البيانات الوصفية لمؤشر أهداف التنمية المستدامة

(Harmonized metadata template - format version 1.0)

0. معلومات المؤشر

a.0 الهدف

الهدف ٣: ضمان تمتع الجميع بأنماط عيش صحية وبالرفاهية في جميع الأعمار.

b.0 الغاية

الغاية ٣-٩: الحد بقدر كبير من عدد الوفيات والأمراض الناجمة عن التعرض للمواد الكيميائية الخطرة، وتلوث الهواء والماء والترربة، ٢٠٣٠ بحلول عام

c.0 المؤشر

المؤشر ٣-٩-١: معدل الوفيات الناجمة عن تلوث الهواء في الأسر المعيشية والهواء المحيط

d.0 السلسلة

SH_AAP_ASMORT - معدل الوفيات حسب العمر المنسوب إلى تلوث الهواء المحيط [٣.٩.١]

SH_HAP_ASMORT - معدل الوفيات حسب العمر المنسوب إلى تلوث الهواء في الأسر المعيشية [٣.٩.١]

SH_STA_ASAIRP - معدل الوفيات حسب العمر المنسوب إلى تلوث الهواء في الأسر المعيشية والهواء المحيط [٣.٩.١]

e.0 تحديث البيانات الوصفية

15 كانون الأول/ديسمبر 2023

f.0 المؤشرات ذات الصلة

المؤشر ١١-٦-٢: المتوسط السنوي لمستويات الجسيمات (على سبيل المثال الجسيمات من الفئة 2.5 والجسيمات من الفئة 10) في المدن (المرجح حسب السكان)

المؤشر ٧-١-٢: نسبة السكان الذي يعتمدون أساساً على الوقود والتكنولوجيا النظيفين

0 g. المنظمات الدولية المسؤولة عن الرصد العالمي

منظمة الصحة العالمية (WHO)

1. الإبلاغ عن البيانات

a.1 المنظمة

منظمة الصحة العالمية (WHO)

2. التعريف والمفاهيم والتصنيفات

a.2 التعريف والمفاهيم

التعريف:

يُشار إلى نسبة الوفيات الناجمة عن الآثار المشتركة للتلوث داخل الأسر المعيشية وتلوث الهواء المحيط كالاتي: نسبة الوفيات الإجمالية أو نسبة الوفيات المعيارية للعمر. ويتم احتساب النسب الإجمالية عبر قسمة عدد الوفيات الإجمالي على مجموع السكان (أو يُشار إليها إذا استُعملت فئة سكانية مختلفة كالأطفال ما دون الخامسة)، في حين أن النسب المعيارية للعمر تتكيف مع الاختلافات في التوزيع العمري للسكان من خلال تطبيق نسب الوفيات الخاصة بالعمر لكل مجموعة سكانية على عدد السكان الأساسي.

- وأظهرت الدراسات الوبائية بأنّ التعرّض لتلوث الهواء، من بين أمور أخرى، متعلّقة بالأسباب الأساسية المهمة للوفاة التي يشملها هذا التقدير: التهاب الجهاز التنفسي السفلي الحاد (في جميع الفئات العمرية؛ لتصنيف الدولي للأمراض-10: J09-J22، P23، U04)؛
- الأمراض القلبية الوعائية (السكتة الدماغية) عند البالغين (فوق 25 سنة؛ التصنيف الدولي للأمراض-10: I60-I69)؛
- أمراض نقص تروية القلب (IHD) عند البالغين (فوق 25 سنة؛ التصنيف الدولي للأمراض-10: I20-I25)؛
- مرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD) عند البالغين (فوق 25 سنة؛ التصنيف الدولي للأمراض-10: J40-J44)؛ و
- سرطان الرئة عند البالغين (فوق 25 سنة؛ التصنيف الدولي للأمراض-10: C33-C34).

المفاهيم:

تمّ تقييم الوفيات الناجمة عن التعرّض لتلوث الهواء المحيط (الهواء الطلق، الخارجي) وتلوث الهواء داخل الأسر المعيشية (تلوث الهواء الداخلي، أو داخل المنزل) نتيجة استخدام الوقود الملوث الخاص بالطهي و/أو التدفئة. وينتج تلوث الهواء المحيط عن الانبعاثات الناجمة عن المصانع والأماكن المغلقة والسيارات والشاحنات وهي مزيج من ملوثات الهواء، يُضر العديد منها بالصحة. وتُعتبر الجسيمات الصغيرة والدقيقة من الملوثات الأكثر تأثيراً على صحة الإنسان. ويضمّ الوقود الملوث الخشب والفحم وروث الحيوانات وفحم الحطب ونفايات المحاصيل.

