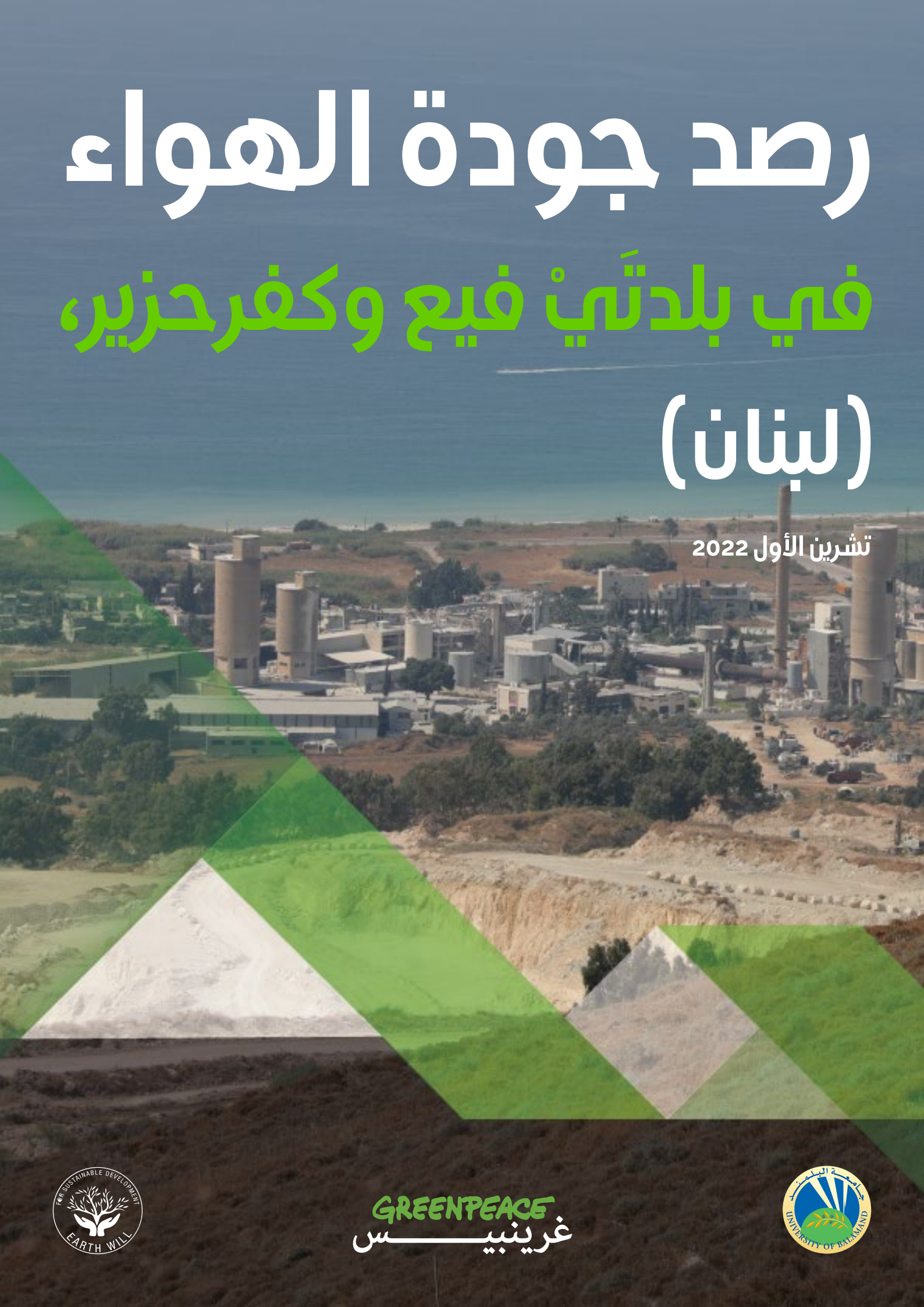
رصد جودة الهواء

في بلدتَيْ فيع وكفرحزير، (لبنان)

تشرين الأول 2022



EARTH WILL
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

GREENPEACE
غرينبيس

UNIVERSITY OF BALAMAND
جامعة البلمند

أديب كفوري [1]،أيدان فارو[2]، كيفن بريجدن[2]

[1]قسم العلوم البيئية في جامعة البلمند، الكورة، لبنان
[2]مختبرات غرينبيس للأبحاث، كلية علوم الحياة والبيئة في جامعة إكستر، إكستر، المملكة المتحدة

المحتويات

1.0 المقدمة 05

2.0 المنهجية 06

3.0 النتائج 07

4.0 الخلاصة 10

5.0 المراجع 11

1.0
المقدمة

قد يؤدّي التعرض لتلوّث الهواء إلى تداعيات ضارة وخطيرة على صحة الإنسان، بما في ذلك الوفاة المبكرة. وتُعدُّ جودة الهواء عامل الخطر الرئيسي الرابع الذي يؤدي إلى الوفاة المبكرة عالميًا (معهد الآثار الصحية HEI، 2020) مما يجعلها أبرز عامل بيئي يُسبّب الوفاة المبكرة على مستوى العالم (منظمة الصحة العالمية، 2021). وتصنِّف الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) تلوث الهواء المحيط، وخصوصًا الغبار المنقول جوًّا، على أنه مسرطن للإنسان (الوكالة الدولية لبحوث السرطان، 2016).

