



الْجَمْعِيَّةُ الْعِلْمِيَّةُ الْمَلَكِيَّةُ
Royal Scientific Society
في خدمة الوطن منذ ١٩٧٠ • For Jordan, since 1970



وزارة البيئة

دراسة نوعية الهواء في المدن الصناعية في المملكة

التقرير النهائي لعام ٢٠١٩

(١ كانون الثاني ٢٠١٩ – ٣١ كانون الأول ٢٠١٩)

مقدم إلى

وزارة البيئة

إعداد

قسم دراسات الهواء

مركز المياه والبيئة

الجمعية العلمية الملكية

حقوق النشر

حقوق النشر محفوظة لوزارة البيئة

ولا يجوز استعمال المعلومات الواردة في هذا التقرير
إلا بعد الحصول على موافقة خطية من الوزارة

المحتويات

رقم الصفحة

د	قائمة الصور والأشكال الواردة ضمن نص التقرير
ط	قائمة الجداول الواردة ضمن نص التقرير
ي	الخلاصة باللغة العربية
م	الخلاصة باللغة الإنجليزية (Summary)
١	١ - المقدمة
١	١-١ المدن الصناعية
١	١-١-١ مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية/عمّان - سحاب
٢	٢-١-١ مدينة الحسن الصناعية/إربد
٢	٣-١-١ مدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية/الكرّك
٢	٢-١ أهداف الدراسة
٣	٣-١ ملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة
٣	١-٣-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)
٤	٢-٣-١ أول أكسيد الكربون (CO)
٤	٣-٣-١ أكاسيد النيتروجين ($NO, NO_2 \text{ \& } NO_x$)
٥	٤-٣-١ الجسيمات الدقيقة بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون ($PM_{2.5}$)
٥	٤-١ مواقع الرصد

٨	٥-١ أسلوب العمل وأجهزة القياس المستخدمة
٩	٢- نتائج الدراسة
٩	١-٢ مدينة الحسن الصناعية/إربد
١٦	٢-٢ مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية/سحاب
٢٤	٣-٢ مدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية/الكرك
٢٨	٣- مناقشة نتائج الدراسة
٢٨	١-٣ مدينة الحسن الصناعية/إربد
٣٢	٢-٣ مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية/سحاب
٣٥	٣-٣ مدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية/الكرك
٣٧	٤-٣ مقارنة بين نتائج الرصد لفترات الدراسات السابقة
٤٢	٤- التوصيات

ملحق (١) : خرائط تبين مواقع الرصد ومصادر التلوث الثابتة

ملحق (٢) : برامج الصيانة الدورية والمعايرة لأجهزة القياس المستخدمة

ملحق (٣) : قيم الارتياح لأعلى المعدلات الساعية واليومية للملوثات الغازية المسجلة في كل موقع

قائمة الصور والأشكال الواردة ضمن نص التقرير

الشكل رقم (١-١): موقع الرصد في سحاب

الشكل رقم (٢-١): موقع الرصد في إربد

الشكل رقم (٣-١): موقع الرصد في الكرك

الشكل رقم (١-٢): المعدلات اليومية وأعلى المعدلات الساعية لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت التي سُجلت في موقع الرصد في إربد خلال

عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٢): أعلى المعدلات الساعية لتراكيز غازات أكاسيد النيتروجين التي سُجلت في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٢): المعدلات اليومية لتراكيز غازات أكاسيد النيتروجين التي سُجلت في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٤-٢): أعلى المعدلات الساعية وأعلى معدل ٨ ساعات لتراكيز غاز أول أكسيد الكربون التي سُجلت في موقع الرصد في إربد

خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٥-٢): المعدلات اليومية لتراكيز الجسيمات ($PM_{2.5}$) التي سُجلت في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٦-٢): المعدلات الشهرية لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين التي سُجلت في موقع الرصد في إربد

خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٧-٢): المعدلات الشهرية لتراكيز غاز أول أكسيد الكربون التي سُجلت في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٨-٢): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٩-٢): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٠-٢): المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (عقدة) واتجاه الرياح السائدة خلال كل شهر من أشهر الرصد في إربد خلال عام

٢٠١٩

الشكل رقم (١١-٢): المعدلات اليومية والمعدلات الساعية القصوى والأدنى المسجلة يومياً للرطوبة النسبية في موقع الرصد في إربد خلال

عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٢-٢): المعدلات اليومية والمعدلات الساعية القصوى والأدنى المسجلة يومياً لدرجة الحرارة في موقع الرصد في إربد خلال عام

٢٠١٩

الشكل رقم (١٣-٢): المعدلات اليومية وأعلى المعدلات الساعية لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت التي سُجلت في موقع الرصد في سحاب

خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٤-٢): أعلى المعدلات الساعية لتراكيز غازات أكاسيد النيتروجين التي سُجلت في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٥-٢): المعدلات اليومية لتراكيز غازات أكاسيد النيتروجين التي سُجلت في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٦-٢): أعلى المعدلات الساعية وأعلى معدل ٨ ساعات لتراكيز غاز أول أكسيد الكربون التي سُجلت في موقع الرصد في

سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٧-٢): المعدلات اليومية لتراكيز الجسيمات ($PM_{2.5}$) التي سُجلت في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٨-٢): المعدلات الشهرية لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين التي سُجلت في موقع الرصد في

سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (١٩-٢): المعدلات الشهرية لتراكيز غاز أول أكسيد الكربون التي سُجلت في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢٠-٢): المعدلات الشهرية لتراكيز الجسيمات ($PM_{2.5}$) التي سُجلت في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢١-٢): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢٢-٢): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢٣-٢): المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (عقدة) واتجاه الرياح السائدة خلال كل شهر من أشهر الرصد في سحاب خلال عام

٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٢٤): المعدلات اليومية والمعدلات الساعية القصوى والأدنى المسجلة يومياً للرطوبة النسبية في موقع الرصد في سحاب

خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٢٥): المعدلات اليومية والمعدلات الساعية القصوى والأدنى المسجلة يومياً لدرجة الحرارة في موقع الرصد في سحاب خلال

عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٢٦): المعدلات اليومية لتراكيز الجسيمات ($PM_{2.5}$) التي سُجلت في موقع الرصد في الكرك خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٢٧): المعدلات الشهرية لتراكيز الجسيمات ($PM_{2.5}$) التي سُجلت في موقع الرصد في الكرك خلال عام ٢٠١٩

شكل رقم (٢-٢٨): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في الكرك خلال عام ٢٠١٩

شكل رقم (٢-٢٩): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في الكرك خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٣٠): المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (عقدة) واتجاه الرياح السائدة خلال كل شهر من أشهر الرصد في الكرك خلال عام

٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٣١): المعدلات اليومية والمعدلات الساعية القصوى والأدنى المسجلة يومياً للرطوبة النسبية في موقع الرصد في الكرك خلال

عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٢-٣٢): المعدلات اليومية والمعدلات الساعية القصوى والأدنى المسجلة يومياً لدرجة الحرارة في موقع الرصد في الكرك خلال

عام ٢٠١٩

الشكل (٣-١): المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غازات ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون ولسرعة الرياح

السائدة لكل ساعة من ساعات اليوم في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٢): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة

الفنية الأردنية رقم (١١٤٠ / ٢٠٠٦) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٣): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه

في القاعدة الفنية الأردنية رقم (١١٤٠ / ٢٠٠٦) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٤): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة

الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٥): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه

في القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٦): المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غازات ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون ولسرعة الرياح

السائدة لكل ساعة من ساعات اليوم في موقع الرصد في سحب خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٧): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في سحب خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في

القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) للجسيمات (PM_{2.5}) خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٨): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في سحب خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه

في القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) للجسيمات (PM_{2.5}) خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-٩): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في سحب خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في

القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) لغاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-١٠): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في سحب خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه

في القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) لغاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-١١): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في الكرك خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في

القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) للجسيمات (PM_{2.5}) خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-١٢): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في الكرك خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه

في القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦ / ١١٤٠) للجسيمات (PM_{2.5}) خلال عام ٢٠١٩

الشكل رقم (٣-١٣): مقارنة بين أعلى المعدلات اليومية ونسب التجاوز اليومية والمعدلات السنوية للجسيمات التي سُجلت في جميع مواقع

الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠١٠ - ٢٠١٩)

الشكل رقم (٣-١٤): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية والمعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت التي سُجلت في جميع مواقع

الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠١٠ - ٢٠١٩)

الشكل رقم (٣-١٥): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية والمعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين التي سُجلت في جميع

مواقع الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠١٠ - ٢٠١٩)

الشكل رقم (٣-١٦): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية ومعدلات ٨ - ساعات والمعدلات السنوية لغاز أول أكسيد الكربون التي سُجلت في

جميع مواقع الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠١٠ - ٢٠١٩)

قائمة الجداول الواردة ضمن نص التقرير

جدول رقم (١-١): الحدود القصوى المسموح بها لملوثات الهواء المحيط لتي تم رصدها في الدراسة (القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠).

جدول رقم (٢-١): مواقع رصد الملوثات في سحب وإربد والكرك بالنسبة للمدن الصناعية.

جدول رقم (٣-١): ملخص وصف مواقع رصد الملوثات في المدن الصناعية في سحب وإربد والكرك.

جدول رقم (٤-١): الأجهزة المستخدمة في رصد نوعية الهواء المحيط في المدن الصناعية في سحب وإربد والكرك.

جدول رقم (١-٢): أعلى المعدلات الساعية للملوثات الغازية في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩.

جدول رقم (٢-٢): أعلى المعدلات اليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت وغازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩.

جدول رقم (٣-٢): أعلى المعدلات الساعية للملوثات الغازية في موقع الرصد في سحب خلال عام ٢٠١٩.

جدول رقم (٤-٢): أعلى المعدلات اليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت وغازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في سحب خلال عام ٢٠١٩.

الخلاصة

إن التطور الصناعي والخدمي الذي تشهده المملكة والذي يرافقه زيادة التعداد السكاني وما يسببه ذلك من زيادة في استهلاك الكهرباء وفي عدد المركبات يؤدي إلى زيادة انبعاث الملوثات التي من شأنها التأثير على نوعية الهواء في العديد من المناطق وبالتالي التأثير على البيئة وعلى صحة الإنسان وراحته. من هنا تأتي أهمية مراقبة نوعية الهواء خاصة في المناطق المأهولة القريبة من النشاطات الصناعية والخدمية وحركة السير الكثيف. وانطلاقاً من واجبات واهتمام وزارة البيئة بمراقبة نوعية الهواء في المملكة فقد وقعت اتفاقية رقم ٢٠٠٨/٧٥ مع قسم دراسات الهواء / مركز المياه والبيئة في الجمعية العلمية الملكية للقيام بدراسة نوعية الهواء في محيط ثلاث مدن صناعية وهي مدينة الحسن الصناعية في إربد ومدينة عبد الله الثاني ابن الحسين الصناعية في سحاب ومدينة الحسين ابن عبد الله الثاني الصناعية في الكرك.

لقد تمت دراسة مستويات الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$) في جميع مواقع الرصد كما وتمت دراسة مستويات أكاسيد النيتروجين (NO , NO_2 , NO_x) وأول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في موقعي الرصد في إربد وسحاب حيث أن هذه الملوثات تنتج من حرق الوقود في الصناعات والمركبات الخفيفة والثقيلة، ويجدر بالذكر أن نسبة الكبريت مرتفعة نسبياً في الديزل والوقود الثقيل المستخدم في الأردن.