2.b. وحدة القياس

الوفيات لكل ١٠٠,٠٠٠ من السكان

2.c. التصنيفات

لا ينطبق

3. نوع مصدر البيانات وطريقة جمع البيانات

3.a. مصادر البيانات

أ. التعرّض:

- تلوث الهواء داخل الأماكن المغلقة: تمّ اعتماد المؤشر ٧-١-٢ كمؤشر التعرّض.
- تلوث الهواء المحيط: وقد استُخدم متوسط التركيز السنوي للجسيمات التي يقلّ قطرها عن 2.5 um كمؤشر التعرّض لتلوث الهواء المحيط. وتتمّ نمذجة البيانات وفق الطرق المذكورة في المؤشر ١١-٦-٢.

ب. نسبة التعرّض والاستجابة:

استُخدمت النسب المتكاملة بين التعرّض والاستجابة (IER) التي تمّ تطويرها والخاصة بمشروع العبء العالمي للمرض في عامي 2010 و2013 (Burnett et al, 2014 and Forouzanfar et al, 2015). تمّ تحديث استجابات التعرّض المتكاملة هذه باستخدام أحدث الأدلة الوبائية التي تمّ تحديدها من خلال البحث المنهجي للدراسات حول المواد الجسيمية والوفيات للنتائج الخمس ذات الأهمية.

وتلتقط وظيفة التعرّض والاستجابة حجم مخاطر الوفاة بسبب التعرّض لتلوث الهواء من خلال دمج الأدلة الوبائية من أربعة مصادر للجسيمات الدقيقة: تلوث الهواء المحيط، وتلوث الهواء داخل الأماكن المغلقة، والتدخين النشط، والتدخين غير المباشر؛ واستبعاد التأثيرات المحتملة لعوامل الخطر الأخرى على النتائج التي في موضع الاهتمام. ونتيجة لذلك، من الممكن تقييم العبء المنسوب إلى تلوث الهواء داخل الأماكن المغلقة والهواء المحيط باستخدام نفس IERS.

لقد تمّ مؤخرًا تضمين IER وهو متاح للتنزيل في أداة برنامج AirQ+ لتقييم المخاطر الصحية لتلوث الهواء، الإصدار 2.2 (تم إصداره في 14 مارس 2023).

ج. الخلفية الصحية للأعباء: تمّ تحديد العدد الكلي للوفيات حسب البلد، المرض، الجنس والفئة العمرية من خلال تقديرات الصحة العالمية (GHE) الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (WHO 2019b).

3.b. طريقة جمع البيانات

أ. التعرض

- تلوث الهواء داخل الأماكن المغلقة: كما ورد في المؤشر 7.1.2
- تلوث الهواء المحيط: كما ورد في المؤشر 11.6.2.

ب. وظيفة الاستجابة للتعرض:

تم تصميم النموذج من قبل وحدة جودة الهواء والصحة التابعة لمنظمة الصحة العالمية مع مدخلات من الدراسات الوبائية حول الجسيمات والوفيات، والتي تم جمعها من خلال بحث منهجي.

ج. الخلفية الصحية للعبء: تم جمعه من التقديرات الصحية العالمية لمنظمة الصحة العالمية (GHE)

3.c. الجدول الزمني لجمع البيانات

لا ينطبق

3.d. الجدول الزمني لنشر البيانات

لا ينطبق

3.e. الجهات المزودة للبيانات

التقديرات الصحية العالمية لمنظمة الصحة العالمية

مشروع العبء العالمي للمرض

منظمة الصحة العالمية باعتبارها وكالة راعية لمؤشر أهداف التنمية المستدامة 11.6.2

منظمة الصحة العالمية باعتبارها وكالة راعية لمؤشر أهداف التنمية المستدامة 7.1.2

3.f. الجهات المجمعّة للبيانات

منظمة الصحة العالمية (WHO)