في العام 2021، سلّط "تقرير حالة البيئة" (اليونيسف، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين 2021) الضوء على المنطقة الصناعية في شكّا باعتبارها مساهمًا أساسيًا في تلوّث الهواء بالجسيمات، خاصةً جرّاء عمليات تصنيع الإسمنت. وعلى الرغم من أنّ وزارة البيئة في لبنان قد أنشأت شبكة لرصد جودة الهواء شملت القرى المحيطة بمعمل الإسمنت في شكا، إلا أنّه للأسف لم يتم نشر أيّ بيانات مؤكدة لغاية تاريخه. لذلك، تتوفّر لأهالي منطقة الكورة معلومات محدودة عن المخاطر التي يُشكّلها تلوّث الهواء في منطقتهم.

لمعالجة هذه المشكلة، تعاونت كلّ من المنظمة غير الحكومية المحلية "إيرث ويل" وجامعة البلمند وغرينبيس الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ومختبرات غرينبيس للبحوث من أجل رصد تلوّث الهواء في منطقة الكورة. نقدّم في ما يلي النتائج الأساسية التي انتهى إليها المسح الذي أُجري في لبنان بين 22 أيلول/سبتمبر 2019 و11 كانون الأول/ديسمبر 2020.

هدفت الدراسة على قياس منسوب الجسيمات الدقيقة المعروفة باسم PM2.5 العالقة في الهواء. ويشير مصطلح PM2.5 إلى كلّ مادة جسيميّة يبلغ قطرها أقلّ من 2.5 ميكرومتر. فالجسيمات من نوع PM2.5 صغيرة لدرجةٍ تسمح لها بالتغلغل داخل الشعيبات الرئوية، وهي تؤدي إلى تداعيات مضرّة بصحة الإنسان (موراكينيو وآخرون، 2015).

نشرت منظمة الصحة العالمية مبادئ توجيهية بشأن الجسيمات من نوع PM2.5، أُعِدَّت بهدف حماية الصحة العامة (الجدول 1)، تتضمّن توجيهات خاصة بالمتوسّط السنوي للتركيزات وأخرى بالمتوسط اليومي للتركيزات. هذا ويُستحسن عدم انتهاك التوجيهات للمتوسط اليومي أكثر من 3 إلى 4 أيام في السنة (منظمة الصحة العالمية، 2021). كذلك، أصدرت وزارة البيئة القانون رقم 78 لعام 2018 بشأن "حماية نوعية الهواء"، الذي يربط التوجيهات حول جودة الهواء المحيط في لبنان بالمبادئ التوجيهية الصادرة عن منظمة الصحة العالمية، وبالتالي ينبغي تقييم جودة الهواء في لبنان بناءً على القيم المدرجة في الجدول 1.

الجدول 1: المبادئ التوجيهية حول جودة الهواء الصادرة عن منظمة الصحة العالمية لعام 2021

المادة الملوّثة	مستوى التركيز (ميكروغرام/متر مكعّب)	متوسّط المدة	التجاوزات المسموح بها كلّ عام
PM2.5	15	24 ساعة	3-4
	5	سنويًا	-

