاوة على ذلك، كان هناك نتيجة إيجابية أخرى من وجهة نظر بيئية وصحية ألا وهي زيادة الوعي لدى عامة الناس بأن إجراءات الإغلاق والبقاء في المنزل مع اتخاذ التدابير الوقائية التي فرضتها تدابير الصحة العامة متمثلة بارتداء الأقنعة والتباعد الاجتماعي تساعد في إنقاذ أرواح الناس والتقليل من حالات العدوى. هناك اعتراف متزايد من قبل الحكومات والشعب بأن الامتثال الفردي للإجراءات، وإن كان صعب التطبيق، ضروري للمصلحة العامة لكل من الأفراد والمجتمعات. تطرح هذه الآثار غير المتوقعة أسئلة مهمة ألا وهي: هل سيستمر إحساس الجمهور المتزايد بالوعي بمستقبلنا الصحي المشترك أم أنه سينتهي بمجرد السيطرة على جائحة فيروس كورونا؟ هل سنعود ببساطة إلى ممارسات الماضي الخطيرة مثل: حرق الوقود الأحفوري، وتلويث الهواء الذي نتنفسه، والسماح للسلوكيات الفردية بالتأثير سلباً على مرافق حياتنا العامة؟ للإجابة على تلك الأسئلة، سيناقد بحثنا هذه الأسئلة باتجاهين:

<sup>1</sup> Covid-19 dashboard by the center for systems science and engineering at Johns Hopkins University (accessed February 7, 2021). <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

<sup>2</sup> Report on the effects of novel coronavirus (COVID-19) on civil aviation: Economic impact analysis; Economic Development – Air Transport Bureau, International Civil Aviation Organization (ICAO) Montréal, Canada, 2021.

<sup>3</sup> Amigo (analysis of emissions using observations). <https://amigo.aeronomie.be/index.php/covid-19-publications/peer-reviewed>

**أولاً:** يقدم هذا البحث ملخص موجز عن تأثير المعرفة العلمية على قرارات الحكومة، وتأثيرها في الماضي على القرارات السياسية الخاصة المرتبطة بالتحديات البيئية العالمية الرئيسية؛ بما في ذلك القرارات السياسية المتعلقة بتلوث الهواء وثقب الأوزون وتغير المناخ.

**ثانياً:** يستعرض هذه البحث كيف شكلت المعرفة العلمية السياسات المناخية السابقة مثل: تشريع الهواء النظيف وبروتوكول مونتريال.

باستخدام هذين الاتجاهين، يُختتم هذا البحث من خلال رسم مسارات مستقبلية لجودة الهواء والمناخ في فترة ما بعد جائحة كورونا والهدف منها الوصول إلى هواء نقي خالي من انبعاثات الكربون الأحفوري بنسبة مئة بالمئة بحلول عام 2050.

### تلوث الهواء هو مسألة صحية عالمية

وفقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO)<sup>4</sup> والتحالف العالمي لمكافحة التلوث الصحي<sup>5</sup>، يتم تسجيل حوالي 8 ملايين حالة وفاة سنوياً بسبب تلوث الهواء. تقدر نسبة عدد حالات الوفيات المرتبطة بتلوث الهواء من مجمل الوفيات العالمية والتي تحدث في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل بـ 92%. إن أكثر من ثلث هذه الوفيات، ناجمة عن السكتة الدماغية وسرطان الرئة وأمراض الجهاز التنفسي المزمنة، كما أن ربع هذه الوفيات تحدث بسبب أمراض القلب كمرض نقص التروية. إن تلوث الهواء مسؤول أيضاً عن وفاة ملايين الحالات من الخدج حول العالم، مما يؤثر سلباً على نسبة متوسط العمر المتوقع. أكثر المجموعات تأثراً هم اليافعين وكبار السن وكذلك المصابون بالربو المزمن وضعف جهاز المناعة. في كندا مثلاً، تشير التقديرات إلى أنه يمكن ربط 14600 حالة وفاة لخدج سنوياً بسبب تلوث الهواء؛ كما أن تلوث الهواء يُكبد القطاع الصحي خسائر مادية تقدر بـ 114 مليار دولار سنوياً.<sup>6</sup> تعترف منظمة الصحة العالمية (WHO) والبنك الدولي ومعظم الدول بتلوث الهواء بصفته "القاتل الخفي". إنها قضية صحة عامة رئيسية تتطلب مراقبة مستمرة وتدابير وقائية لحماية صحة المواطنين. قدرت دراسة حديثة أن 15% من حالات وفيات كوفيد-19 (COVID-19) في جميع أنحاء العالم يمكن أن تُعزى إلى تلوث الهواء.<sup>7</sup> وأظهرت دراسة أمريكية أخرى وجود علاقة بين

<sup>4</sup> Air pollution by the world health organization (accessed february 7, 2021). [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)

<sup>5</sup> The lancet report on pollution and health (accessed february 7, 2021). <https://gahp.net/the-lancet-report-2/>

<sup>6</sup> Health impacts of air pollution in canada: Estimates of morbidity and premature mortality outcomes; Health Canada: Ottawa, ON, 2019; pp [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2019/sc-hc/H144-51-2019-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/sc-hc/H144-51-2019-eng.pdf).