هدفت هذه الدراسة والتي استمرت للفترة (٢٠١٩/١/١ - ٢٠١٩/١٢/٣١) إلى تحديد مستويات الملوثات الغازية والجسيمات الدقيقة في المناطق الثلاث المشار إليها أعلاه ومقارنتها فيما بينها وبالحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ ودراسة تغير نوعية الهواء مع الوقت. كما هدفت الدراسة إلى تقديم النتائج والمقترحات لمتخذي القرار لمساعدتهم على اتخاذ الإجراءات والقرارات المستندة إلى معلومات الرصد والتي من شأنها تحسين نوعية الهواء في تلك المناطق.

أظهرت نتائج الدراسة التالي:

- كانت مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز أول أكسيد الكربون في موقع الرصد في سحاب ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ لفترة الدراسة الحالية. وتجاوزت مستويات غاز ثاني أكسيد النيتروجين والجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون لفترة الرصد الحالية الحدود الساعية واليومية المنصوص عليهما في المواصفة الوطنية. كانت الرياح السائدة في موقع الرصد في سحاب هي الرياح الساكنة بنسبة ٨٠,٨% تلتها الرياح الجنوبية بنسبة ٩,٠%.

- كانت مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت والجسيمات في موقع الرصد في إربد مرتفعة وقد تجاوزت الحدود الساعية واليومية المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠. فيما كانت مستويات غاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد الكربون ضمن الحدود المنصوص عليها في المواصفة الوطنية. كانت الرياح السائدة في موقع الرصد في إربد هي الرياح الساكنة بنسبة ٥٨,٧% تلتها الرياح الشمالية بنسبة ٢٤,٨%.

- على الرغم من تسجيل ٣ تجاوزات يومية للجسيمات ($PM_{2.5}$) في موقع الرصد في الكرك خلال فترة الدراسة الحالية، إلا أنها لم تتجاوز عدد مرات التجاوز المسموح بها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠. كانت الرياح السائدة في موقع الرصد في الكرك هي الرياح الساكنة بنسبة ٥٧,٢% تلتها الرياح الشمالية الغربية بنسبة ٧,٢٠%.

وقد خلصت الدراسة إلى بعض التوصيات أهمها الاستمرار في مراقبة نوعية الهواء في مناطق الرصد الحالية وشمول مناطق وملوثات هواء أخرى ضمن برنامج رصد نوعية الهواء المحيط.

الجدول في الصفحة التالية يظهر ملخصاً لنتائج رصد المعدلات الساعية واليومية للملوثات في مواقع الرصد خلال عام ٢٠١٩.

ملخص نتائج الرصد في مواقع الرصد خلال عام ٢٠١٩

الملوثات	الموقع	أعلى معدل ساعي (جزء في المليون)	أعلى معدل يومي (جزء في المليون)	عدد تجاوزات المعدلات الساعية لحد الموصفة	عدد المعدلات اليومية تجاوزات لحد الموصفة	المعدل السنوي (جزء في المليون)
SO ₂	إربد	١,٢٦٥	٠,٣٨٥	٣٣	٤	٠,٠٠٧
NO ₂		٠,٠٤٨	٠,٠٢٢	صفر	صفر	٠,٠٠٧
NO		٠,٢٩٨	٠,٠٢٩	لا يوجد حدود في الموصفة		٠,٠٠٤
NOx		٠,٣٢٩	٠,٠٣٩			٠,٠١١
CO		٢,١٠	١,٩٢ *	صفر	صفر **	٠,٧٧
PM _{2.5}		--	١٢٩ ميكروغرام/م ^٣	لا يوجد حد في الموصفة	٨	لم يتم احتساب المعدل السنوي لأن نسبة الرصد (٣٤%) أقل من ٥٠%
SO ₂	سحاب	٠,٢٢٤	٠,٠٣٦	صفر	صفر	٠,٠٠٤
NO ₂		٠,٢٤٨	٠,٠٨٩	١٠	٣	٠,٠٢٥
NO		٢,٣٢٤	٠,٤٥٣	لا يوجد حدود في الموصفة		٠,٠١٦
NOx		٢,٤٣٩	٠,٥١٤			٠,٠٤١
CO		٦,٣٤	٤,٤٨ *	صفر	صفر **	٢,٤٥
PM _{2.5}		--	٩٢ ميكروغرام/م ^٣	لا يوجد حد في الموصفة	٩	٢٩ ميكروغرام/م ^٣
PM _{2.5}	الكرك	--	١٩٠ ميكروغرام/م ^٣	لا يوجد حد في الموصفة	٣	٢٠ ميكروغرام/م ^٣
الحدود القصوى المسموح بها لملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة (القاعدة الفنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠)						
عنصر القياس	SO ₂	NO ₂	NO	NOx	CO	PM _{2.5}
الحد الساعي	٠,٣ جزء في المليون	٠,٢١ جزء في المليون	لا يوجد حدود في الموصفة			لا يوجد حد في الموصفة
الحد اليومي	٠,١٤ جزء في المليون	٠,٠٨ جزء في المليون				٢٥ ميكروغرام/م ^٣
الحد السنوي	٠,٠٤ جزء في المليون	٠,٠٥ جزء في المليون				١٥ ميكروغرام/م ^٣

*أعلى معدل ٨ ساعات.

** عدد تجاوزات معدلات الـ ٨ ساعات لحد الموصفة.

*** حد الـ ٨ ساعات

Summary

The development of industrial and services sectors in Jordan, accompanied by the increase of Jordanian population, electricity consumption and the number of vehicles (increase of fuel consumption) results in an increase in the pollutants' levels in the ambient air, which in turn causes degradation of the air quality in many areas and adversely impacts the public health. Therefore, it is so important to study the ambient air quality of the residential areas that are close to the air pollution sources. Ministry of Environment, based on its mandate, signed agreement No. 75/2008 with Air Studies Division/ Water & Environment Centre of the Royal Scientific Society to study the ambient air quality of three areas vulnerable to air pollution, these areas are close to the following industrial estates: Al Hasan industrial estate in Irbid, Abdullah II bin Hussein industrial estate in Sahab and Hussien bin Abudullah II industrial estate in Karak.

Levels of inhalable particulate matter with aerodynamic diameter equals to or less than 2.5 micron ($PM_{2.5}$) were studied in the above-mentioned three locations. While the levels of nitrogen oxides (NO , NO_2 & NO_x), carbon monoxide (CO) and sulfur dioxide (SO_2) were studied in Irbid and Sahab as these pollutants result from fuel burning in both stationary and mobile sources, taking into consideration the relatively high sulfur content in the Jordanian heavy fuel oil and diesel.

The main aim of this study that lasted during the period (1/1/2019 – 31/12/2019) is to identify the air pollutants levels in the above-mentioned three areas and to compare the recorded hourly, daily and yearly averages of different air pollutants with the Jordanian standards JS 1140/2006 and to study the air quality changes with time. The study aimed also at helping the decision makers in identifying and enhancing the implementation of the proper measures that could improve the environmental conditions in the study areas.

The main results of the study are:

- Sulfur dioxide (SO_2) and carbon monoxide (CO) levels at Sahab site were within the allowable limits stated in JS 1140/2006 during the current study period. Nitrogen dioxide (NO_2) and $PM_{2.5}$ levels for this study period exceeded the hourly and daily limits stated in JS 1140/2006. The prevailing wind direction at Sahab site was calm wind with 80.8% followed by southern wind with 9.0%.
- Levels of SO_2 and $PM_{2.5}$ at the monitoring site in Irbid were high and exceeded the hourly and daily limits stated in JS 1140/2006. While the levels of nitrogen dioxide and carbon monoxide were within the limits stated in JS 1140/2006. The

prevailing wind direction at Irbid site was calm wind with 58.7% followed by northern wind with 24.8%.

- Although three daily exceedances of $PM_{2.5}$ were recorded at the monitoring site in Karak during the current study period, they did not exceed the allowable number of exceedances stated in JS 1140/2006. The prevailing wind direction at the monitoring site in Karak was calm wind with 72.5%, followed by northwest wind with 20.7%.

The most important recommended actions this study suggests are; to continue ambient air quality monitoring in the current areas, to increase the spatial coverage of air quality monitoring and to include other air pollutants to the monitoring program.

١. المقدمة

تهدف شركة المدن الصناعية الأردنية التي أنشئت عام ١٩٨٠م إلى إقامة مدن صناعية في كافة أقاليم المملكة لتكون مناطق مجهزة بالبنية التحتية اللازمة تجمع داخل حدودها مختلف الصناعات. ويوجد في الأردن حالياً ٦ مدن صناعية قائمة موزعة في مدينة عبدالله الثاني الصناعية في سحاب ومدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية في الكرك ومدينة الحسن في إربد ومدينة الموقر الصناعية ومدينة العقبة الدولية ومدينة المفرق الصناعية.

وحيث أن النشاطات الصناعية قد تؤدي إلى تلوث الهواء المحيط الذي يؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على صحة الإنسان وراحته، فإن هنالك حاجة لمراقبة نوعية الهواء خاصة في المناطق المأهولة القريبة من المدن الصناعية. وحسب قانون حماية البيئة رقم (٦) لسنة ٢٠١٧، فإن وزارة البيئة هي الجهة المختصة بحماية البيئة في المملكة وهي المسؤولة عن مراقبة وقياس عناصر البيئة ومكوناتها ومتابعتها من خلال المراكز العلمية التي تعتمدها الوزارة وفقاً للمعايير المعتمدة. لذلك فقد قامت الوزارة بتوقيع اتفاقية رقم ٢٠٠٨/٧٥ مع الجمعية العلمية الملكية لرصد نوعية الهواء المحيط بشكل متواصل في ثلاثة مواقع قريبة من المدن الصناعية في سحاب وإربد والكرك. حيث يشمل الرصد مراقبة مستويات الجسيمات الدقيقة العالقة بالهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون ($PM_{2.5}$) بالإضافة إلى رصد سرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية ودرجة الحرارة في مواقع الرصد الثلاثة. كما يشمل الرصد مراقبة مستويات غازات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وأول أكسيد الكربون (CO) وأكاسيد النيتروجين (NO, NO_2, NO_x) بشكل متواصل في موقعي الرصد في سحاب وإربد. ومن الجدير بالذكر بأن قسم دراسات الهواء حاصل على نظام الاعتماد الأردني في ISO17025:2017 من قبل وحدة الاعتماد الوطني (JAS) لقياسات غازات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وأول أكسيد الكربون (CO) وأكاسيد النيتروجين (NO, NO_2, NO_x).

يغطي هذا التقرير السنوي نتائج الرصد التي تم الحصول عليها خلال فترة الرصد من ٢٠١٩/١/١ ولغاية ٢٠١٩/١٢/٣١.

١-١ المدن الصناعية^١

١-١-١ مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية/عمّان - سحاب

تعتبر مدينة عبد الله الثاني ابن الحسين الصناعية أكبر مدينة صناعية في المملكة حيث تم إنشاؤها عام ١٩٨٤م. تقع هذه المدينة الصناعية على بعد ١٢ كم جنوب شرق العاصمة عمّان و ٢ كم عن مركز مدينة سحاب الواقعة على بعد ٣ كيلومترات جنوب حدود عمّان الكبرى. تبلغ المساحة الكلية لمدينة عبد الله الثاني ابن الحسين الصناعية (٢٥٣٠) دونم وتضم ما يزيد عن ٤٦٧ شركة صناعية تمثل استثمارات عربية وأجنبية ومشاركة ووفرت (١٥٦٧٥) فرصة عمل.