3.g. التفويض المؤسسي

لا ينطبق

4. اعتبارات منهجية أخرى

4.a. الأساس المنطقي

تم تقييم الوفيات الناجمة عن التعرض لتلوث الهواء المحيط (الخارجي) والتلوث داخل الأسر المعيشية (الداخلي) نتيجة استخدام الوقود الملوث الخاص بالطهي، كجزء من مشروع أكثر شمولية يتعلّق بتقييم عوامل الخطر الرئيسية للصحة. وينتج تلوث الهواء المحيط عن الانبعاثات الناجمة عن المصانع والأماكن المغلقة والسيارات والشاحنات وهي مزيج من ملوثات الهواء، يُضر العديد منها بالصحة. وتُعتبر الجسيمات الصغيرة والدقيقة من الملوثات الأكثر تأثيراً على صحة الإنسان. ويضمّ الوقود الملوث الخشب والفحم وروث الحيوانات وفحم الحطب ونفايات المحاصيل والكبروسين. ويُشكل تلوث الهواء الخطر البيئي الأكبر على الصحة. ويتحمّل سكان البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل أكثرية العبء.

4.b. التعليقات والقيود

يجوز تقريب الآثار الموحدة (المشتركة) لعوامل الخطر (أي تلوث الهواء المحيط وداخل الأماكن المغلقة) إذا افترضنا وجود الاستقلال والارتباط البسيط بين عوامل الخطر والآخر على الأمراض نفسها. بيد أن تقدير الآثار المشتركة المتعلقة بتلوث الهواء يخضع لبعض القيود وهي: المعرفة المحدودة حول توزيع السكان المعرضين لتلوث الهواء الطلق والداخلي، وارتباط حالات التعرض (المخاطر) على المستوى الفردي نظراً إلى أن تلوث الهواء داخل الأسر المعيشية يؤدي إلى تلوث الهواء الخارجي، بالإضافة إلى التفاعلات غير الخطية (Lim et al, 2014; Smith et al, 2012). بيد أن تلوث الهواء داخل الأماكن المغلقة يبقى بالدرجة الأولى في العديد من المناطق مسألة ريفية في حين يُشكل تلوث الهواء الخارجي مشكلة حضرية في الأغلبية. وتجدر الإشارة إلى أن العديد من القارات لا تتأثر نسبياً بالتلوث الداخلي بل تولي أهمية كبيرة لتلوث الهواء المحيط. وإذا ما افترضنا وجود الاستقلال والارتباط البسيط، يمكن احتساب التقدير التقريبي للأثر الكلي، وهو أقل من مجموع أثر عاملي الخطر.

من ناحية أخرى، نظراً لأن وظيفة IER تدمج الأدلة الوبائية من أربعة مصادر للجسيمات (أي تلوث الهواء المحيط، وتلوث الهواء داخل الأماكن المغلقة، والتدخين النشط، والتدخين السلبي)، يتم افتراض بعض الافتراضات. وعلى وجه التحديد، فإن الخطر النسبي عند أي تركيز يكون مستقلاً عن مصدر PM2.5، ويعتمد فقط على حجم التعرض الإجمالي من جميع المصادر معاً (Burnett et al, 2020).

4.c. طريقة الاحتساب

يتم احتساب الوفيات الناجمة من خلال جمع المعلومات أولاً حول ارتفاع خطر (أو الخطر النسبي) المرض الناجم عن التعرض، ومعلومات تتعلق بمدى تعرض السكان (متوسط التركيز السنوي للجسيمات التي يتعرض لها السكان، النسبة السكانية التي تعتمد أساساً على الوقود الملوث الخاص بالطهي).

مما يسمح باحتساب الجزء المنسوب للسكان (PAF)، وهو جزء المرض الذي يمكن نسبه إلى التعرض في مجتمع معين (كمتوسط التركيز السنوي للجسيمات والتعرض للوقود الملوث الخاص بالطهي).

إن تطبيق هذه النسبة على العبء الكلي للمرض (ويذكر مرض القلب والرئة مثلاً كوفيات)، يؤمن العدد الكلي للوفيات الذي ينتج من التعرض لعامل الخطر هذا (ويرمز في المثل المذكور آنفاً إلى تلوث الهواء المحيط والأماكن المغلقة).

ويتم احتساب النسبة المشتركة المنسوبة للسكان كما وردت في إزاتي وآخرون (2003) لتقدير الآثار المشتركة لعوامل الخطر.

وقدّرت الوفيات المرتبطة بتلوث الهواء المحيط والأماكن المغلقة بناءً على حساب النسب المشتركة المنسوبة للسكان التي تفترض مخاطر موزعة بشكل مستقل في مرجع إزاتي وآخرون 2003.