<sup>7</sup> Air pollution as co-factor of covid-19 mortality (2020). <https://www.mpic.de/4768451/air-pollution-as-co-factor-of-covid-19-mortality>

التعرض طويل الأمد لتلوث الهواء وارتفاع نسبة الإصابة بفيروس كوفيد-19<sup>8</sup>. ومع ذلك، بالرغم من الآثار الواضحة التي يسببها تلوث الهواء، تتعثر وتعاني المشاريع التي تهدف إلى فهم مصادر التلوث وإيجاد حلول لها من نقص في التمويل؛ كما أن السياسات القديمة لاسيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل لا توفر حوافز كافية لتطبيق التقنيات الحالية لتحسين جودة الهواء<sup>9</sup>. نحن نعلم أن تلوث الهواء سيزداد سوءاً مع تعاضم التغير المناخي، وسيتفاقم هذا من خلال أنماط حياتنا اليومية الاستهلاكية التي تزيد من انبعاثات الكربون الأحفوري<sup>10</sup>. رغم أن تلوث الهواء مشكلة صحية عالمية لها العديد من المؤشرات والآثار الكارثية، إلا أنها لم تحظ بالاهتمام الذي تستحقه بعد.

### العلاقة بين تلوث الهواء وتغير المناخ

إن تلوث الهواء وتغير المناخ ظاهرتان مختلفتان على الرغم من أن الخلط بين المفهومين شائع بشكل كبير. كلتا الظاهرتان مرتبطتان بمصادر الانبعاثات الحرارية، وبخصائص الغلاف الجوي، وبطريقة عملهم، وبالتركيب الكيميائي وبخيارات تلطيف الهواء<sup>11</sup>. إن السبب الرئيسي لتلوث الهواء هو المواد الكيميائية المنبعثة من حرق الوقود الأحفوري الذي يشمل أكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، والأوزون، والحببيات الدقيقة. أما التغير المناخي الناتج عن صنع الإنسان؛ ويتمثل في التأثير الطويل المدى لاحتراق الوقود الأحفوري. إن احتراق الوقود الأحفوري ينجم عنه إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون وهذا الغاز يبقى لفترة أطول في الغلاف الجوي، مما يزيد من تأثير الاحتباس الحراري، كما أن هذا الغاز يجعل الحياة على الأرض ممكنة عن طريق حبس الحرارة في الغلاف الجوي بدلاً من إطلاقها كإشعاعات في الفضاء. إن الزيادة العالمية في حرق الوقود الأحفوري، زادت أيضاً مستويات غازات الدفيئة الأخرى مثل الميثان<sup>12</sup> وأكسيد النيتروز<sup>13</sup> بشكل مطرد على مستوى العالم، لا سيما في قطاعي الزراعة والنفايات. تؤدي زيادة درجات الحرارة إلى زيادة انبعاثات المواد العضوية المتطايرة من المحيط الحيوي وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة تكوين

<sup>8</sup> Wu, X.; Nethery, R. C.; Sabath, M. B.; Braun, D.; Dominici, F., Air pollution and covid-19 mortality in the united states: Strengths and limitations of an ecological regression analysis. *Sci. Adv.* **2020**, *6* (45), eabd4049 (1-6).

<sup>9</sup> The lancet report on pollution and health (accessed february 7, 2021). <https://gahp.net/the-lancet-report-2/>

<sup>10</sup> Watts, N.; Adger, W. N.; Agnolucci, P.; Blackstock, J.; Byass, P.; Cai, W.; Chaytor, S.; Colbourn, T.; Collins, M.; Cooper, A.; Cox, P. M.; Depledge, J.; Drummond, P.; Ekins, P.; Galaz, V.; Grace, D.; Graham, H.; Grubb, M.; Haines, A.; Hamilton, I.; Hunter, A.; Jiang, X.; Li, M.; Kelman, I.; Liang, L.; Lott, M.; Lowe, R.; Luo, Y.; Mace, G.; Maslin, M.; Nilsson, M.; Oreszczyn, T.; Pye, S.; Quinn, T.; Svendsdotter, M.; Venevsky, S.; Warner, K.; Xu, B.; Yang, J.; Yin, Y.; Yu, C.; Zhang, Q.; Gong, P.; Montgomery, H.; Costello, A., Health and climate change: Policy responses to protect public health. *The Lancet-Elsevier* **2015**, 10.1016/S0140-6736(15)60854-60856.

<sup>11</sup> von Schneidmesser, E.; al., e., Chemistry and the linkages between air quality and climate change. *Chem. Rev.* **2015**, *115* 3856-3897.

<sup>12</sup> Global methane emissions have risen nearly 10 percent over last 20 years (accessed february 7, 2021).