^١ التقرير السنوي لعام ٢٠١٧ المنشور على الموقع الإلكتروني لشركة المدن الصناعية الأردنية.

تشمل هذه المدينة الصناعية القطاعات التالية: قطاع الصناعات الغذائية وقطاع الصناعات الدوائية وقطاع الصناعات الهندسية (الكهربائية والمعدنية) وقطاع الصناعات البلاستيكية والمطاطية وقطاع الصناعات الكيماوية وقطاع الصناعات النسيجية والقطنية وقطاع صناعة الأثاث الخشبي والمعدني وقطاع الصناعات الورقية والتعبئة والتغليف والطباعة وقطاع الصناعات الجلدية وقطاع الصناعات الإنشائية وقطاع الخدمات.

٢-١-١ مدينة الحسن الصناعية/إربد

تقع مدينة الحسن الصناعية على بعد ٧٥ كم شمال مدينة عمان وقد تم اعتمادها كأول مدينة صناعية مؤهلة تبلغ مساحتها (١١٧٨) دونم. تم تنفيذها على ثلاث مراحل، واستقطبت (١٥٠) شركة صناعية ووفرت المشاريع العاملة في هذه المدينة (٣١٧٩٦) فرصة عمل. تم إنشاء مدينة الحسن الصناعية عام ١٩٩١م. تقع مدينة الحسن الصناعية في شمال مدينة إربد وتحديداً بين مدينتي إربد والرمثا بالقرب من جامعة العلوم والتكنولوجيا على الطريق الواصل بين مدينتي المفرق وإربد.

تشمل هذه المدينة الصناعية القطاعات التالية: قطاع الصناعات الغذائية وقطاع الصناعات الدوائية وقطاع الصناعات الهندسية وقطاع الصناعات البلاستيكية والمطاطية وقطاع الصناعات الكيماوية وقطاع الصناعات النسيجية وقطاع الخدمات.

٣-١-١ مدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية/الكرك

تعتبر مدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية ثاني مدينة صناعية حكومية مؤهلة، تبعد ١١٨ كم جنوب مدينة عمان وترتبط بميناء العقبة على البحر الأحمر بطريق سريع، تبلغ مساحتها الإجمالية (١٨٥٦) دونم واستقطبت هذه المدينة (٣٩) شركة صناعية ووفرت (٤١١٤) فرصة عمل. يبلغ عدد الشركات المنتجة في المدينة الصناعية في الكرك حتى عام ٢٠١٥ (٢٤) شركة موزعة على القطاعات التالية: نسيجية وغذائية ودوائية وإنشائية وبلاستيكية وكيماوية.

٢-١ أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة والتي امتدت من ٢٠١٩/١/١ - ٢٠١٩/١٢/٣١ إلى:

- تحديد مستويات الملوثات الغازية والجسيمات الدقيقة في المدن الصناعية في سحاب وإربد والكرك ومقارنتها بالحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (٢٠٠٦/١١٤٠). يبين الجدول

رقم (١-١) الحدود القصوى المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية للملوثات التي تم رصدها في هذه المواقع.

- إنشاء قاعدة بيانات لنوعية الهواء المحيط في الأردن والتي تساعد أصحاب القرار لاتخاذ الإجراءات اللازمة ووضع الإستراتيجيات والسياسات الملائمة.
- تقييم التغير السنوي في نوعية الهواء المحيط في المناطق المرصودة.
- مقارنة حالة نوعية الهواء المحيط في المناطق الصناعية في الأردن حسب الظروف المختلفة مثل الموقع والمناخ وحجم الصناعات، إلخ.
- تقديم النتائج والمقترحات لمتخذي القرار لمساعدتهم على اتخاذ الإجراءات والقرارات المستندة على معلومات الرصد.
- تقييم مدى الالتزام و/أو التقدم المحرز نحو تحقيق معايير نوعية الهواء المحيط.

جدول رقم (١-١): الحدود القصوى المسموح بها لملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة (القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠).

الملوثات	زمن المعدل المأخوذ	الحد الأقصى المسموح به	عدد مرات التجاوز المسموحة
ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	ساعة واحدة	٠,٣ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
	٢٤ ساعة	٠,١٤ جزء في المليون	مرة واحدة في السنة
	سنوي	٠,٠٤ جزء في المليون	----
أول أكسيد الكربون (CO)	ساعة واحدة	٢٦ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
	٨ ساعات	٩ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)	ساعة واحدة	٠,٢١ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
	٢٤ ساعة	٠,٠٨ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
	سنوي	٠,٠٥ جزء في المليون	----
الجسيمات الدقيقة بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون ($PM_{2.5}$)	٢٤ ساعة	٦٥ ميكروغرام/م ^٣	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
	سنوي	١٥ ميكروغرام/م ^٣	----

٣-١ ملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة

١-٣-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) غاز عديم اللون له رائحة نفاذة. المصادر الرئيسية لانبعاث هذا الغاز هي منشآت صهر الكبريت المعدني ومحطات توليد الطاقة ومعامل تكرير النفط وغيرها من الصناعات والنشاطات التي يُحرق فيها الوقود

الذي يحتوي على نسبة من شائب الكبريت. كما ينبعث هذا الغاز من مصادر طبيعية مثل البراكين وتحلل المواد العضوية.

يسبب التعرض لهذا الغاز تهيجاً في أغشية العين والجهاز التنفسي بدرجات مختلفة وذلك حسب تركيزه في الهواء المستنشق ومدة التعرض له وكذلك حسب حساسية الشخص المتعرض له وتواجده مع ملوثات أخرى مثل الجسيمات والأوزون حيث أنه من الممكن أن يسبب أمراضاً مزمنة مثل الربو والتهاب الشعب الرئوية. كما أنه إلى جانب أكاسيد النيتروجين، يكون المطر الحمضي الذي قد يقتل الحياة الفطرية والأشجار ويتلف المباني والمواد والممتلكات.

١-٣-٢ أول أكسيد الكربون (CO)

أول أكسيد الكربون (CO) هو غاز سام لا لون ولا رائحة له وهو أحد النواتج الجانبية للحرق غير التام للوقود. لا يؤدي استنشاق هذا الغاز إلى ضرر ملحوظ في الرئتين إلا أنه يقلل من قدرة الدم على حمل الأكسجين حيث يتفاعل كيميائياً مع الهيموجلوبين. إن التعرض لتراكيز منخفضة من أول أكسيد الكربون يؤدي إلى الدوار والغثيان والصداع وانخفاض القدرة على التركيز وتردي القدرة على الأداء والقيام بالمهام اليومية. بينما يؤدي التعرض للتراكيز العالية، والذي قد يحدث في المناطق المغلقة، إلى التسمم الحاد والذي ينتج عنه فقدان الوعي وحتى الموت نتيجة الاختناق. إن تعرض بعض المجموعات الحساسة مثل الحوامل وكبار السن والمرضى والذين يعانون من بعض الأمراض المزمنة مثل التهاب الشعب الهوائية المزمن أو فقر الدم على جميع أنواعه إلى تراكيز من غاز أول أكسيد الكربون يسبب أخطاراً صحية.

١-٣-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO₂, NO_x)

تعرف أكاسيد النيتروجين (NO_x) بالمجموع الكلي لكل من ثاني أكسيد النيتروجين (NO₂) وأول أكسيد النيتروجين (NO). وتتكون هذه الأكاسيد كناتج لجميع عمليات الاحتراق على درجات حرارة عالية التي يدخل فيها الهواء نتيجة لأكسدة النيتروجين الجوي بدرجات الحرارة العالية. وعلى الرغم من أن غاز أول أكسيد النيتروجين يكون الناتج الأساسي إلا أنه لا يعتبر ذو تأثير سيئ على صحة الإنسان.

غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO₂) هو غاز بني يميل إلى الحمرة. ينطلق جزء من هذا الغاز نتيجة الاحتراق بينما تكون معظم تراكيزه في الهواء المحيط نتيجة أكسدة غاز أول أكسيد النيتروجين خلال العمليات المختلفة، مثلاً عن طريق الأوزون حيث يمكن أن يواصل الأكسدة للحصول على نواتج أشد تأكسداً مثل حامض النيتريك (HNO₃) والذي يؤدي بالإضافة لحامض الكبريتيك الذي ينتج من تأكسد ثاني أكسيد الكبريت إلى ظاهرة المطر الحمضي.

إن التعرض لغاز ثاني أكسيد النيتروجين يؤدي إلى مهاجمته أنسجة الرئتين وطرق التنفس فهو يقلل من مقاومة الجسم للجراثيم بتركيزات منخفضة مما يؤدي إلى تهيج الرئتين والعينين. ولدى التعرض لتركيزات مرتفعة؛ يضعف هذا الغاز مقاومة الجسم للأمراض التنفسية مثل التهاب الرئتين.

تظهر الأبحاث أن الأطفال هم المجموعة الأكثر حساسية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين حيث يميلون أكثر من غيرهم للإصابة بمختلف الأمراض التنفسية. كما يعتبر المرضى الذين يصابون بالربو هم مجموعة حساسة بشكل خاص لهذا الغاز.

١-٣-٤ الجسيمات الدقيقة بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون ($PM_{2.5}$)

هناك عدة مصادر للجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$) في الهواء المحيط فبالإضافة للمصادر الطبيعية، تنبعث هذه الجسيمات من وسائل النقل خاصة التي تعمل بالديزل والدخان المنبعث من مصادر الاحتراق المختلفة والحرائق واستخراج المعادن والبناء، إلخ. تظهر عادة آثار التعرض لهذه الجسيمات من خلال السعال وإثارة القسبة الهوائية والعينين وحيث أن الجسيمات بهذا الحجم صغيرة بما فيه الكفاية لتغلغل داخل الشعبات الدقيقة في الرئتين فإنها تعتبر الأخطر على الرئتين. يعتبر الأشخاص الذين يعانون من أمراض تنفسية معينة مزمنة مثل الربو هم الأكثر حساسية من التعرض لهذه الجسيمات.

١-٤ مواقع الرصد

تم اختيار مواقع الرصد لتكون معبرة عن المناطق السكنية الأقرب لمصادر التلوث من الصناعات المختلفة في المدن الصناعية في سحاب وإربد والكرك وتقع ما أمكن في مهب الرياح السائدة بعد مرورها بالمدينة الصناعية (downwind) وقد تم إنشاء كرفانات مهياة ومكيفة لأجهزة الرصد. وقد تم اختيار مواقع الرصد بحيث تغطي أهم التجمعات السكانية والتي تتعرض لمصادر تلوث الهواء المختلفة سواء كانت مصادر متحركة أو مصادر ثابتة. يبين الجدول رقم (١-٢) والخرائط في ملحق رقم (١) مواقع الرصد بالنسبة للمدن الصناعية. بينما يبين الجدول رقم (١-٣) والصور رقم (١-١) - (١-٣) وصفاً لمواقع الرصد. ومن الجدير بالذكر أنه تم أيضاً رصد سرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية ودرجة الحرارة بشكل مستمر على مدار الساعة في جميع مواقع الرصد.