وتم احتساب النسبة المنسوبة للسكان من خلال المعادلة التالية:

$$PAF = 1 - \text{PRODUCT} (1 - PAF_i)$$

PAFi هي النسبة المنسوبة للسكان المتعلقة بعوامل الخطر الفردية.

وقدّرت النسبة المنسوبة للسكان الخاصة بتلوث الهواء المحيط والنسبة الخاصة بتلوث الهواء داخل الأسر المعيشية بشكل منفصل، وفق التقييم المقارن للمخاطر (Ezzati et al, 2002) والدراسة التي قام بها فريق الخبراء (Lim et al, 2012; Smith et al, 2014) حول العبء العالمي للمرض (GBD).

وقد تمّت نمذجة تقديرات المتوسط السنوي للجسيمات التي لا يتجاوز قطرها (PM25) 2.5 um بالنسبة للتعرض لتلوث الهواء المحيط، كما وردت في (شاديك وآخرون، 2018؛ شاديك وآخرون، 2021)، أو في المؤشر 11-6-2.

كما تمّت نمذجة النسبة السكانية التي تعتمد أساساً على الوقود الملوث الخاص بالطهي (العودة إلى المؤشر 7-1-2) استخدام الوقود الملوث=1- استخدام الوقود النظيف])، بالنسبة لتلوث الهواء في الأماكن المغلقة. ونُشرت تفاصيل النموذج في (Bonjour et al, 2013).

استُخدمت النسب المتكاملة بين التعرض والاستجابة (IER) التي تمّ تطويرها والخاصة بالعبء العالمي للمرض في عامي 2010 و2013 (Burnett et al, 2014 and Forouzanfar et al, 2015). تم تحديث استجابات التعرض المتكاملة هذه باستخدام أحدث الأدلة الوبائية التي تم تحديدها من خلال البحث المنهجي للدراسات حول المواد الجسيمية والوفيات للنتائج الخمس ذات الأهمية.

أما النسبة المئوية للسكان المعرّضين لعامل خطر معيّن (وهو تلوث الهواء الطلق هنا، أي قطر الجسيمات 2.5 PM2.5)، فرُوّدت حسب البلد وحسب زيادة 1 ميكروغرام/م³؛ في حين احتُسبت المخاطر النسبية لكل زيادة من 2.5 في الجسيمات، بناءً على النسب المتكاملة بين التعرض والاستجابة. وتم اختيار تركيز التحليل الافتراضي ليكون بين 2.4 و 5.9 ميكروغرام/م³ كما ورد في (Cohen et al, 2017). كما احتُسبت النسبة الوطنية المنسوبة للسكان الخاصة بالتهابات الجهاز التنفسي الحادة ومرض الانسداد الرئوي المزمن و أمراض نقص تروية القلب والسكتة الدماغية و سرطان الرئة بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$PAF = \frac{\sum(P_i(RR-1))}{\sum(RR-1)+1}$$

ويرمز i الى مستوى الجسيمات أو PM2.5 التي يبلغ قطرها 2.5 في ميكروغرام/م³، و P_i الى النسبة المئوية للسكان المعرّضين لهذا المستوى من تلوث الهواء، أما RR فهو الخطر النسبي.

إنّ حسابات تلوث الهواء المحيط متشابهة وتمّ شرحها بالتفصيل في (منظمة الصحة العالمية، 2014)

d.4. التحقق

لا ينطبق

e.4. التعديلات

لا ينطبق

f.4. معالجة القيم الناقصة (1) على مستوى البلد و (2) على المستوى الإقليمي

- على مستوى البلد
يتمّ الإبلاغ عن البلدان التي لا تملك بيانات بفرغ.
- على المستويين الإقليمي والعالمي
لا تعتبر عن البلدان التي لا تملك بيانات تقديرية في المتوسطات الإقليمية والعالمية.

g.4. المجاميع الإقليمية

يُجمع عدد الوفيات حسب البلد ويُقسم على عدد سكان بلدان الإقليم (المجاميع الإقليمية) أو على مجموع السكان (المجاميع العالمية).

h.4. المناهج والتوجيهات المتاحة للبلدان بشأن تجميع البيانات على الصعيد الوطني

لا ينطبق

i.4. إدارة الجودة

لا ينطبق

j.4. ضمان الجودة

لا ينطبق

4.k. تقييم الجودة

لا ينطبق

5. توافر البيانات والتفصيل

توافر البيانات:

إنّ البيانات متوفرة حسب البلد والجنس والمرض والفئة العمرية.