<https://futureearth.org/2020/07/15/global-methane-emissions-have-risen-nearly-10-percent-over-last-20-years/>

<sup>13</sup> Tian, H.; al., e., A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. *Nature* **2020**, *586* 248-256.

الأوزون على مستوى سطح الأرض؛ ومن المعروف أن هذا الأخير يضر بالمحاصيل، وبالتالي يقلل من قدرة الأشجار على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. بالإضافة إلى ذلك، فإن انبعاثات الحبيبات الدقيقة والمواد الكيميائية التي تؤدي إلى تكوين السحب في الغلاف الجوي تغير عمر السحب وخصائصها والتي تؤثر على الدورة المائية (hydrological cycle)، وستؤثر هذه الأخيرة على جودة المياه وكميتها (فيضانات في بعض المناطق وجفاف في مناطق أخرى)، كما أنها ستؤثر على البنية التحتية وأنظمة الصرف الصحي، وانتشار الأمراض مثل مرض اللايم (Lyme disease). تؤدي التغييرات في درجة الحرارة والدورة المائية أيضاً إلى فقدان التنوع البيولوجي والبيئات البرية الطبيعية، مما يؤدي بدوره إلى زيادة اندماج واحتكاك البشر بالحياة البرية، الأمر الذي يزيد من احتمال ظهور أوبئة جديدة.<sup>14</sup> إن الزيادات المتوقعة في شدة وتواتر حرائق الغابات<sup>15</sup> ستؤدي أيضاً إلى تدهور جودة الهواء وزيادة درجة حرارة الغلاف الجوي بسبب إطلاق الحبيبات السوداء الناجمة عن الحرائق التي تحبس الحرارة. ومن المفارقات أن هذه الحبيبات التي تتشكل في الغلاف الجوي من ثاني أكسيد الكبريت يمكن أن تسبب المطر الحمضي؛ كما أن لها دور إضافي كملطف لحرارة الجو، بسبب قدرتها على تشتيت ضوء الشمس مرة أخرى إلى الفضاء اعتماداً على مكان وجودها في الغلاف الجوي. وبشكل عام، إذا كانت هذه الحبيبات موجودة في الهواء الذي نستنشق فبإمكانها أيضاً أن تعمل على نقل الأمراض المحمولة جواً، كما حدث في انتقال فيروس سارس-كوف-2 (SARS-Cov-2).<sup>16</sup>

كل ذلك يرسم صورة رهيبه لحالة كوكبنا، فهل سنسلم جديلاً أن الكرة الأرضية ستبقى تحت وطأة التغييرات المناخية، حيث تؤدي زيادة ملوثات الهواء والغازات المنبعثة من الاحتباس الحراري إلى دفع عالمنا إلى المزيد من الأزمات؟ عوضاً عن ذلك، هل هناك طريقة لاختبار أو تقييم كيفية استجابة الأرض بحال توقف حرق المحروقات بشكل فجائي؟ الإجابة تكمن هنا، حيث توفر عمليات الإغلاق التي فرضها COVID-19 بعض الأفكار غير المتوقعة، ولكنها رائعة.

### **جودة الهواء وانبعاثات الكربون وإجراءات التصدي لكوفيد-19 (COVID-19)**

تم الإبلاغ عن تأثير إجراءات الإغلاق لـ كوفيد-19 (COVID-19) على جودة الهواء من عدة مدن مختلفة حول العالم.<sup>17</sup> لقد قام مجموعة من الباحثين<sup>18</sup> بتحليل بيانات 37 بلداً، مقارنة بمتوسط الفترة 2017-2019، وأبلغوا عن انخفاض مرجح في

<sup>14</sup> Cadham, J. Covid-19 and climate change. <https://www.cigionline.org/articles/covid-19-and-climate-change>

<sup>15</sup> Covington, W. W.; Pyne, S., Fire in our future. *Science* **2020**, 370 (6512), 13.

<sup>16</sup> Prather, K. A.; Wang, C. C.; Schooley, R. T., Reducing transmission of sars-cov-2. *Science* **2020**, 368 (6498), 1422-1424.

<sup>17</sup> Amigo (analysis of emissions using observations). <https://amigo.aeronomie.be/index.php/covid-19-publications/peer-reviewed>

<sup>18</sup> Venter, Z. S.; Anan, K.; Chowdhury, S.; Lelieveld, J., Covid-19 lockdowns cause global air pollution declines. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **2020**, 117 (32), 18984-18990.