يوجد في مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية/سحاب محطة لمعالجة مياه الصرف الصناعي ويوجد بالقرب منها العديد من منشآت الحجر. تم مراقبة نوعية الهواء في موقع واحد يقع شمال شرق المدينة الصناعية تم فيه رصد تركيز غازات أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت والجسيمات الدقيقة بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون. ويُقدر عدد سكان منطقة سحاب في محافظة عمان حتى نهاية عام ٢٠١٩ بـ ١٨٧٣٣٠.

^٢ عدد سكان المملكة المقدر حسب البلدية والجنس في نهاية ٢٠١٩، دائرة الإحصاءات العامة



الشكل رقم (١-١): موقع الرصد في سحاب

من المصادر الرئيسية لتلوث الهواء في المدينة الصناعية في إربد مختلف الصناعات الغذائية والصناعات الدوائية والدهانات وتصنيع الملابس إضافة إلى محطة معالجة مياه الصرف الصناعي. تم مراقبة نوعية الهواء في موقع واحد يقع إلى الجنوب الشرقي من المدينة الصناعية حيث تم رصد تركيز غازات أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت والجسيمات الدقيقة بقطر يقل عن ٢,٥ ميكرون. ويُقدر عدد سكان محافظة إربد حتى نهاية عام ٢٠١٩ بـ ٣١٩٥٧٠٠٠.



الشكل رقم (٢-١): موقع الرصد في إربد

^٣ عدد سكان المملكة المقدر حسب البلدية والجنس في نهاية ٢٠١٩، دائرة الإحصاءات العامة

تعتبر صناعة الألبسة في المدينة الصناعية في الكرك من المصادر الرئيسية لتلوث الهواء المحيط بالملوثات الغازية الناتجة من احتراق الوقود والجسيمات الدقيقة الناتجة عن احتراق الوقود وعمليات الإنتاج. تم مراقبة نوعية الهواء في موقع واحد يقع إلى الجنوب الشرقي - الشرقي من المدينة الصناعية تم فيه رصد الجسيمات الدقيقة بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون. ويُقدر عدد سكان محافظة الكرك حتى نهاية عام ٢٠١٩ بـ ٣٥٠.٠٠٠^٤.



الشكل رقم (١-٣): موقع الرصد في الكرك

جدول رقم (١-٢): مواقع رصد الملوثات في سحاب وإربد والكرك بالنسبة للمدن الصناعية.

مواقع الرصد	الإحداثيات (UTM)	بُعد واتجاه موقع الرصد بالنسبة للمدينة الصناعية	الملوثات التي يتم رصدها
سحاب	216960.00 m E 3529809.00 m N	شمال شرق مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية.	SO ₂ , CO, NOx & PM _{2.5}
إربد	220982.00 m E 3599357.00 m N	على الحدود الجنوبية الشرقية لمدينة الحسن الصناعية.	SO ₂ , CO, NOx & PM _{2.5}
الكرك	770694.00 m E 3456240.00 m N	على الحدود الجنوبية الشرقية - الشرقية لمدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية.	PM _{2.5}

جدول رقم (١-٣): ملخص وصف مواقع رصد الملوثات في المدن الصناعية في سحاب وإربد والكرك.

مواقع الرصد	ارتفاع مدخل العينات عن سطح الأرض (م)	بعد موقع الرصد عن أقرب مبنى (م)	بعد موقع الرصد عن أقرب شجرة (م)	بعد موقع الرصد عن أقرب شارع (م)
سحاب	٧ ≈	٢٠ ≈	١٠ ≈	٥ >
إربد	٣ ≈	٥٠ ≈	لا يوجد أشجار قريبة	٥ >
الكرك	٣ ≈	١٥ ≈	٢ ≈	٢٠ <

^٤ عدد سكان المملكة المقدّر حسب البلدية والجنس في نهاية ٢٠١٩، دائرة الإحصاءات العامة

٥-١ أسلوب العمل وأجهزة القياس المستخدمة

يبين الجدول رقم (١-٤) الأجهزة المستخدمة في عملية الرصد، ومبدأ عمل كل منها. تمّ رصد تراكيز ملوثات الهواء الغازية باستخدام أجهزة تحليل غازات أوتوماتيكية، حيث تأخذ عينات من الهواء المحيط بشكل متواصل، تحلل هذه العينات وتخزن نتائج التحليل على شكل معدلات ساعية لتركيز الغاز في الهواء المحيط. حيث تتم المعايرة الدورية للأجهزة باستخدام غاز معياري ذو تركيز محدد يقع ضمن مجال قياس الجهاز للتأكد من دقة عمل الأجهزة وتعديل استجابتها وصيانتها عند الضرورة. ويبين الجدول رقم (٥) في الملحق رقم (٢) نوع ودورية إجراء المعايرة المطلوبة.

بينما يتمّ رصد الجسيمات الدقيقة بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون باستخدام أجهزة أوتوماتيكية تعمل على مبدأ (Beta Attenuation) معتمدة من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) ومزودة بمداخل خاصة تعمل على فصل الدقائق التي يزيد قطرها عن ٢,٥ ميكرون كما تم تنفيذ الصيانة الوقائية والمعايرة كما هو مبين في الجداول المرفقة في الملحق رقم (٢).

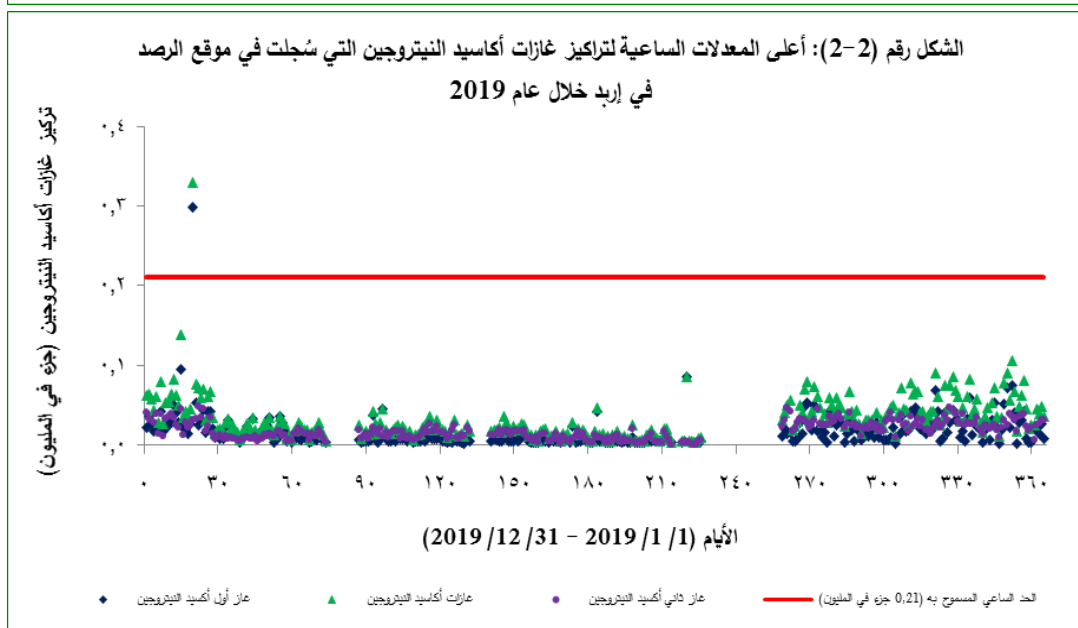
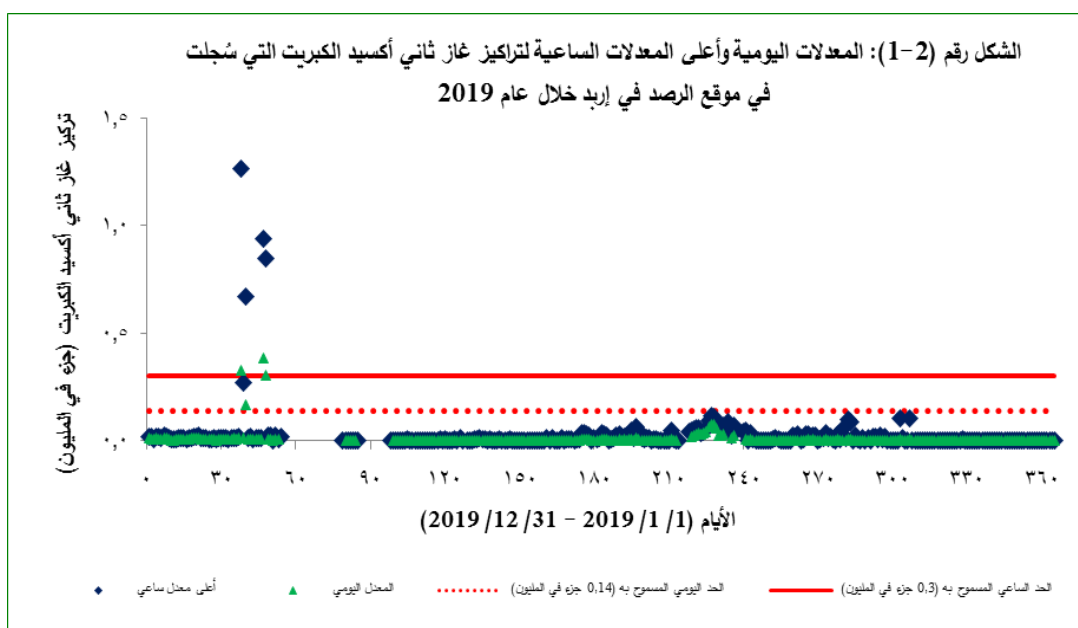
جدول رقم (١-٤): الأجهزة المستخدمة في رصد نوعية الهواء المحيط في المدن الصناعية في سحاب وإربد والكرّك.