2.0
المنهجية

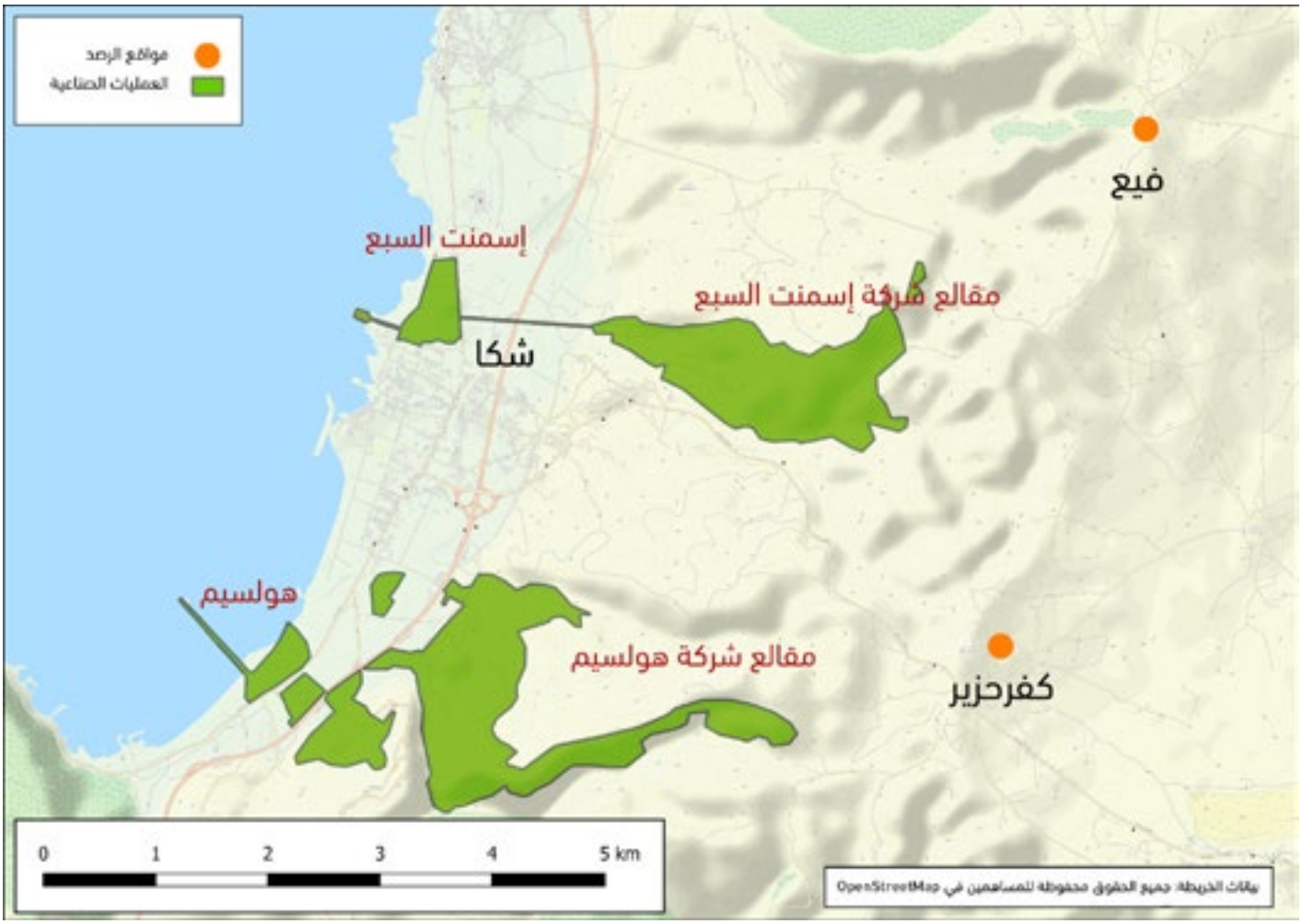
وُضِعَ جهاز Thermo Scientific من طراز aDR-1500 لرصد الجسيمات، في وقعَيْن في شمال لبنان (الرسم 1) بين 22 أيلول/سبتمبر 2019 و11 كانون الأول/ديسمبر 2020. وعمِلَت شركة Thermo Scientific على معايرة الجهاز في المملكة المتحدة قبل وضعه في الخدمة.

أجريَت مرحلة الرصد الأولى في كفرحزير من 22 أيلول/سبتمبر 2019 حتى 10 حزيران/يونيو 2020. وكفرحزير هي بلدة تقع على بُعد 6 كلم شرقي بلدة شكا الساحلية و15 كلم جنوبي مدينة طرابلس.

أما المرحلة الثانية فقد أجريَت في بلدة فيع بين 15 حزيران/يونيو و11 كانون الأول/ديسمبر (2020). تقع هذه البلدة على بعد 6 كلم شمال شرقي بلدة شكا الساحلية و11 كلم جنوبي مدينة طرابلس.

يحدُّ البلدتين من الغرب شاطئ البحر الأبيض المتوسط وبلدة شكا ومنطقة تتميّز بتلالٍ ووديان شديدة الانحدار. ومن جهة الشرق، ثمّة سهل زراعي واسع (يُسمّى بسهل الكورة) يمتدّ حتى سلسلة جبال لبنان الغربية. وتضمّ المنطقة المحيطة تجمّعات سكانية صغيرة، وغطاءً نباتيًا مفتوحًا، وبساتين زيتون، كما تجري فيها عمليات استخراج الحجر الجيري. تشمل المصادر المحلية للمواد الجسيميّة عمليات الحرق في المنازل، والانبعاثات من وسائل النقل، بما في ذلك الغبار المعلّق في الهواء، ومواقع البناء الصغيرة. علاوةً على ذلك، تضمّ شكا مصانع إسمنت ومقالع وكسّارات (الرسم 1). وتشمل الانبعاثات الهوائية من المقالع وعمليات تصنيع الإسمنت الجسيمات وأكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت (كرم وطبارة، 2011).