مستويات ثاني أكسيد النيتروجين بنسبة 60% والحبيبات الدقيقة بنسبة 31%، مع زيادة هامشية بنسبة 4% في مستويات الأوزون. حددت دراسة أخرى<sup>19</sup> أيضاً كمية الانخفاضات العالمية في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 17% بحلول أوائل أبريل 2020 مقارنة بمتوسط المستويات لعام 2019، حيث عزت أكثر من نصف هذه الانخفاضات إلى التغييرات التي طرأت على النقل البري. فعلى سبيل المثال: في كندا، تم الإبلاغ مؤخراً في غالبية المدن في جنوب أونتاريو عن انخفاضات كبيرة في مستويات ثاني أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون بنحو 20% مقارنة بمستويات الأعوام 2017-2019.<sup>20</sup> إلا أن مستويات الأوزون والحبيبات الدقيقة لم تشهد انخفاضاً كبيراً خلال الفترة نفسها في غالبية المواقع في جنوب أونتاريو. إضافة إلى ذلك، أبلغ مجموعة من العلماء<sup>21</sup> عن تأثير حراري أدهى نسبياً في ربيع عام 2020 بسبب انخفاض الحبيبات والمواد الكيميائية التي تتسبب بتأثير البرد (حبيبات الكبريتات). كانت الانخفاضات المذكورة أعلاه مؤقتة، وعادت المستويات للارتفاع مع الانفتاح التدريجي للاقتصادات في جميع أنحاء العالم، حيث وصلت كمية ثاني أكسيد الكربون إلى مستويات قياسية في عام 2020 (417 جزءاً في المليون في مايو) مما يجعل عام 2020 العام الأكثر حرارة على الإطلاق كما كان عام 2016.<sup>22</sup> هذه النتيجة لم تكن مفاجئة للعلماء لسببين:

أولاً: كان العلماء على دراية بأن عمر ثاني أكسيد الكربون الناجم عن حرق الوقود الأحفوري يبقى في الغلاف الجوي لبضعة قرون، وبالتالي، فإن انخفاض الانبعاثات لبضعة أشهر لن توقف تغير المناخ.<sup>23</sup>

ثانياً: كانت ذرات الهباء الجوي المشتت للضوء والمبرد للهواء تخفي التأثير الحقيقي لغازات الدفيئة والحبيبات السوداء التي تمتص الحرارة.<sup>24</sup> لقد أدى ارتفاع درجات الحرارة في عام 2020 إلى تأثيرات مخيفة كذوبان الثلوج في وقت مبكر، وموسم حرائق أطول، ونباتات أكثر جفافاً، خاصة بحلول شهري آب (أغسطس) وأيلول (سبتمبر). في عام 2020، أصبحت حرائق كاليفورنيا وغرب الولايات المتحدة الأسوأ على الإطلاق في تاريخ الولاية، حيث التهمت النار ملايين الفدان، وتوفي عشرات من

<sup>19</sup> Le Quere, C., Temporary reduction in daily global co2 emissions during the covid-19 forced confinement. *Nature Climate Change* **2020**, *10* 647-653.

<sup>20</sup> Al-Abadleh, H. A.; Lysy, M.; Neil, L.; Patel, P.; Mohammed, W.; Khalaf, Y., Rigorous quantification of statistical significance of the covid-19 lockdown effect on air quality: The case from ground-based measurements in ontario, canada. *J. Haz. Mater.* **2021**, In press, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125445>.

<sup>21</sup> Gettelman, A.; et.al., Climate impacts of covid-19 induced emission changes. . *Geophys. Res. Lett.* **2021**, *48* e2020GL091805 (1-10).

<sup>22</sup> 2020 tied for warmest year on record, nasa analysis shows (accessed february 7, 2021). <https://www.nasa.gov/press-release/2020-tied-for-warmest-year-on-record-nasa-analysis-shows>

<sup>23</sup> Inman, M., Carbon is forever. *Nature Climate Change* **2008**, *1* 156-158.

<sup>24</sup> Effects, A. a. I. S. D. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Aerosols/page3.php>

الأشخاص.<sup>25</sup> ربطت الكثير من التقارير الإعلامية هذه الحرائق بتغير المناخ من خلال دراسة البحوث التي أجريت على مدى السنوات الـ 15 الماضية والتي أظهرت زيادة الظروف التي تساعد في إشعال حرائق الغابات وانتشارها.<sup>26</sup>