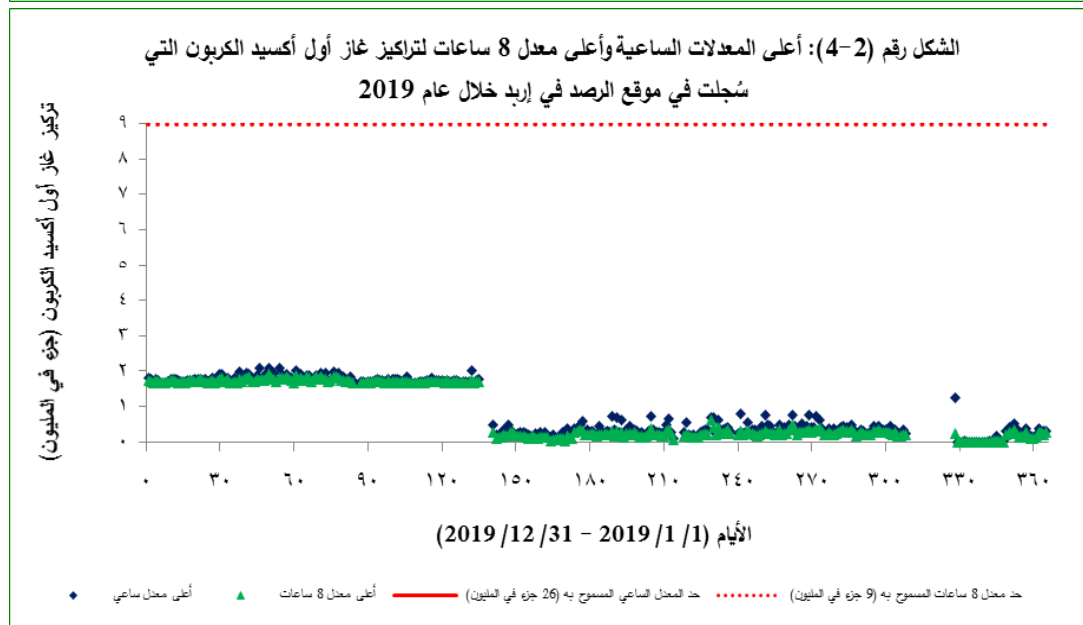
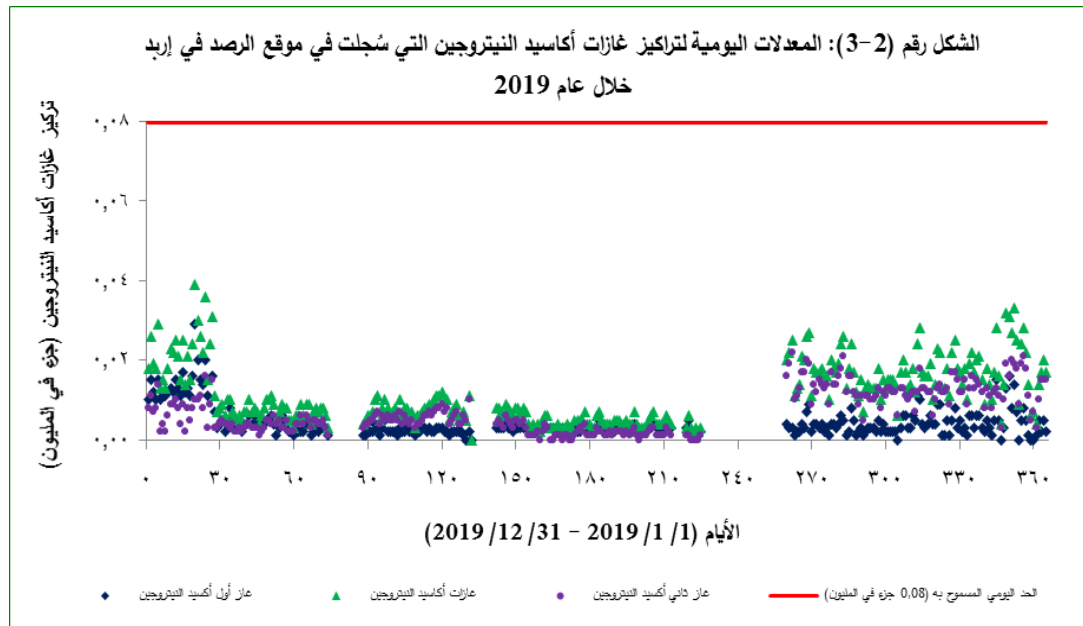
اسم الجهاز	مبدأ عمله	عمل الجهاز	الموقع
Sulfur Dioxide Analyzer	UV- Fluorescence	رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط بشكل متواصل	سحاب وإربد
Nitrogen Oxides (NO, NO ₂ & NO _x) Analyzer	Chemiluminescence (NO, NO ₂ & NO _x)	رصد غازات أكاسيد النيتروجين (NO _x , NO ₂ & NO) في الهواء المحيط بشكل متواصل	سحاب وإربد
Carbon Monoxide (CO) Analyzer	Infrared	رصد غاز أول أكسيد الكربون (CO) في الهواء المحيط بشكل متواصل	سحاب وإربد
Particulate Matter (PM _{2.5}) Monitor	Beta-Attenuation	رصد الجسيمات الدقيقة (PM _{2.5}) في الهواء المحيط بشكل متواصل	سحاب وإربد والكرّك
Wind Speed and Direction, Relative Humidity and Temperature	-----	تسجيل سرعة واتجاه الرياح، ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء المحيط إلكترونياً وبشكل متواصل	سحاب وإربد والكرّك

٢. نتائج الدراسة

١-٢ مدينة الحسن الصناعية/إربد

تم رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت وغازات أكاسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد الكربون والجسيمات بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون في موقع الرصد في إربد. وقد أظهرت نتائج الرصد خلال عام ٢٠١٩ أن مستويات غاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد الكربون كانت ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ كما هو مبين في الأشكال من (١-٢) إلى (٤-٢)، في حين تجاوزت المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.





ويظهر الجدول رقم (٢-١) أعلى المعدلات الساعية للملوثات الغازية التي تم رصدها في هذا الموقع، فقد بلغ أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد الكبريت ١,٢٦٥ جزء في المليون و٠,٠٤٨ جزء في المليون لغاز ثاني أكسيد النيتروجين و ٢,١٠ جزء في المليون لغاز أول أكسيد الكربون. كما يبين الجدول رقم (٢-٢) أن أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد الكبريت بلغ ٠,٣٨٥ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٩/٢/١٦ في حين بلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين ٠,٠٢٢ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٩/٩/١٩.

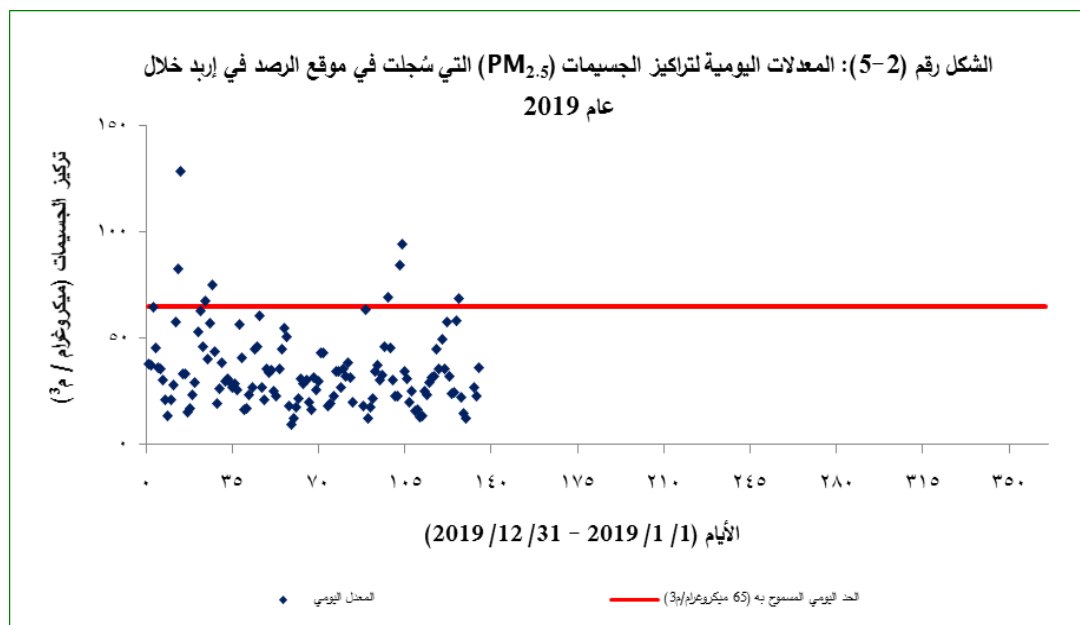
جدول رقم (٢-١): أعلى المعدلات الساعية للملوثات الغازية في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩.

الغاز	أعلى معدل ساعي (جزء في المليون)	وقت حدوث أعلى معدل ساعي - تاريخ الحدث	عدد تجاوزات المعدلات الساعية لحد الموصافة	النسبة المئوية لتجاوزات المعدلات الساعية (%)
غاز ثاني أكسيد الكبريت	١,٢٦٥	٣:٠٠ ٢٠١٩/٢/٧	٣٣	٠,٤٣٣
غاز ثاني أكسيد النيتروجين	٠,٠٤٨	١٨:٠٠ ٢٠١٩/١/٢٢	صفر	صفر
غاز أول أكسيد النيتروجين	٠,٢٩٨	١٧:٠٠ ٢٠١٩/١/٢٠	لا يوجد حد في المواصفات الوطنية	
غازات أكاسيد النيتروجين	٠,٣٢٩	١٧:٠٠ ٢٠١٩/١/٢٠		
الغاز	أعلى معدل ساعي (جزء في المليون)	وقت حدوث أعلى معدل ساعي - تاريخ الحدث	أعلى معدل ٨-ساعات (جزء في المليون)	تاريخ حدوث أعلى معدل ٨-ساعات
غاز أول أكسيد الكربون	٢,١٠	١٠:٠٠ ٢٠١٩/٢/١٩	١,٩٢	٢٠١٩/٢/١٩

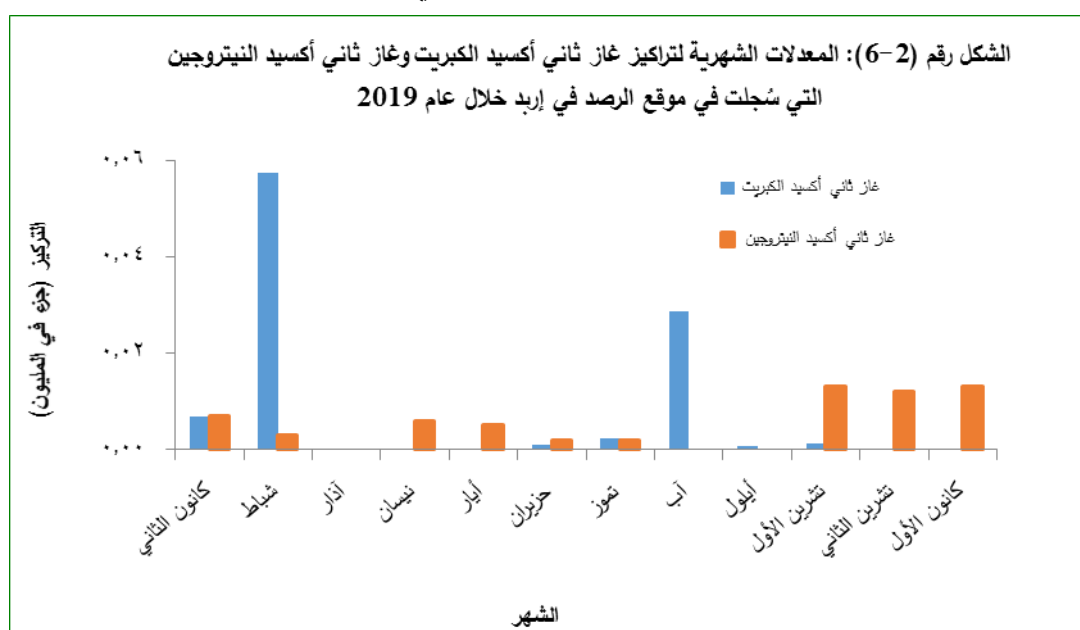
جدول رقم (٢-٢): أعلى المعدلات اليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت وغازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩.