الرسم 1: المنطقة المشمولة بالدراسة ومواقع الرصد. جرى تقدير حجم العمليات الصناعية من خلال تحليل صور الأقمار الصناعية ومصادر محلية.

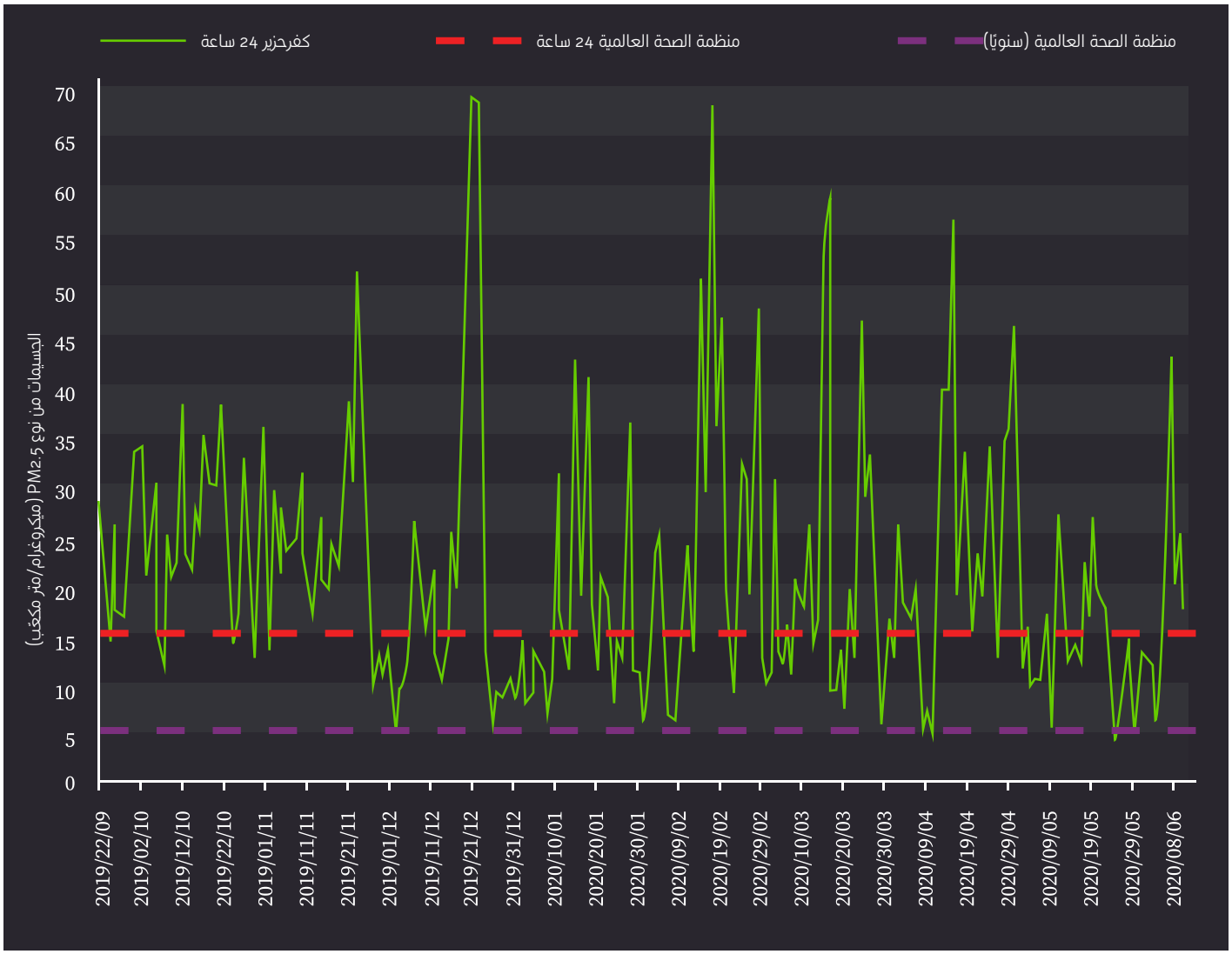


3.0
النتائج

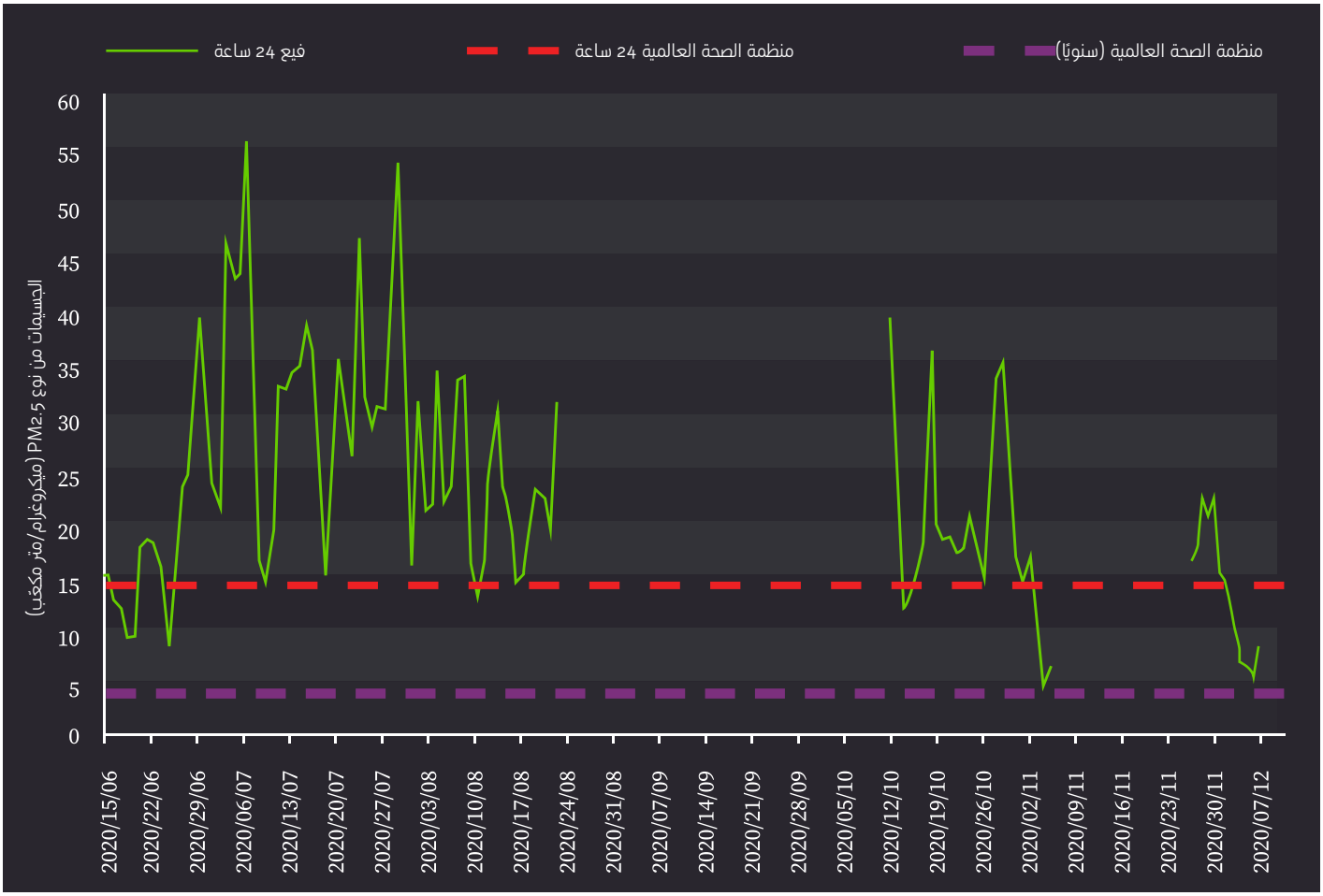
يُظهر الرسمان 2 و 3 على التوالي المتوسط اليومي لتركيز الجسيمات PM2.5 الذي سجّله جهاز رصد الجسيمات aDR-1500 في كفرحزير وفيع. ويعرض الجدول 2 موجزًا مفصلاً لنتائج الرصد، إلى جانب عدد التجاوزات للمبادئ التوجيهية الصادرة عن منظمة الصحة العالمية بشأن المتوسط اليومي للتركيزات في كفرحزير وفيع.

وتجدر الإشارة إلى أنّه تمّ تجاوز المستوى اليومي المحدَّد طبقا لمعايير منظمة الصحة العالمية بشكلٍ متكرر أثناء عملية الرصد في كفرحزير (الرسم 2)، كما بقي المتوسّط اليومي للتركيزات أعلى من المستوى الذي حدّدته منظمة الصحة العالمية طوال مدّة الرصد باستثناء 3 أيام، ما يشير إلى احتمال تجاوز المتوسط السنوي للتركيزات أيضًا. في بلدة فيع، تجاوز المتوسط اليومي لتركيزات الجسيمات من نوع PM2.5 معايير منظمة الصحة العالمية معظم الوقت، وظلّ دائمًا أعلى من القيمة المحدّدة في المبادئ التوجيهية للمتوسّط السنوي لمنظمة الصحة العالمية. يُشير ذلك مجدّدًا إلى أنه يُحتمَل تجاوز المتوسط السنوي الذي تنصّ عليه المبادئ التوجيهية (الرسم 3).