إنَّ التحليل السابق يبين صورة كمّية لتجربة قصيرة المدى على كافة الناس في سياق تحسين جودة الهواء أثناء إجراءات الإغلاق المرتبطة بفيروس COVID-19، كما أنه يساعدنا على التفكير فيما يتطلبه الأمر للحد من تغير المناخ. والجدير بالذكر أنّ هذه التجربة لم تكن لتحدث في العالم دون إعادة النظر في الأنماط والممارسات السلوكية التقليدية والمتعارف عليها التي وأدتها عمليات الإغلاق. لقد شهد عامة الناس بشكل مباشر على جودة الهواء الذي نتنشق من خلال الانخفاض المفاجئ للأنشطة البشرية المكثفة للكربون، وكيف ترتبط الزيادة المفرطة للكربون الأحفوري من احتمالية الإصابة بمرض مميت. هذا الوضع الراهن يوفر لنا فرصة فريدة لتقديم سياسات للتخفيف من انبعاثات الكربون الأحفوري في المستقبل. وبعبارة أخرى، أظهرت عمليات الإغلاق الخاصة بفيروس كورونا COVID-19 أن مجتمعاتنا قادرة على تحقيق نتائج إيجابية وملموسة بما يتعلق بتحسين جودة المناخ، عن طريق وقف استهلاك واحترق الوقود الأحفوري. هذه المهمة أكثر إلحاحاً اليوم من أي وقت مضى، لا سيما في أعقاب تقرير فجوة الانبعاثات لعام 2019 الصادر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة.<sup>27</sup> يوضح هذا التقرير، أنّ العالم بحلول نهاية هذا القرن يتجه نحو ارتفاع بدرجات الحرارة تقدر بحوالي 2.8 - 3.2 درجة مئوية إذا استمرت الحكومات بتطبيق ممارساتها وسياساتها الحالية بما يتعلق بتغير المناخ. علماً بأنه من الناحية التقنية، لا يزال من الممكن إبقاء ارتفاع درجات الحرارة العالمي تحت مستويات أقل من درجتين مئويتين. ستحتاج الحكومات الآن إلى تقديم التزامات أكثر جرأةً للتقليل قدر الإمكان من انبعاث غازات الاحتباس الحراري للحصول على فرصة 66% لاستمرارية الحياة ضمن هذا الإجراء.

### **سبيلنا نحو "صفر كربون" بحلول عام 2050: الدروس المستفادة من وقائع الاستجابة لثقب الأوزون**

تحت البلدان في جميع أنحاء العالم باستمرار على التكاثر وإظهار نماذج قيادية يحتذى بها بشأن قضية تغير المناخ، كما فعلوا عندما وقعوا على بروتوكول مونتريال في عام 1987 وتعديلاته اللاحقة لإغلاق ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية (Antarctica).<sup>28</sup> تم التوقيع على هذا البروتوكول بعد 20 عاماً من الاكتشاف المخبري للكيفية الكيميائية التي يمكن بها لمركبات

<sup>25</sup> California's wildfire hell: How 2020 became the state's worst ever fire season (accessed february 7, 2021).

<https://www.theguardian.com/us-news/2020/dec/30/california-wildfires-north-complex-record>

<sup>26</sup> What's behind the 'unprecedented' wildfires ravaging california (accessed february 7, 2021).

<https://www.cbc.ca/news/technology/california-wildfires-climate-change-1.5659909>

<sup>27</sup> United nations environment program, emissions gap report (accessed February 7, 2021).

<https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2019>

<sup>28</sup> Solomon, S.; al., e., Unfinished business after five decades of ozone-layer science and policy. *Nature Comm.* **2020**, *11* (4272), 1-4.

الكلوروفلوروكربون (CFCs) من تدمير الأوزون الموجود في طبقات الجو العليا (stratospheric ozone). دعا بروتوكول مونتريال إلى التخلص التدريجي العالمي من إنتاج واستهلاك المواد المستنفدة للأوزون، بما في ذلك مركبات الكلوروفلوروكربون، بحلول عام 2010. لقد أنقذ التخلص التدريجي من هذه المواد ملايين الأرواح، وساعد على توفير النفقات المتعلقة بالصحة من الأمراض الناجمة عن الأشعة فوق البنفسجية الضارة (UV)؛ كما أن الضغوط الناجمة عن الاتفاقات السياسية والنشطاء البيئيين أجبرت الصناعات على الابتكار لإيجاد بدائل عملية ومربحة لمركبات الكلوروفلوروكربون. في عام 2014، تم الإبلاغ عن أول علامات لتعافي طبقة الأوزون.<sup>29</sup> إن الجانب الإيجابي من هذه القصة هو أن الإجراءات السياسية المتخذة لسد ثقب الأوزون خفضت من تسارع آثار تغير المناخ، ويرجع ذلك إلى أن مركبات الكلوروفلوروكربون هي غازات دفيئة أطول عمراً وأكثر فعالية من ثاني أكسيد الكربون. إن التخلص التدريجي من مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) في عام 2010 يشبه إزالة حوالي ملياري سيارة من الشوارع سنوياً. ونعلم الآن أيضاً أن مركبات الكربون الهيدروفلورية (HFCs) - وهي بدائل لمركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) - هي أيضاً غازات دفيئة قوية، ونتيجة لذلك، فإن التعديل الأخير لبروتوكول مونتريال، وهو اتفاق كيغالي الموقع في عام 2016، يمكن أن يسهم في تجنب نصف درجة مئوية من الاحتراس الحراري العالمي من خلال الحد من إنتاج واستهلاك مركبات الكربون الهيدروفلورية (HFCs) على مدى السنوات الـ 30 المقبلة. يدعو العلماء الآن إلى تعديل كيغالي-بلاس لتسريع التخلص التدريجي من مركبات الكربون الهيدروفلورية (HFCs) لتجنب تجاوز 2 درجة مئوية من الاحتراس الحراري.<sup>30</sup>

يمكننا أن نجادل بأنه من الأسهل من وجهة نظر سياسية التعامل مع مشكلة ثقب الأوزون من تغير المناخ. فمن ناحية وكما لاحظ مجموعة من الباحثين<sup>31</sup> يمكن أن تعزى أسباب نجاح بروتوكول مونتريال إلى ثلاث سمات رئيسية:

أولاً: وجود عدد محدود من مصادر المواد المستنفدة للأوزون يمكن التحكم فيها والتحكم بالقطاع الصناعي الضيق الذي يستخدمها.