التفصيل:

تتوفر البيانات حسب البلد، والجنس، والمرض، والعمر.

6. المقارنة/الانحراف عن المعايير الدولية

مصادر التباين:

تعود أسباب الاختلافات الأساسية بين البيانات الوطنية والبيانات المقدّرة دولياً إلى:

- اختلاف بيانات التعرض (متوسط التركيز السنوي للجسيمات التي يقلّ قطرها عن 2.5 um، النسبة السكانية التي تستخدم الوقود النظيف والتكنولوجيا للطهي)
- اختلاف تقديرات مخاطر التعرض
- اختلاف بيانات الوفيات الأساسية

7. المراجع والوثائق

الرابط:

<https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution>

المراجع:

Bonjour S, Adair-Rohani H, Wolf J, Bruce NG, Mehta S, Prüss-Ustün A, Lahiff M, Rehfuess EA, Mishra V, Smith KR. (2013). Solid fuel use for household cooking: country and regional estimates for 1980-2010. *Environ Health Perspect.* 121(7):784-90. doi: 10.1289/ehp.1205987.

Burnett RT, Pope CA 3rd, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S, Shin HH, Singh G, Hubbell B, Brauer M, Anderson HR, Smith KR, Balmes JR, Bruce NG, Kan H, Laden F, Prüss-Ustün A, Turner MC, Gapstur SM, Diver WR, Cohen A. (2014). An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. *Environ Health Perspect.* 122(4):397-403. doi: 10.1289/ehp.1307049. Burnett R, Cohen A. (2020). Relative Risk Functions for Estimating Excess Mortality Attributable to Outdoor PM2.5 Air Pollution: Evolution and State-of-the-Art. *Atmosphere*, 11, 589. <https://doi.org/10.3390/atmos11060589>

Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, Balakrishnan K, Brunekreef B, Dandona L, Dandona R, Feigin V, Freedman G, Hubbell B, Jobling A, Kan H, Knibbs L, Liu Y, Martin R, Morawska L, Pope CA 3rd, Shin H, Straif K, Shaddick G, Thomas M, van Dingenen R, van Donkelaar A, Vos T, Murray CJL, Forouzanfar MH. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet.* 389(10082):1907-1918. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

Ezzati M, Hoorn SV, Rodgers A, Lopez AD, Mathers CD, Murray CJ. (2003). Comparative Risk Assessment Collaborating Group. Estimates of global and regional potential health gains from reducing multiple major risk factors. *Lancet.* 362(9380):271-80. doi: 10.1016/s0140-6736(03)13968-2. Forouzanfar MH, Alexander