الرسم 2: المتوسطات اليومية للجسيمات من نوع PM2.5 في كفرحزير، إضافةً إلى المبادئ التوجيهية لمتوسّط التركيز اليومي والسنوي الصادرة عن منظمة الصحة العالمية باللونين الأحمر والأرجواني على التوالي.



الرسم 3: المتوسطات اليومية للجسيمات من نوع PM2.5 في فيع، إضافةً إلى المبادئ التوجيهية لمتوسّط التركيز اليومي والسنوي الصادرة عن منظمة الصحة العالمية باللونين الأحمر والأرجواني على التوالي.



الجدول 2: إحصاءات قياس الجسيمات من نوع PM2.5

الموقع	فترة الرصد	تسجيل البيانات	عدد الأيام التي تم تسجيل بيانات فيها	التجاوزات للمتوسط اليومي الذي حدّدته مبادئ منظمة الصحة العالمية	المتوسط خلال فترة الرصد	الحدّ الأقصى للمتوسّط اليومي خلال فترة الرصد
كفرحزير	9/22/2019 - 6/10/2020	100	263	162 (62% من الأيام)	21.2	69
فيع	06/15/2020- 12/11/2020	59	107	85 (79% من الأيام)	23.4	56
وحدات القياس	-	%	أيام	أيام	ميكروغرام/متر مكعّب	ميكروغرام/متر مكعّب
المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية	-	-	-	لا تتخطّى 3-4 تجاوزات في السنة	-	15

عندما وُضِعَ جهاز الرصد في كفرحزير لمدة 263 يومًا خلال فترة الدراسة الأولى، تم قياس 162 تجاوزًا لمبادئ توجيهية منظمة الصحة العالمية للمتوسّط اليومي (62% من الأيام). وبلغ الحدّ الأقصى للمتوسّط اليومي الذي تم تسجيله 69 ميكروغرامًا في كل متر مكعّب في 21 كانون الأول/ديسمبر 2019 (الرسم 2)، ويتجاوز هذا الرقم بأشواط المستوى الذي حدّدته مبادئ توجيهيةمبادئ توجيهيةهية منظمة الصحة العالمية، أي 15 ميكروغرامًا/متر مكعّب. وبلغ المستوى المتوسّط خلال فترة الرصد الممتدّة بين 22 أيلول/سبتمبر 2019 و10 حزيران/يونيو 2020 (حوالى 8 أشهر) 21 ميكروغرامًا/متر مكعب.

عندما وُضِعَ الجهاز في بلدة فيع خلال فترة الدراسة الثانية، تعطّلت عملية القياس بسبب انقطاع التيار الكهربائي في محطة الرصد. غير أنّه تم تسجيل ما مجموعه 107 من القيم اليومية لجسيمات PM2.5 مع 85 تجاوزًا لمبادئ توجيهية توجيهية منظمة الصحة العالمية بشأن المتوسط اليومي (79% من الأيام). وبلغ الحد الأقصى للمتوسط اليومي الذي تم تسجيله 56 ميكروغرامًا في كل متر مكعب في السادس من تموز/يوليو 2020. ويتجاوز هذا التركيز بأضعاف مبادئ توجيهية توجيهية منظمة الصحة العالمية بشأن المستوى اليومي. وبلغ معدّل القيم المتوسّطة اليومي خلال فترة الرصد الممتدّة من 15 حزيران/يونيو 2020 حتى 11 كانون الأول/ديسمبر 2020، 23 ميكروغرامًا في كلّ متر مكعّب، غير أنه مرّت فترات طويلة لم يتم تسجيل خلالها أي قيم (الرسمان 3 و 5).

تشير القياسات المسجّلة خلال هذا المسح إلى تجاوز المتوسط اليومي للتركيزات الذي حدّدته مبادئ توجيهية منظمة الصحة العالمية والبالغ 15 ميكروغرامًا في كل متر مكعّب مرارًا وتكرارًا في كلّ من كفرحزير وفيع خلال فترة الدراسة (الرسمان 4 و 5). وتُبيّن هذه النتائج أنّه ثمّة احتمال كبير أن يتمّ تخطّي معدّل المتوسط السنوي الصادر عن منظمة الصحة العالمية، أي 5 ميكروغرام/متر مكعب في البلدتين.