الغاز	أعلى معدل يومي (جزء في المليون)	تاريخ حدوث أعلى معدل يومي	عدد تجاوزات المعدلات اليومية لحد الموصافة	النسبة المئوية لتجاوزات المعدلات اليومية (%)
غاز ثاني أكسيد الكبريت	٠,٣٨٥	٢٠١٩/٢/١٦	٤	١,٢٣٥
غاز ثاني أكسيد النيتروجين	٠,٠٢٢	٢٠١٩/٩/١٩	صفر	صفر
غاز أول أكسيد النيتروجين	٠,٠٢٩	٢٠١٩/١/٢٠	لا يوجد حد في المواصفات الوطنية	
غازات أكاسيد النيتروجين	٠,٠٣٩	٢٠١٩/١/٢٠		

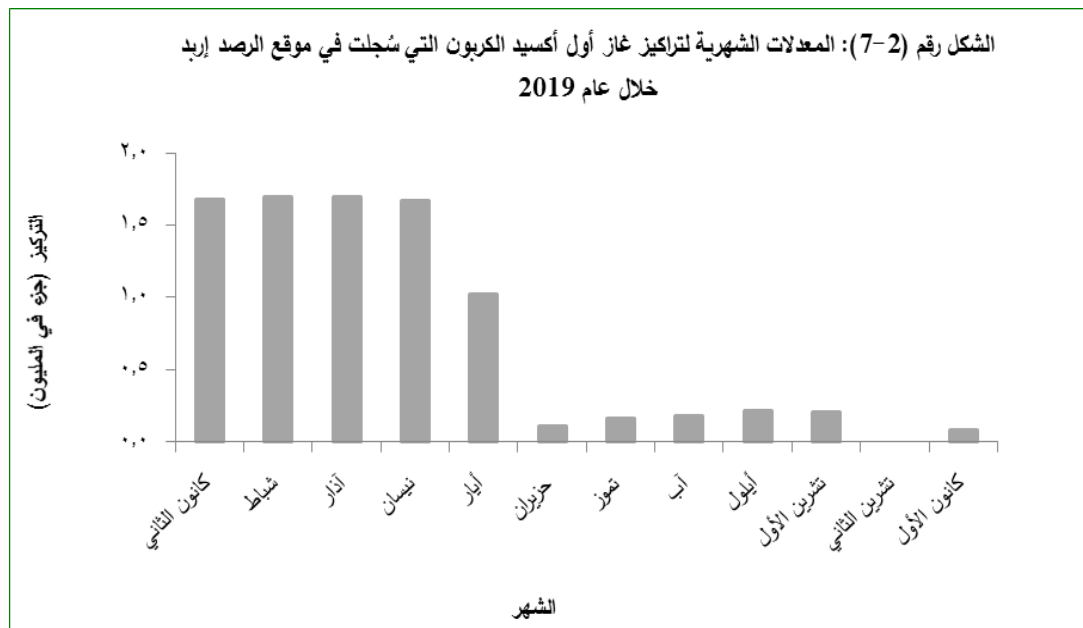
ويبين الشكل رقم (٢-٥) المعدلات اليومية لتراكيز الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون ($PM_{2.5}$) في موقع الرصد في إربد. ويبين الشكل أن المعدلات اليومية لتركيز الجسيمات تجاوزت الحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية للجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء والبالغ ٦٥ ميكروغرام/م^٣. حيث بلغ عدد التجاوزات اليومية ٨ تجاوزات.



يبين الشكل رقم (2-6) نتائج المعدلات الشهرية لغاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع الرصد في إربد. حيث بلغ أعلى معدل شهري لغاز ثاني أكسيد الكبريت في هذا الموقع ٠,٠٥٧ جزء في المليون خلال شهر شباط ٢٠١٩. كما سُجل أعلى معدل شهري لغاز ثاني أكسيد النيتروجين والبالغ ٠,٠١٣ جزء في المليون في موقع الرصد في إربد خلال شهري تشرين الأول وكانون الأول ٢٠١٩. ومن الجدير بالذكر بأنه حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت لعدة أيام خلال شهري آذار وآب ٢٠١٩ بسبب فصل في التيار الكهربائي أو لأسباب فنية تتعلق بإجراء الصيانة التصحيحية للجهاز. وانقطع رصد غاز ثاني أكسيد النيتروجين لعدة أيام خلال أشهر آذار وأيار وآب وأيلول ٢٠١٩ بسبب فصل في التيار الكهربائي أو لأسباب فنية تتعلق بإجراء الصيانة التصحيحية للجهاز. علماً بأنه لم يتم تضمين المعدلات الشهرية للأشهر التي تجاوزت نسبة انقطاع الرصد فيها عن ٣٠%. كانت المعدلات الشهرية لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال أشهر نيسان وأيار وتشرين الثاني وكانون الأول متدنية جداً وأقل من الحد الأدنى للقياس والبالغ ٠,٠٠١ جزء في المليون.



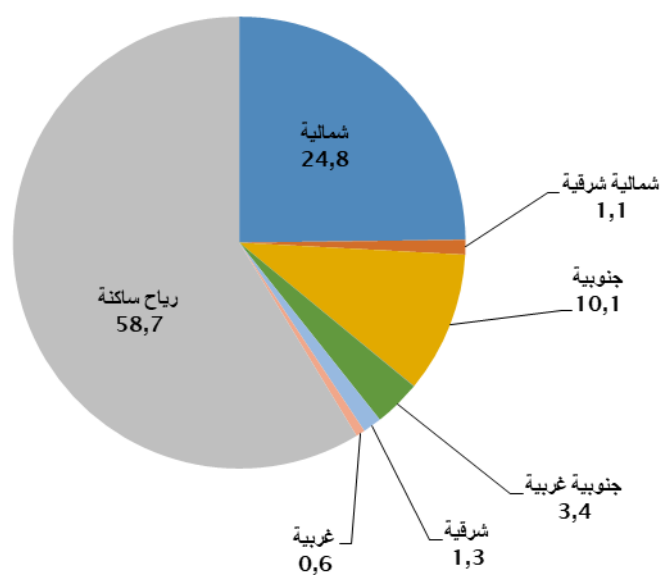
كما يبين الشكل رقم (٢-٧) أن أعلى معدل شهري لغاز أول أكسيد الكربون سُجل خلال شهر آذار ٢٠١٩ في موقع الرصد في إربد حيث بلغت قيمته ١,٦٩٩ جزء في المليون. ومن الجدير بالذكر بأنه حدث انقطاع في رصد غاز أول أكسيد الكربون لعدة أيام خلال أشهر آب وتشيرين الثاني ٢٠١٩ بسبب فصل التيار الكهربائي أو لأسباب فنية تتعلق بإجراء الصيانة التصحيحية للجهاز. علماً بأنه لم يتم تضمين المعدل الشهري لشهر تشرين الثاني ٢٠١٩ لأن نسبة انقطاع الرصد خلال هذا الشهر تجاوزت ٣٠%.



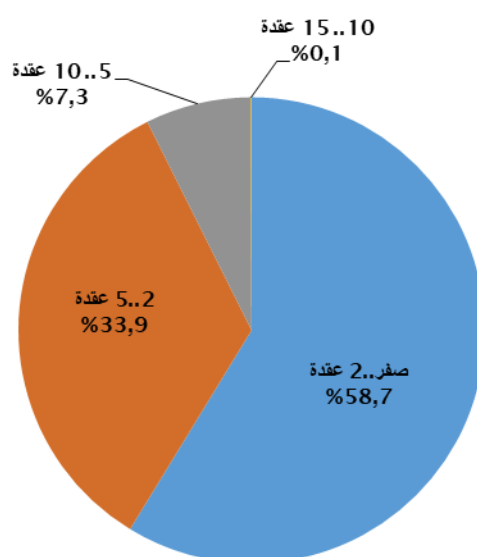
وكانت المعدلات السنوية للملوثات الغازية التي تم رصدها في هذا الموقع خلال عام ٢٠١٩ ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والمبينة في الجدول رقم (١-١)، حيث بلغ المعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد الكبريت ٠,٠٠٧ جزء في المليون و٠,٠٠٧ جزء في المليون لغاز ثاني أكسيد النيتروجين. كما بلغ المعدل السنوي لغاز أول أكسيد الكربون ٠,٧٧ جزء في المليون، علماً بأنه لا يوجد حد سنوي منصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ لغاز أول أكسيد الكربون. ولم يتم احتساب المعدل السنوي للجسيمات لأن نسبة انقطاع الرصد تجاوزت ٥٠%.

تبين الأشكال (٢-٨) و (٢-٩) نتائج رصد سرعة واتجاه الرياح في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩، حيث أظهرت هذه الأشكال أن الرياح السائدة في موقع الرصد كانت الرياح الساكنة حيث تواجدت بنسبة ٥٨,٧% تليها الرياح الشمالية بنسبة ٢٤,٨%.

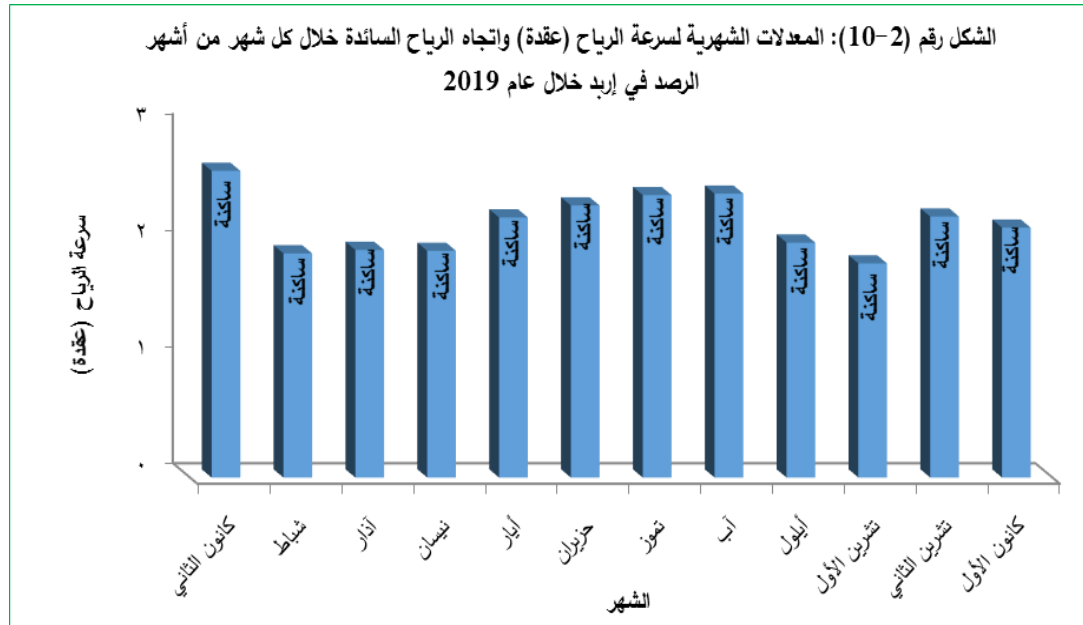
شكل رقم (2-8): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في إربد خلال عام 2019