ثانياً: المساعدة المالية المقدمة من منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) التي ربما شجعت جميع البلدان على المشاركة.

<sup>29</sup> International action against ozone depleting substances yields significant gains (2014).

<https://www.nasa.gov/content/goddard/international-action-against-ozone-depleting-substances-yields-significant-gains>

<sup>30</sup> Velders, G. J. M.; Anderson, S. O.; Daniel, J. S.; Fahey, D. W.; McFarland, M., The importance of the montreal protocol in protecting climate. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **2007**, *104* (12), 4814-4819.

<sup>31</sup> Solomon, S.; al., e., Unfinished business after five decades of ozone-layer science and policy. *Nature Comm.* **2020**, *11* (4272), 1-4.



ثالثاً: مرونة الأطراف المشاركة للبروتوكول وانفتاحها على التكيف مع المناخات السياسية المتغيرة والمعارف الجديدة التي توفرها اللجنة التقنية التابعة للبروتوكول.

من ناحية أخرى، يقال إن حضارتنا الصناعية وجميع قطاعات الاقتصاد العالمي تعمل بطاقة الوقود الأحفوري، وبالتالي انطلاقاً من منطلق تعاوني سياسي فإن المشكلة أكثر تعقيداً من مجرد إيجاد بديل للمواد الكيميائية الضارة؛ هذا الجدل الأخير كان السبب في إخراج الأمور عن مسارها لإحراز أي تقدم يذكر في سياسات التغير المناخي، خاصة عندما كان التقدم التكنولوجي في توليد الطاقة النظيفة<sup>32</sup> وإزالة الكربون من الغلاف الجوي<sup>33</sup> موجوداً. على الرغم من التحديات القوية التي تواجه قطاع التكنولوجيا النظيفة والطاقة الخضراء لتحل محل الوقود الأحفوري، إلا أنه يوجد خطوات ملموسة ومؤثرة يمكن اتخاذها اليوم لتحقيق إجراءات مناخية حقيقية.

### **سبيلنا نحو "صفر كربون" بحلول عام 2050 في عالم ما بعد كوفيد-19 (COVID-19)**

من وجهة نظرنا، كان من المبهج أن نرى القادة السياسيين في الدول المتقدمة يهدفون إلى تعزيز اقتصاداتهم للتغلب على أزمة كوفيد-19 باستثمارات بقيمة مليارات الدولارات في التكنولوجيا الخضراء والنظيفة. إن فصل النمو الاقتصادي عن الوقود الأحفوري لن يكون مباشراً أو خالياً من المصاعب، فهو يبدأ بالتخلص التدريجي من الوقود الأحفوري القذر مثل الفحم، وترسيخ القيمة الحقيقية لخدمة الطبيعة بشكل مثالي، والاعتراف بأن التعافي من الوباء يعتمد على بيئة صحية ونظيفة، وليس مرتبطاً فقط بالتعافي الاقتصادي.<sup>34</sup> ويدعو هذا الجهد أيضاً إلى إبرام معاهدة جديدة<sup>35</sup> بشأن حظر الوقود الأحفوري والتي تستمد أوجه تشابهها من نجاح بروتوكول مونتريال ومعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، وتعالج القيود المفروضة على اتفاق باريس لعام 2015. حدد مقال حديث صادر عن منظمة الدفاع عن البيئة ثلاث استراتيجيات يمكن أن تتبناها وول ستريت (Wall Street) لتحويل هذا الطموح إلى خطط قابلة للتنفيذ في إطار ثلاث سمات رئيسية:

أولاً: دمج ظاهرة المناخ في الأعمال الأساسية لكل القطاعات.

ثانياً: موامة التصويت في الانتخابات مع الأهداف المناخية للمرشحين.

<sup>32</sup> Rand, T., *Kick the fossil fuel habit: 10 clean technologies to save our world*. Eco Ten Publishing: Toronto, Canada, 2010.

<sup>33</sup> Bourzac, K., We have the technology. *Nature* **2017**, 550 S66-S69.

<sup>34</sup> Editorial, Embed nature in strategies to reboot economies. *Nature* **2020**, 581 119.