الرسم 4: الأيام التي يتماهى فيها المتوسط اليومي لتركيزات PM2.5 في كفرحزير (باللون الأخضر) أو يتجاوز (باللون الزهري) المتوسّط اليومي تبعًا لمبادئ منظمة الصحة العالمية، أي 15 ميكروغرامًا في كل متر مكعب.

كانون الأول/ديسمبر 2019

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

تشرين الثاني/نوفمبر 2019

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

تشرين الأول/أكتوبر 2019

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

أيلول/سبتمبر 2019

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
1						
8	2	3	4	5	6	7
15	9	10	11	12	13	14
22	16	17	18	19	20	21
29	23	24	25	26	27	28
	30					

نيسان/أبريل 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
5			1	2	3	4
12	6	7	8	9	10	11
19	13	14	15	16	17	18
26	20	21	22	23	24	25
	27	28	29	30		

آذار/مارس 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
1						
8	2	3	4	5	6	7
15	9	10	11	12	13	14
22	16	17	18	19	20	21
29	23	24	25	26	27	28
	30	31				

شباط/فبراير 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
2						1
9	3	4	5	6	7	8
16	10	11	12	13	14	15
23	17	18	19	20	21	22
	24	25	26	27	28	29

كانون الثاني/يناير 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
5			1	2	3	4
12	6	7	8	9	10	11
19	13	14	15	16	17	18
26	20	21	22	23	24	25
	27	28	29	30	31	

حزيران/يونيو 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
7	1	2	3	4	5	6
14	8	9	10	11	12	13
21	15	16	17	18	19	20
28	22	23	24	25	26	27
	29	30				

أيار/مايو 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
3					1	2
10	4	5	6	7	8	9
17	11	12	13	14	15	16
24	18	19	20	21	22	23
31	25	26	27	28	29	30

<15 | >15

المتوسط اليومي في كفرحزير لجسيمات PM2.5 (مكيروغرام/متر مربّع)

الرسم 5: الأيام التي يتماهى فيها المتوسط اليومي لتركيزات PM2.5 في فيع (باللون الأخضر) أو يتجاوز (باللون الزهري) المتوسّط اليومي تبعًا لمبادئ منظمة الصحة العالمية، أي 15 ميكروغرامًا في كل متر مكعب.

تشرين الأول/أكتوبر 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
4				1	2	3
11	5	6	7	8	9	10
18	12	13	14	15	16	17
25	19	20	21	22	23	24
	26	27	28	29	30	31

آب/أغسطس 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
2					1	
9	3	4	5	6	7	8
16	10	11	12	13	14	15
23	17	18	19	20	21	22
30	24	25	26	27	28	29
	31					

تموز/يوليو 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
5			1	2	3	4
12	6	7	8	9	10	11
19	13	14	15	16	17	18
26	20	21	22	23	24	25
	27	28	29	30	31	

حزيران/يونيو 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
7	1	2	3	4	5	6
14	8	9	10	11	12	13
21	15	16	17	18	19	20
28	22	23	24	25	26	27
	29	30				

انون الأول/ديسمبر 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
6						
13	7	8	9	10	11	12
20	14	15	16	17	18	19
27	21	22	23	24	25	26
	28	29	30	31		

تشرين الثاني/نوفمبر 2020

الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
1						
8	2	3	4	5	6	7
15	9	10	11	12	13	14
22	16	17	18	19	20	21
29	23	24	25	26	27	28
	30					

<15 | >15

المتوسط اليومي في فيع لجسيمات PM2.5 (مكيروغرام/متر مربّع)

يُرجَّح أن تكون المستويات المرتفعة من الجسيمات التي تم رصدها في هذه الدراسة ناجمة عن مصادر انبعاثات محلية وإقليمية عدّة، بما في ذلك الأنشطة الصناعية في منطقة الدراسة. ويُذكر أنّ عملية تصنيع الإسمنت تُعدُّ واحدًا من أبرز العوامل المساهمة في التلوّث الإقليمي بالجسيمات (كرم وطبارة، 2011، اليونيسف، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، 2021).

4.0
الخلاصة

تعرض هذه دراسة نتائج رصد ملوثات الهواء PM2.5 للفترة الممتدّة ما بين 22 أيلول/سبتمبر 2019 و 11 كانون الأول/ديسمبر 2020 في بلدتيّ كفرحزير وفيع في شمال لبنان.