L, Anderson HR, Bachman VF, Biryukov S, Brauer M, Burnett R, Casey D, Coates MM, Cohen A, Delwiche K, Estep K, Frostad JJ, Astha KC, Kyu HH, Moradi-Lakeh M, Ng M, Slepak EL, Thomas BA, Wagner J, Aasvang GM, Abbafati C, Abbasoglu Ozgoren A, Abd-Allah F, Abera SF, Aboyans V, Abraham B, Abraham JP, Abubakar I, Abu-Rmeileh NM, Aburto TC, Achoki T, Adelekan A, Adofo K, Adou AK, Adsuar JC, Afshin A, Agardh EE, Al Khabouri MJ, Al Lami FH, Alam SS, Alasfoor D, Albittar MI, Alegretti MA, Aleman AV, Alemu ZA, Alfonso-Cristancho R, Alhabib S, Ali R, Ali MK, Alla F, Allebeck P, Allen PJ, Alsharif U, Alvarez E, Alvis-Guzman N, Amankwaa AA, Amare AT, Ameh EA, Ameli O, Amini H, Ammar W, Anderson BO, Antonio CA, Anwari P, Argeseanu Cunningham S, Arnlov J, Arsenijevic VS, Artaman A, Asghar RJ, Assadi R, Atkins LS, Atkinson C, Avila MA, Awuah B, Badawi A, Bahit MC, Bakfalouni T, Balakrishnan K, Balalla S, Balu RK, Banerjee A, Barber RM, Barker-Collo SL, Barquera S, Barregard L, Barrero LH, Barrientos-Gutierrez T, Basto-Abreu AC, Basu A, Basu S, Basulaiman MO, Batis Ruvalcaba C, Beardesley J, Bedi N, Bekele T, Bell ML, Benjet C, Bennett DA, Benzian H, Bernabé E, Beyene TJ, Bhala N, Bhalla A, Bhutta ZA, Bikbov B, Bin Abdulhak AA, Blore JD, Blyth FM, Bohensky MA, Bora Başara B, Borges G, Bornstein NM, Bose D, Boufous S, Bourne RR, Brainin M, Brazinova A, Breitborde NJ, Brenner H, Briggs AD, Broday DM, Brooks PM, Bruce NG, Brugha TS, Brunekreef B, Buchbinder R, Bui LN, Bukhman G, Bulloch AG, Burch M, Burney PG, Campos-Nonato IR, Campuzano JC, Cantoral AJ, Caravanos J, Cárdenas R, Cardis E, Carpenter DO, Caso V, Castañeda-Orjuela CA, Castro RE, Catalá-López F, Cavalleri F, Çavlin A, Chadha VK, Chang JC, Charlson FJ, Chen H, Chen W, Chen Z, Chiang PP, Chimed-Ochir O, Chowdhury R, Christophi CA, Chuang TW, Chugh SS, Cirillo M, Claßen TK, Colistro V, Colomar M, Colquhoun SM, Contreras AG, Cooper C, Cooperrider K, Cooper LT, Coresh J, Courville KJ, Criqui MH, Cuevas-Nasu L, Damsere-Derry J, Danawi H, Dandona L, Dandona R, Dargan PI, Davis A, Davitoiu DV, Dayama A, de Castro EF, De la Cruz-Góngora V, De Leo D, de Lima G, Degenhardt L, del Pozo-Cruz B, Dellavalle RP, Deribe K, Derrett S, Des Jarlais DC, Dessalegn M, deVeber GA, Devries KM, Dharmaratne SD, Dherani MK, Dicker D, Ding EL, Dokova K, Dorsey ER, Driscoll TR, Duan L, Durrani AM, Ebel BE, Ellenbogen RG, Elshrek YM, Endres M, Ermakov SP, Erskine HE, Eshrati B, Esteghamati A, Fahimi S, Faraon EJ, Farzadfar F, Fay DF, Feigin VL, Feigl AB, Fereshtehnejad SM, Ferrari AJ, Ferri CP, Flaxman AD, Fleming TD, Foigt N, Foreman KJ, Paleo UF, Franklin RC, Gabbe B, Gaffikin L, Gakidou E, Gamkrelidze A, Gankpé FG, Gansevoort RT, García-Guerra