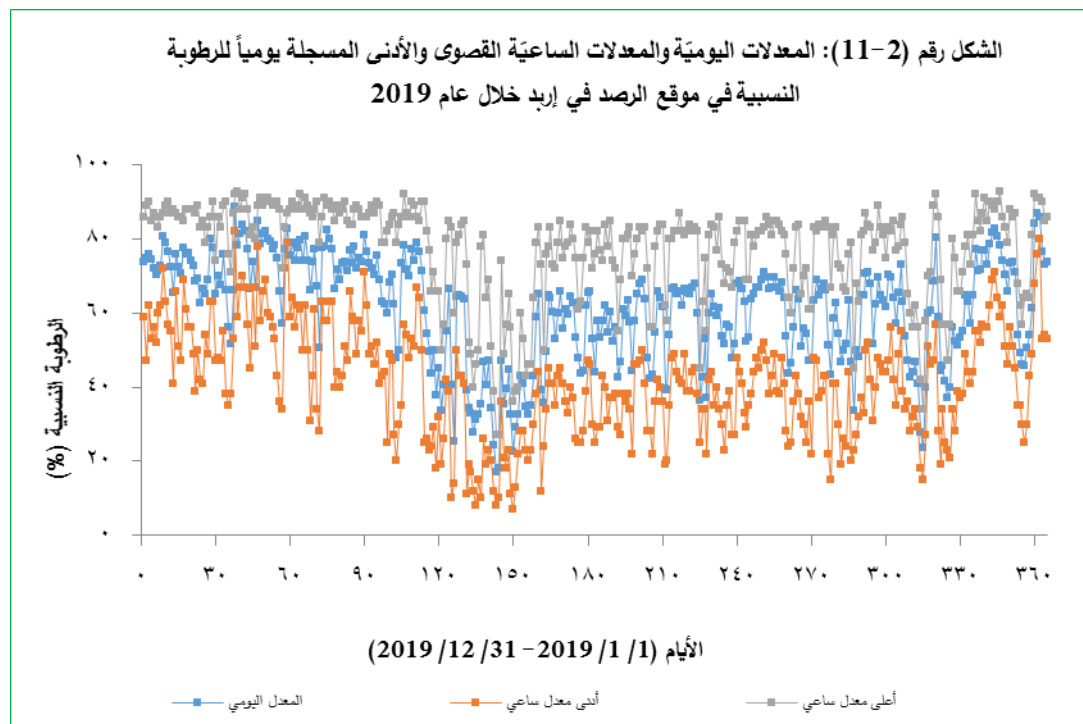
شكل رقم (2-9): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في إربد خلال عام 2019



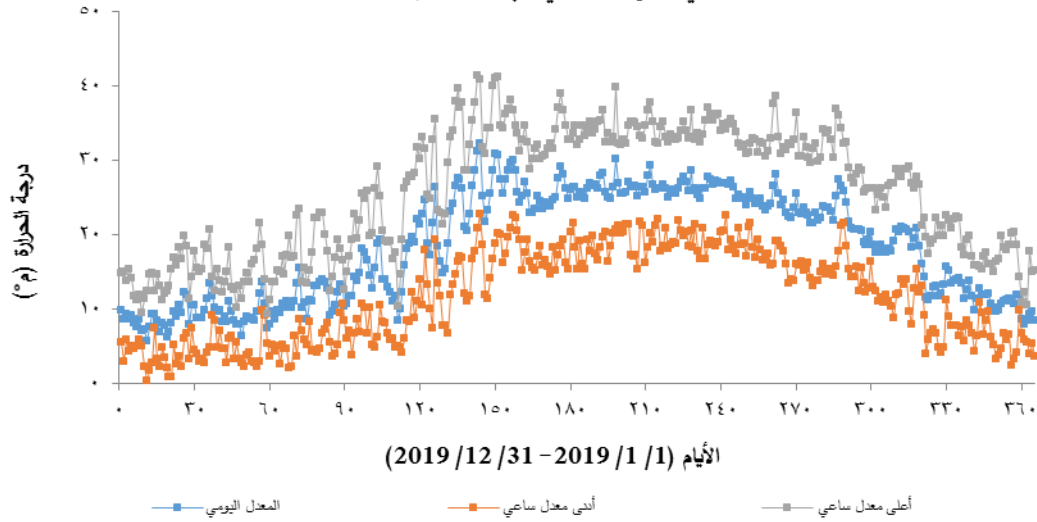
ويبين الشكل رقم (٢-١٠) اتجاه الرياح السائدة والمعدل الشهري لسرعة الرياح لكل شهر من أشهر الرصد في موقع الرصد. حيث يلاحظ أن الرياح السائدة كانت سائدة خلال جميع الأشهر.



يظهر الشكلان رقم (٢-١١) و (٢-١٢) المعدلات اليومية للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة والحد الأدنى والحد الأقصى المسجلان يومياً في موقع الرصد في إربد خلال عام ٢٠١٩.



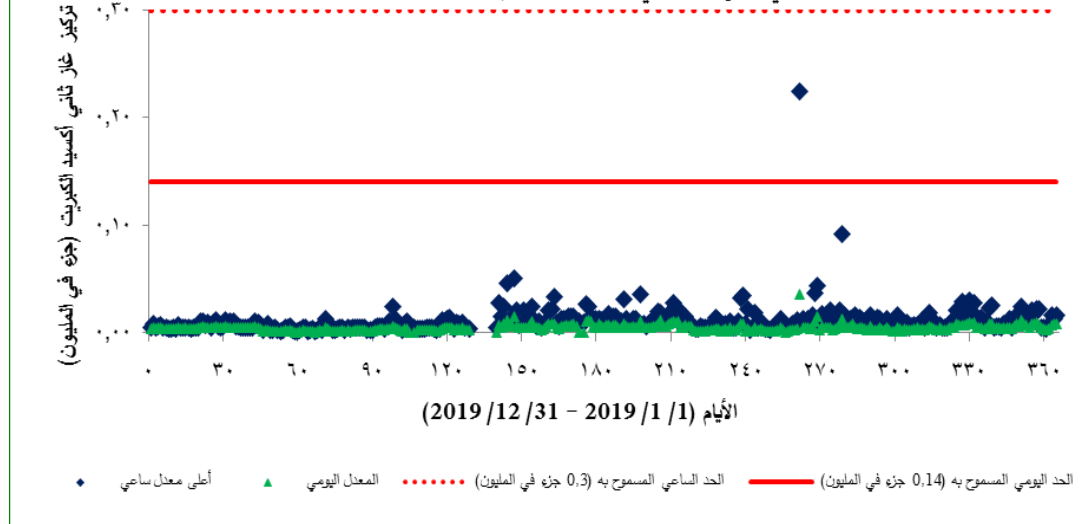
الشكل رقم (2-12): المعدلات اليومية والمعدلات الساعية القصوى والأدنى المسجلة يومياً لدرجة الحرارة في موقع الرصد في إربد خلال عام 2019

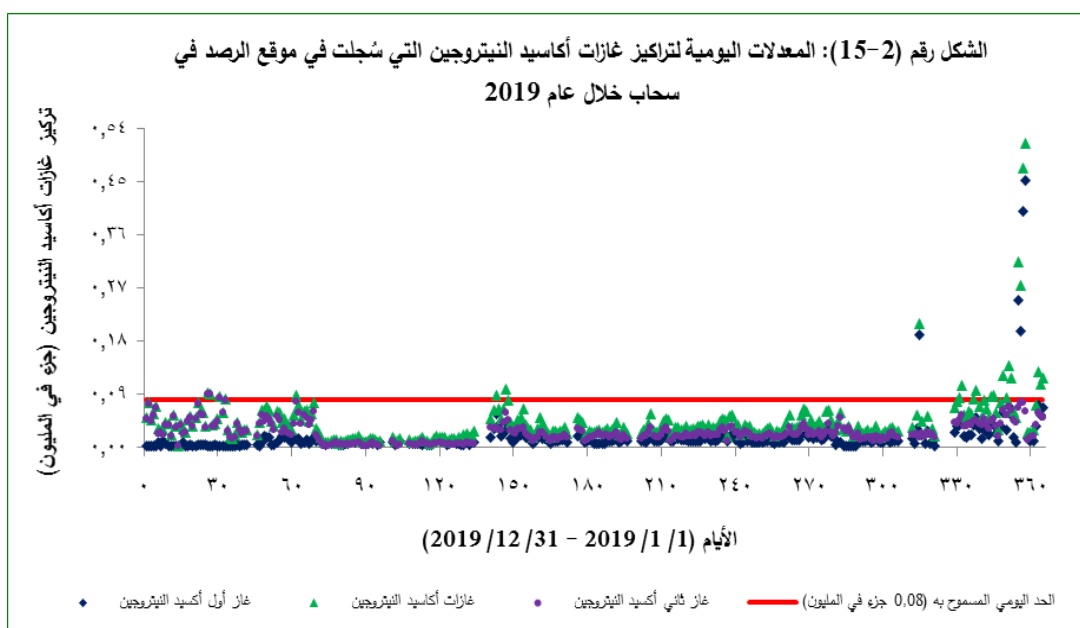
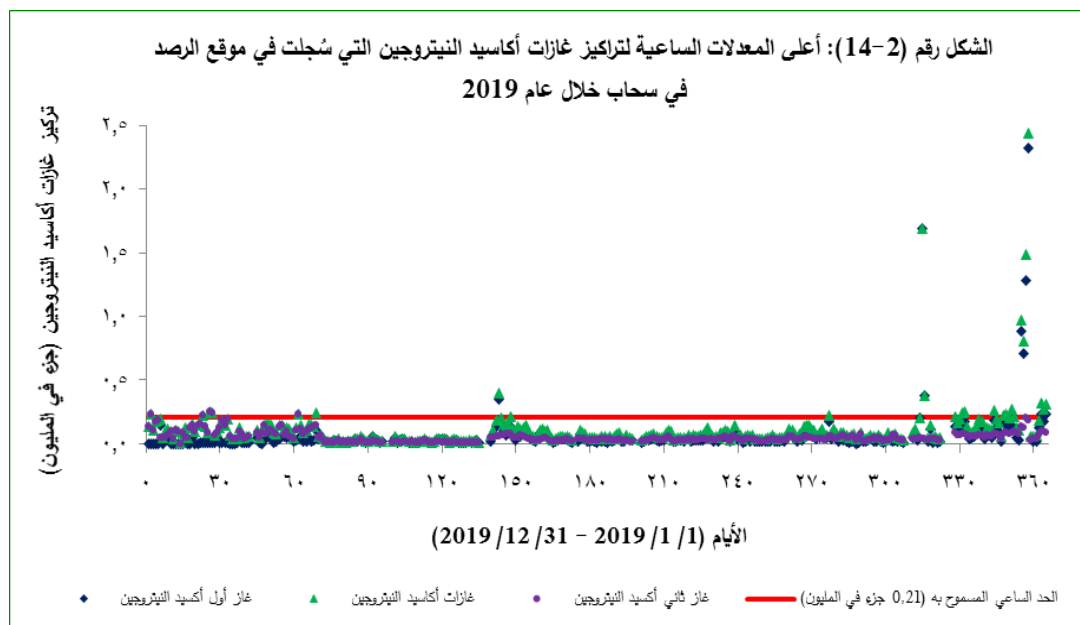


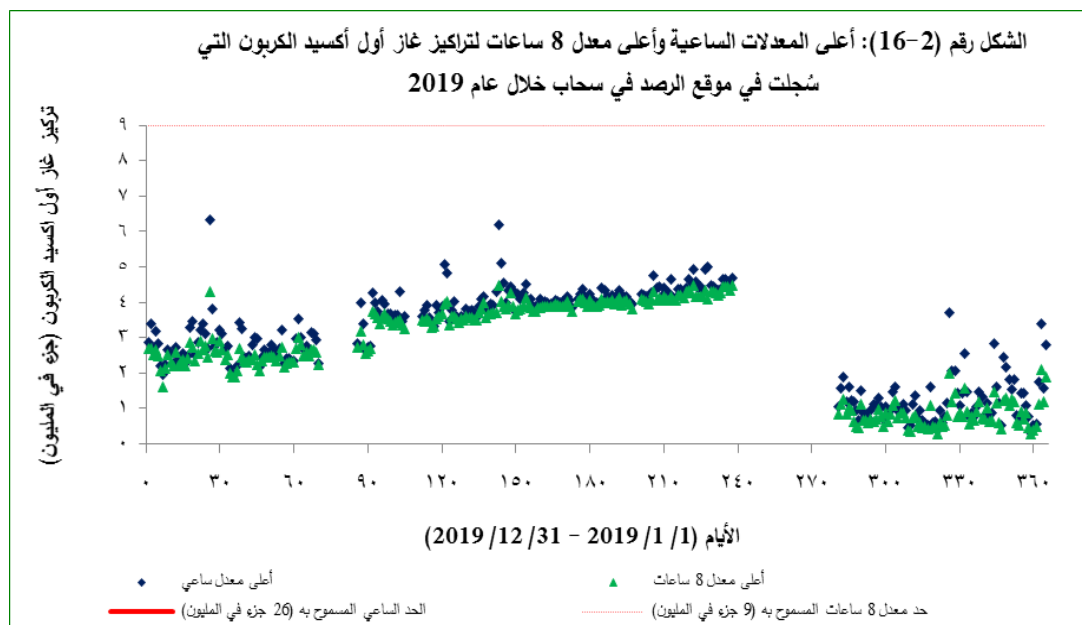
٢-٢ مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية/عمّان - سحب

تم رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت وغازات أكاسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد الكربون والجسيمات بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون في موقع الرصد في سحب. وقد أظهرت نتائج الرصد خلال عام ٢٠١٩ أن مستويات غازي ثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون كانت ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ فيما كانت مستويات غاز ثاني أكسيد النيتروجين مرتفعة وتجاوزت المواصفة الوطنية كما هو مبين في الأشكال من (٢-١٣) إلى (٢-١٦).