تُشير النتائج من فترة الدراسة إلى أنّ المتوسط اليومي الذي حدّدته المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية لجسيمات PM2.5 قد تم تجاوزه مرارًا وتكرارًا في كفرحزير خلال تلك الفترة. وتمّ تسجيل ما مجموعه 162 تجاوزًا للمبادئ التوجيهية خلال فترة الدراسة البالغة 263 يومًا. توازي القيمة المتوسطة التي تمّ احتسابها على مدار فترة الرصد بأكملها أكثر من ضعف المتوسط السنوي لجسيمات PM2.5 تبعًا لمبادئ منظمة الصحة العالمية، ما يشير إلى احتمال تخطّي المبادئ التوجيهية بشأن المتوسط السنوي. كذلك، في فيع، تم تجاوز المتوسط اليومي لجسيمات PM2.5 الذي حدّدته المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية بشكل متكرر خلال فترة الدراسة. وأظهر تحليل بيانات الرصد أنه تم تسجيل 85 يومًا من التجاوزات من إجمالي 107 أيام. وبلغ متوسط القيم اليومية على مدى فترة أخذ العيّنات أكثر من ضعف المتوسط السنوي لتركيزات PM2.5 الذي نصّت عليه مبادئ منظمة الصحة العالمية. من المرجَّح أنّ صناعة الإسمنت المحلية تساهم في الأعباء الصحية الناتجة عن الجسيمات من نوع PM2.5 في كفرحزير وفيع (كرم وطبارة، 2011، اليونيسف، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، 2021).

سيتطلّب التحقيق في مصادر ملوّثات الهواء الجسيميّة التي تؤثر على الموقعين ونسبة مساهماتهما في العبء الصحي مزيدًا من التفاصيل بشأن توقيت المصادر المحلية للجسيمات PM2.5 ومواقعها، بالإضافة إلى بيانات أكثر دقّة للأرصاد الجوية.

5.0
المراجع

المفوضية الأوروبية. قرار المفوضية التنفيذي بتاريخ 26 آذار/مارس 2013 بشأن تحديد خلاصات أفضل التكنولوجيات المتاحة بموجب التوجيه رقم EU/2010/75 الصادر عن البرلمان الأوروبي والمجلس بشأن الانبعاثات الصناعية لإنتاج الإسمنت والجير وأكسيد المغنيسيوم (إشعار بموجب الوثيقة رقم C(2013) 1728) والمتعلق بالمنطقة الاقتصادية الأوروبية. المجلة الرسمية للاتحاد الأوروبي. 2013.

معهد الآثار الصحية (HEI). حالة الهواء حول العالم 2020. مصدر البيانات: دراسة عبء الأمراض العالمي. معهد القياسات الصحية والتقييم، 2020. https://www.healthdata.org/news-release/health-effects-institute-two-new-reports-offer-insights-global-air-quality-and-air (تمّ الولوج إليه بتاريخ 08-03-2022).

الوكالة الدولية لبحوث السرطان (2016) (IARC). "الدراسات المتخصّصة الصادرة عن الوكالة الدولية لبحوث السرطان بشأن تلوّث الهواء الخارجي وتقييم مخاطر المواد المسرطنة للبشر". https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Outdoor-Air-Pollution-2015 (تمّ الولوج إليه بتاريخ 02-04-2022).
(2019)

كرم، ج. وطبّارة، م. (2011). "جودة الهواء والأثر الصحي لصناعة الإسمنت على المناطق الريفية المتحضّرة". International Journal of Applied Environmental Sciences، 6(3)، 337-349.
موراكينيو، أ.، موكغوبو، م. موكولا، م. هانتر، ر. التداعيات الصحية الناجمة عن التعرّض إلى العناصر الحيوية والكيميائية للمواد الجسيميّة القابلة للاستنشاق والتنفس. International Journal of Environmental Research and Public Health 13، 592 (2016)، معرف الغرض الرقمي: ijerph13060592/10.3390.

شركة Thermo Scientific (2019). مواصفات جهاز ADR-1500 لرصد الغبار. https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/ADR1500 (تمّ الولوج إليه بتاريخ 01-04-2022).

اليونيسف لبنان، صندوق الأمم المتحدة الإنمائي لبنان، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين لبنان (2021). " حالة البيئة في لبنان والتطلعات المستقبلية: تحويل الأزمات إلى فرص". https://www.unicef.org/lebanon/media/7161/file/SOER_Report_EN.pdf (تمّ الولوج إليه بتاريخ 02-04-2022).

منظمة الصحة العالمية (2021) (WHO). منظمة الصحة العالمية - صحيفة وقائع: تلوّث الهواء المحيط (الخارجي). https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health (تمّ الولوج إليه بتاريخ 08-03-2022).

منظمة الصحة العالمية (WHO, 2021). مبادئ منظمة الصحة العالمية التوجيهية بشأن جودة الهواء: المواد الجسيميّة (PM2.5 وPM10) والأوزون وثاني أكسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، وأحادي أكسيد الكربون. منظمة الصحة العالمية.
https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329. الرخصة: CC BY-NC-SA 3.0 IGO (تمّ الولوج إليه بتاريخ 08-02-2022).

GREENPEACE
غرينبيس