<sup>35</sup> The fossil fuel non-proliferation treaty. <https://fossilfuel treaty.org>

ثالثاً: دعم اللوائح والسياسات اللازمة لإزالة الكربون الأحفوري.<sup>36</sup>

تحقيقاً لهذه الغاية، وضعت عدة بلدان، بما فيها كندا، أهدافاً لتحقيق صافي "كربون صفر" من الانبعاثات بحلول عام 2050.<sup>37/38</sup> فعلى الصعيد الكندي، هناك عدد من الجوانب السياسية التي يجب مراعاتها في عالم ما بعد COVID-19. فكما هو موضح من قبل مجموعة من الدارسين<sup>39</sup> كانت أونتاريو والتي تعتبر المقاطعة الأكثر اكتظاظاً بالسكان في كندا، أول من تخلص تدريجياً من الكهرباء التي تعمل بطاقة الفحم في أمريكا الشمالية في عام 2014 وذلك لدرأ المخاطر الصحية والبيئية الناجمة عن احتراق الفحم.<sup>40</sup> في ديسمبر 2020، أعلنت الحكومة الكندية الحالية أن خطة المناخ الكندية ستشمل رفع ضريبة الكربون الفيدرالية إلى 170 دولار للطن بحلول عام 2030، واستثمار أكثر من 10 مليارات دولار في التكنولوجيا النظيفة.<sup>41</sup> قبل الإعلان عن هذه الخطة، أعلنت أكثر من 490 بلدية كندية حالة الطوارئ المناخية استجابة لتقرير الأمم المتحدة (UN) بشأن سد فجوات الانبعاثات،<sup>42</sup> كما نشر في أواخر عام 2020 تقرير علوم المناخ لعام<sup>43</sup> 2050 باعتباره توليفة وطنية لفهم الفجوات العلمية والمعرفية الكندية في مجال تغير المناخ وكيفية الاستجابة لها. تم نشر هذا التقرير في الوقت المناسب لأنه يشمل العلوم الطبيعية والاجتماعية والصحية، كما إنه يعترف بالحاجة إلى دمج ومشاركة علوم وثقافة السكان الأصليين مع غيرها من العلوم والمعارف. حتى الآن أبلغ هذا التقرير عن إنشاء صندوق العمل والتوعية المناخية (CAAF)<sup>44</sup> والذي "سيستثمر 206 ملايين دولار على مدى خمس سنوات لدعم المشاريع الكندية الصنع التي تساعد على تقليل انبعاث غازات الاحتباس الحراري في كندا".

<sup>36</sup> How wall street can win on climate in 2021 (accessed february 7, 2021).

<https://www.forbes.com/sites/edfenergyexchange/2021/01/11/how-wall-street-can-win-on-climate-in-2021/?sh=152b1d527788>

<sup>37</sup> Climate action tracker global update: Paris agreement turning point (accessed february 7, 2021).

<https://newclimate.org/2020/12/01/cat-global-update-paris-agreement-turning-point/>

<sup>38</sup> World energy outlook-achieving net-zero emissions by 2050 (accessed february 7, 2021).

<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020/achieving-net-zero-emissions-by-2050>

<sup>39</sup> Fitz-Gerald, A., In the aftermath of covid-19: Policy implications for canada. *Balsillie Papers 2020*, 1 (3), 1-11. And Cadham, J. Covid-19 and climate change. <https://www.cigionline.org/articles/covid-19-and-climate-change>

<sup>40</sup> The end of coal. <https://www.ontario.ca/page/end-coal>

<sup>41</sup> Canada's climate plan (accessed february 7, 2021).

<https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan.html>

<sup>42</sup> A tale of two emergencies by the canadian urban institute (accessed february 7, 2021). <https://canurb.org/citytalk-news/a-tale-of-two-emergencies/>

<sup>43</sup> Canada's climate science 2050 report (accessed february 7, 2021).

<https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-science-2050.html>

<sup>44</sup> Canada's climate action and awareness fund (caaf) (accessed february 7, 2021).

<https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/funding-programs/climate-action-awareness-fund.html>

بناءً على ذلك، ما هي الدروس التي تعلمناها من عمليات الإغلاق الناجمة عن كوفيد-19 حول مكافحة تغير المناخ؟

لكي توتي الجهود والسياسات "الخضراء" ثمارها المرجوة بمرور الوقت، فإنها تشير إلى أنه يجب أن يكون هناك:

أولاً: اقتناع واسع النطاق وطويل الأجل بأن العمل بشأن المناخ هو قضية غير حزبية تستحق الاستمرارية وثبات التمويل بغض النظر عن الحكومة الحالية.

ثانياً: استفادة من مهارات العمال القابلة للتحويل والذين تم تسريحهم من قطاعي النفط والغاز لخلق وظائف صديقة للبيئة.

ثالثاً: استثمارات طويلة الأجل في رصد انبعاث غازات الاحتباس الحراري، ومؤشرات نوعية الهواء، والإبلاغ الحقيقي عنها على مستوى المدينة، ويكون ذلك بمشاركة كاملة مع المواطنين لتحديد أثر سلوكياتهم على الكربون الأحفوري وتلوث الهواء.