FA, Gasana E, Geleijnse JM, Gessner BD, Gething P, Gibney KB, Gillum RF, Ginawi IA, Giroud M, Giussani G, Goenka S, Goginashvili K, Gomez Dantes H, Gona P, Gonzalez de Cosio T, González-Castell D, Gotay CC, Goto A, Gouda HN, Guerrant RL, Gugunani HC, Guillemin F, Gunnell D, Gupta R, Gupta R, Gutiérrez RA, Hafezi-Nejad N, Hagan H, Hagstromer M, Halasa YA, Hamadeh RR, Hammami M, Hankey GJ, Hao Y, Harb HL, Haregu TN, Haro JM, Havmoeller R, Hay SI, Hedayati MT, Heredia-Pi IB, Hernandez L, Heuton KR, Heydarpour P, Hajar M, Hoek HW, Hoffman HJ, Hornberger JC, Hosgood HD, Hoy DG, Hsairi M, Hu G, Hu H, Huang C, Huang JJ, Hubbell BJ, Huiart L, Husseini A, Iannarone ML, Iburg KM, Idrisov BT, Ikeda N, Innos K, Inoue M, Islami F, Ismayilova S, Jacobsen KH, Jansen HA, Jarvis DL, Jassal SK, Jauregui A, Jayaraman S, Jeemon P, Jensen PN, Jha V, Jiang F, Jiang G, Jiang Y, Jonas JB, Juel K, Kan H, Kany Roseline SS, Karam NE, Karch A, Karema CK, Karthikeyan G, Kaul A, Kawakami N, Kazi DS, Kemp AH, Kengne AP, Keren A, Khader YS, Khalifa SE, Khan EA, Khang YH, Khatibzadeh S, Khonelidze I, Kieling C, Kim D, Kim S, Kim Y, Kimokoti RW, Kinfu Y, Kinge JM, Kissela BM, Kivipelto M, Knibbs LD, Knudsen AK, Kokubo Y, Kose MR, Kosen S, Kraemer A, Kravchenko M, Krishnaswami S, Kromhout H, Ku T, Kuate Defo B, Kucuk Bicer B, Kuipers EJ, Kulkarni C, Kulkarni VS, Kumar GA, Kwan GF, Lai T, Lakshmana Balaji A, Lalloo R, Lallukka T, Lam H, Lan Q, Lansingh VC, Larson HJ, Larsson A, Laryea DO, Lavados PM, Lawrynowicz AE, Leasher JL, Lee JT, Leigh J, Leung R, Levi M, Li Y, Li Y, Liang J, Liang X, Lim SS, Lindsay MP, Lipshultz SE, Liu S, Liu Y, Lloyd BK, Logroscino G, London SJ, Lopez N, Lortet-Tieulent J, Lotufo PA, Lozano R, Lunevicius R, Ma J, Ma S, Machado VM, MacIntyre MF, Magis-Rodriguez C, Mahdi AA, Majdan M, Malekzadeh R, Mangalam S, Mapoma CC, Marape M, Marcenes W, Margolis DJ, Margono C, Marks GB, Martin RV, Marzan MB, Mashal MT, Masiye F, Mason-Jones AJ, Matsushita K, Matzopoulos R, Mayosi BM, Mazorodze TT, McKay AC, McKee M, McLain A, Meaney PA, Medina C, Mehndiratta MM, Mejia-Rodriguez F, Mekonnen W, Melaku YA, Meltzer M, Memish ZA, Mendoza W, Mensah GA, Meretoja A, Mhimbira FA, Micha R, Miller TR, Mills EJ, Misganaw A, Mishra S, Mohamed Ibrahim N, Mohammad KA, Mokdad AH, Mola GL, Monasta L, Montañez Hernandez JC, Montico M, Moore AR, Morawska L, Mori R, Moschandreas J, Moturi WN, Mozaffarian D, Mueller UO, Mukaigawara M, Mullany EC, Murthy KS, Naghavi M, Nahas Z, Naheed A, Naidoo KS, Naldi L, Nand D, Nangia V, Narayan KM, Nash D, Neal B, Nejjari C, Neupane SP, Newton CR, Ngalesoni FN, Ngirabega Jde D, Nguyen G, Nguyen NT, Nieuwenhuijsen MJ, Nisar MI, Nogueira JR, Nolla JM, Nolte S, Norheim OF,