تتطلب هذه المبادرات تعاون من كل أطراف المجتمع متمثلة بتعاون الخبراء من مختلف المجالات، وتعاون الحكومة بمختلف قطاعاتها، وتعاون المجتمعات النشطة بمشاريع علوم المواطن (تثقيف المواطن مناخياً) والتي تهدف إلى تحقيق مبادرات مناخية حقيقية وتحسين جودة الهواء. بالتالي، سيشعر المواطنون بالفوائد القصيرة الأجل لهذه المبادرات عن طريق تحسُّن جودة الهواء والذي بدوره يؤدي إلى توفير التكاليف الصحية الناجمة عن تلوث الهواء. كما أن الفائدة الطويلة الأمد تتمثل في تحقيق الاستقرار في النظام المناخي للأجيال القادمة والتي بدورها ستقدر على الصمود إن وفرنا لها ذلك، وسترتب أرضاً مختلفة بيئياً عن الأرض التي نعيش عليها في وقتنا الحاضر.

## الخاتمة (الاستنتاجات):

لم يكن عام 2020 كأى عام سبق حيث لم يسلم أي إنسان بمختلف فئاته العمرية، أو ثقافته أو ديانته أو وضعه الاجتماعي أو الاقتصادي من المأزق الذي لحق بالأنظمة الاجتماعية والاقتصادية والسياسية نتيجة لجائحة كوفيد-19.

كشفت هذه الصدمة عن تصدع في الأنظمة المذكورة أعلاه واتحدت البشرية جمعاء لإعادة التفكير فيما هو "ضروري" في أنماط وممارسات الحياة اليومية، والتفكير بنوع العالم الاستهلاكي الذي أوجدته هذه الحكومات والقائم بالمقام الأول على استهلاك الوقود الأحفوري. جاء الوباء في وقت كان فيه رفع حالة التأهب لحالات الطوارئ المناخية في جميع أنحاء العالم مُلحاً، كما إنه احتل مكانة مركزية في نظر وتفاعل الجمهور. فكما لاحظنا، بسبب عمليات الإغلاق الواسعة النطاق التي تهدف إلى الحد من انتشار COVID-19، كان هناك اهتمام غير مسبوق بتتبع تأثير عمليات الإغلاق هذه على مستويات الملوثات المنبعثة من قطاعي الصناعة والنقل. وقد لوحظ انخفاض مؤقت في مستويات الملوثات هذه حول العالم، مما أدى إلى تحسن في نوعية الهواء بشكل كبير، لا سيما في المدن الحضرية الملوثة بشدة. ومن ناحية أخرى لوحظ انخفاض مؤقت في مستويات ثاني أكسيد الكربون، وقد أدى الانخفاض في حبيبات الكبريتات المبعثرة للضوء إلى تأثير صغير على صافي الحرارة العامة، مما يبرز تعقيد كيفية استجابة النظام الجوي لخفض مستويات الملوثات على المدى القصير.

وختاماً: بخروج العالم من جائحة كورونا، فإن البشرية لديها فرصة غير مسبوقة لخلق "وضع طبيعي" جديد يدمج انخفاض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG) في أنماط حياتنا اليومية لتكون صحية أكثر. كما ينبغي علينا أن نتعلم هذا الدرس من قصص النجاح التاريخية التي عالجت تلوث الهواء وثقب الأوزون في القطب الجنوبي (Antarctica) من خلال تطبيق قوانين الهواء النظيف وبروتوكول مونتريال وتعديلاته. وأخيراً، ينبغي على السياسات الحكومية الجديدة أن تمكن المجتمعات المحلية من "التفكير بشكل عالمي والعمل بشكل محلي"، وأن تقوم الشركات بدمج الطبيعة في نماذجها الاقتصادية، وأن تسرع في استخدام تكنولوجيا توليد الطاقة النظيفة وإزالة الكربون.

**نبذة عن الباحثة الدكتورة هند العبادلة:**

- أستاذة دكتورة في قسم الكيمياء والكيمياء الحيوية بجامعة وفريد لورييه (Wilfrid Laurier University).
- زميل في مدرسة بالسيلي (Balsillie School) للشؤون الدولية.
- حاصلة على جائزة فولبرايت كندا للأبحاث (Fulbright Canada Research) لعام 2019 في كيمياء الغلاف الجوي وجودة الهواء وتغير المناخ في جامعة كاليفورنيا، إيرفين (University of California Irvine).
- رئيسة قسم البيئة في المعهد الكيميائي الكندي.
- تتركز اهتماماتها البحثية في مجالات كيمياء الغلاف الجوي، والكيمياء الجيولوجية، والمعالجة البيئية، والتأثيرات البيئية للمواد النانوية.

**نبذة عن المترجمة نور نيومان:**

- طالبة دراسات عليا في جامعة جويلف (Guelph University) قسم التاريخ.
- مساعد مدرس في قسم دراسات في الثقافة الإسلامية والعربية في جامعة رينيسون كوليغ (Renison University College).
- مدرس خاص لتعليم العربية للناطقين بغيرها.
- حاصلة على بكالوريوس في علم الآثار من جامعة دمشق.
- عملت كمنقحة ومحققة ومدققة لدار نشر للمخطوطات العربية والإسلامية في دمشق.