Norman RE, Norrving B, Nyakarahuka L, Oh IH, Ohkubo T, Olusanya BO, Omer SB, Opio JN, Orozco R, Pagcatipunan RS Jr, Pain AW, Pandian JD, Panelo CI, Papachristou C, Park EK, Parry CD, Paternina Caicedo AJ, Patten SB, Paul VK, Pavlin BI, Pearce N, Pedraza LS, Pedroza A, Pejcin Stokic L, Pekerici A, Pereira DM, Perez-Padilla R, Perez-Ruiz F, Perico N, Perry SA, Pervaiz A, Pesudovs K, Peterson CB, Petzold M, Phillips MR, Phua HP, Plass D, Poenaru D, Polanczyk GV, Polinder S, Pond CD, Pope CA, Pope D, Popova S, Pourmalek F, Powles J, Prabhakaran D, Prasad NM, Qato DM, Quezada AD, Quistberg DA, Racapé L, Rafay A, Rahimi K, Rahimi-Movaghar V, Rahman SU, Raju M, Rakovac I, Rana SM, Rao M, Razavi H, Reddy KS, Refaat AH, Rehm J, Remuzzi G, Ribeiro AL, Riccio PM, Richardson L, Riederer A, Robinson M, Roca A, Rodriguez A, Rojas-Rueda D, Romieu I, Ronfani L, Room R, Roy N, Ruhago GM, Rushton L, Sabin N, Sacco RL, Saha S, Sahathevan R, Sahraian MA, Salomon JA, Salvo D, Sampson UK, Sanabria JR, Sanchez LM, Sánchez-Pimienta TG, Sanchez-Riera L, Sandar L, Santos IS, Sapkota A, Satpathy M, Saunders JE, Sawhney M, Saylan MI, Scarborough P, Schmidt JC, Schneider IJ, Schöttker B, Schwebel DC, Scott JG, Seedat S, Sepanlou SG, Serdar B, Servan-Mori EE, Shaddick G, Shahraz S, Levy TS, Shangguan S, She J, Sheikhbahaei S, Shibuya K, Shin HH, Shinohara Y, Shiri R, Shishani K, Shiue I, Sigfusdottir ID, Silberberg DH, Simard EP, Sindi S, Singh A, Singh GM, Singh JA, Skirbekk V, Sliwa K, Soljak M, Soneji S, Sørreide K, Soshnikov S, Sposato LA, Sreeramareddy CT, Stapelberg NJ, Stathopoulou V, Steckling N, Stein DJ, Stein MB, Stephens N, Stöckl H, Straif K, Stroumpoulis K, Sturua L, Sunguya BF, Swaminathan S, Swaroop M, Sykes BL, Tabb KM, Takahashi K, Talongwa RT, Tandon N, Tanne D, Tanner M, Tavakkoli M, Te Ao BJ, Teixeira CM, Téllez Rojo MM, Terkawi AS, Texcalac-Sangrador JL, Thackway SV, Thomson B, Thorne-Lyman AL, Thrift AG, Thurston GD, Tillmann T, Tobollik M, Tonelli M, Topouzis F, Towbin JA, Toyoshima H, Traebert J, Tran BX, Trasande L, Trillini M, Trujillo U, Dimbuene ZT, Tsilimbaris M, Tuzcu EM, Uchendu US, Ukwaja KN, Uzun SB, van de Vijver S, Van Dingenen R, van Gool CH, van Os J, Varakin YY, Vasankari TJ, Vasconcelos AM, Vavilala MS, Veerman LJ, Velasquez-Melendez G, Venketasubramanian N, Vijayakumar L, Villalpando S, Violante FS, Vlassov VV, Vollset SE, Wagner GR, Waller SG, Wallin MT, Wan X, Wang H, Wang J, Wang L, Wang W, Wang Y, Warouw TS, Watts CH, Weichenthal S, Weiderpass E, Weintraub RG, Werdecker A, Wessells KR, Westerman R, Whiteford HA, Wilkinson JD, Williams HC, Williams TN, Woldeyohannes SM, Wolfe CD, Wong JQ, Woolf AD, Wright JL, Wurtz B, Xu G, Yan LL, Yang G, Yano Y, Ye P, Yenesew M, Yentür GK, Yip P, Yonemoto N, Yoon SJ, Younis MZ, Younoussi Z, Yu C, Zaki ME, Zhao Y, Zheng Y, Zhou M, Zhu J, Zhu S, Zou X, Zunt JR, Lopez AD, Vos T, Murray CJ. (2015). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 386(10010):2287-323. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00128-2. Shaddick G, Thomas ML, Green A, Brauer M, van Donkelaar A, Burnett R, Chang HH, Cohen A, Van Dingenen R, Dora C, Gummy S, Liu Y, Martin R, Waller LA, West J, Zidek JV, Prüss-Ustün A. (2018). Data integration model for air quality: a hierarchical approach to the global estimation of exposures to ambient air pollution. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 67(1), 231–253. <http://www.jstor.org/stable/44682225>

Shaddick G, Salter JM, Peuch VH, Ruggeri G, Thomas ML, Mudu P, Tarasova O, Baklanov A, Gummy S. (2021). Global Air Quality: An Inter-Disciplinary Approach to Exposure Assessment for Burden of Disease Analyses. *Atmosphere*, 12, 48. <https://doi.org/10.3390/atmos12010048>

Smith KR, Bruce N, Balakrishnan K, Adair-Rohani H, Balmes J, Chafe Z, Dherani M, Hosgood HD, Mehta S, Pope D, Rehfuess E; HAP CRA Risk Expert Group. (2014). Millions dead: how do we know and what does it mean? Methods used in the comparative risk assessment of household air pollution. *Annu Rev Public Health*. 35:185-206. doi: 10.1146/annurev-publhealth-032013-182356
WHO (2014a). Methods description for the burden of disease attributable to household air pollution. Access at: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/database/HAP_BoD_methods_March2014.pdf?ua=1

WHO (2019b). Global Health Estimates 2019: Deaths by Cause, Age and Sex, by Country, 2000-2019 (provisional estimates). Geneva, World Health Organization, 2019.