الشكل رقم (2-13): المعدلات اليومية وأعلى المعدلات الساعية لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت التي سُجلت في موقع الرصد في سحب خلال عام 2019







ويظهر الجدول رقم (2-3) أعلى المعدلات الساعية للملوثات الغازية التي تم رصدها في موقع سحب، فقد بلغ أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد الكبريت ٠,٢٢٤ جزء في المليون و٠,٢٤٨ جزء في المليون لغاز ثاني أكسيد النيتروجين و٦,٣٤ جزء في المليون لغاز أول أكسيد الكربون. كما يبين الجدول رقم (2-4) أن أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد الكبريت بلغ ٠,٠٣٦ جزء في المليون سجل بتاريخ ٢٠١٩/٩/١٩ في حين بلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين ٠,٠٨٩ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٩/١/٢٦.

جدول رقم (2-3): أعلى المعدلات الساعية للملوثات الغازية في موقع الرصد في سحب خلال عام ٢٠١٩.

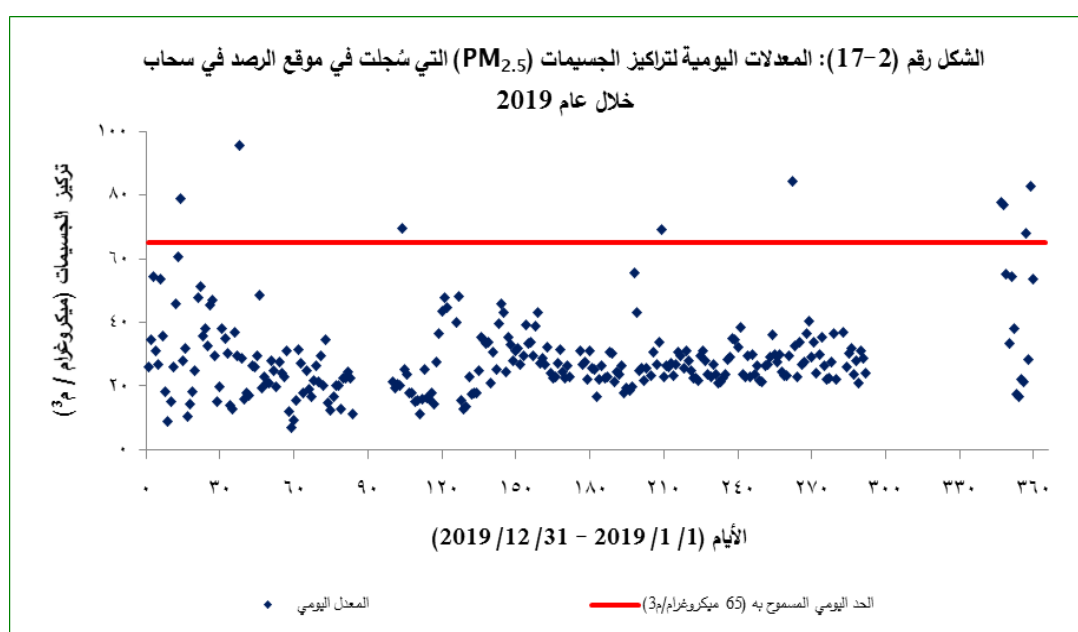
الغاز	أعلى معدل ساعي (جزء في المليون)	وقت حدوث أعلى معدل ساعي - تاريخ الحدث	عدد تجاوزات المعدلات الساعية لحد المواصفات	النسبة المئوية لتجاوزات المعدلات الساعية (%)
غاز ثاني أكسيد الكبريت	٠,٢٢٤	٤:٠٠ ٢٠١٩/٩/١٩	صفر	صفر
غاز ثاني أكسيد النيتروجين	٠,٢٤٨	٢٢:٠٠ ٢٠١٩/١/٢٦	١٠	٠,١٢٨
غاز أول أكسيد النيتروجين	٢,٣٢٤	٣:٠٠ ٢٠١٩/١٢/٢٤	لا يوجد حد في المواصفات الوطنية	
غازات أكاسيد النيتروجين	٢,٤٣٩	٣:٠٠ ٢٠١٩/١٢/٢٤		

الغاز	أعلى معدل ساعي (جزء في المليون)	وقت حدوث أعلى معدل ساعي - تاريخ الحدث	أعلى معدل ٨-ساعات (جزء في المليون)	تاريخ حدوث أعلى معدل ٨-ساعات
غاز أول أكسيد الكربون	٦,٣٤	٢٢:٠٠ ٢٠١٩/١/٢٦	٤,٤٨	٢٠١٩/٥/٢٣

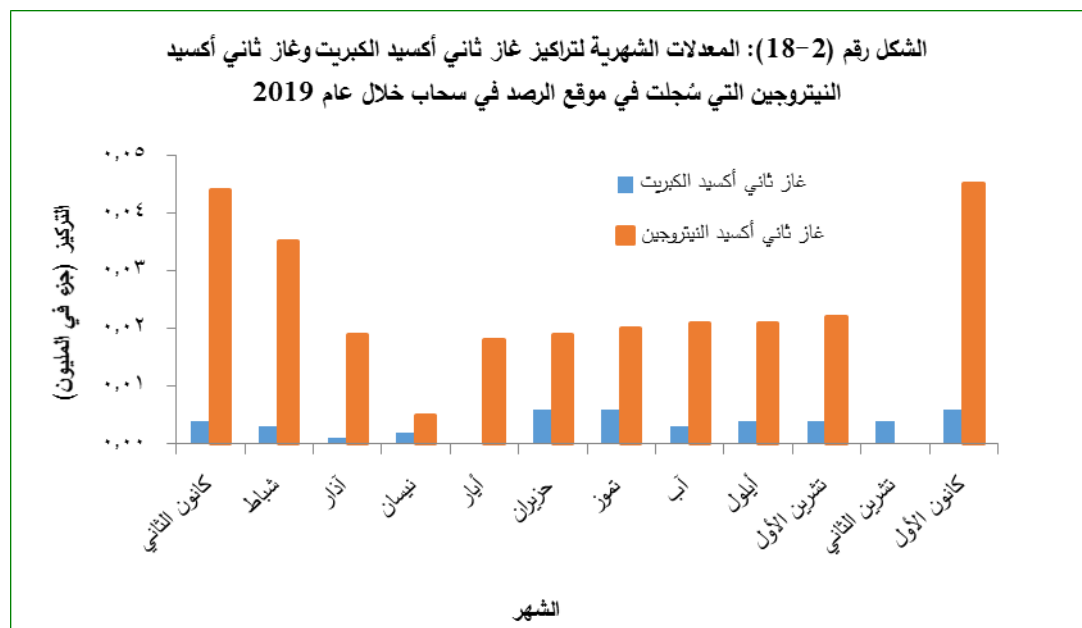
جدول رقم (٢-٤): أعلى المعدلات اليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت وغازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩.

الغاز	أعلى معدل يومي (جزء في المليون)	تاريخ حدوث أعلى معدل يومي	عدد تجاوزات المعدلات اليومية لحد المواصفات	النسبة المئوية لتجاوزات المعدلات اليومية (%)
غاز ثاني أكسيد الكبريت	٠,٠٣٦	٢٠١٩/٩/١٩	صفر	صفر
غاز ثاني أكسيد النيتروجين	٠,٠٨٩	٢٠١٩/١/٢٦	٣	٠,٨٩٨
غاز أول أكسيد النيتروجين	٠,٤٥٣	٢٠١٩/١٢/٢٤	لا يوجد حد في المواصفات الوطنية	
غازات أكاسيد النيتروجين	٠,٥١٤	٢٠١٩/١٢/٢٤		

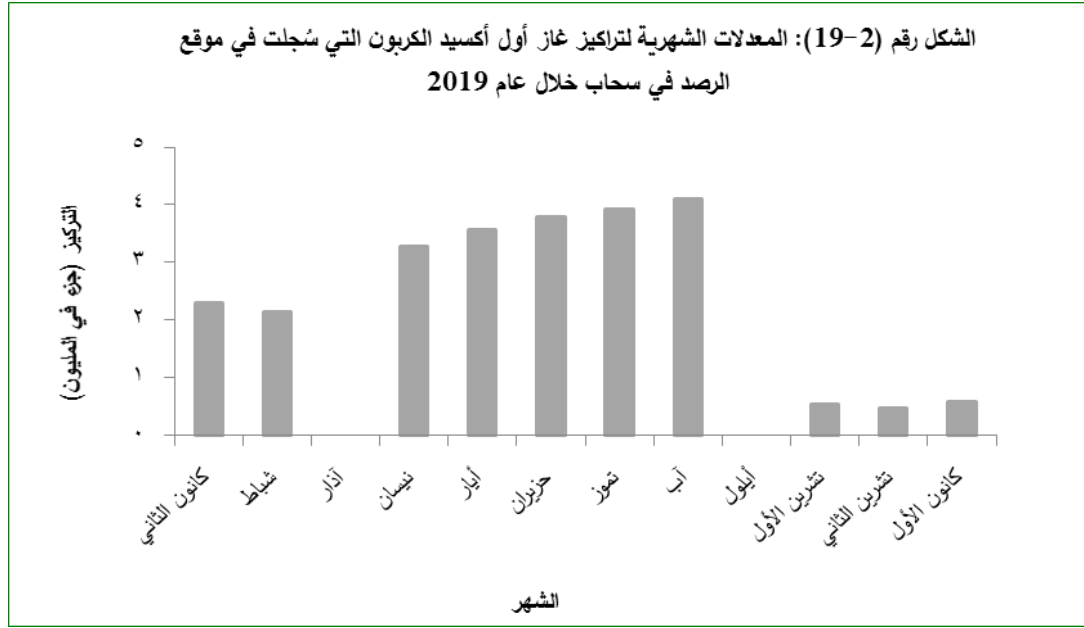
ويبين الشكل رقم (٢-١٧) المعدلات اليومية لتراكيز الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون ($PM_{2.5}$) في موقع الرصد في سحاب. ويلاحظ أن المعدلات اليومية للجسيمات ($PM_{2.5}$) كانت مرتفعة وتجاوزت الحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغ ٦٥ ميكروغرام/م^٣.



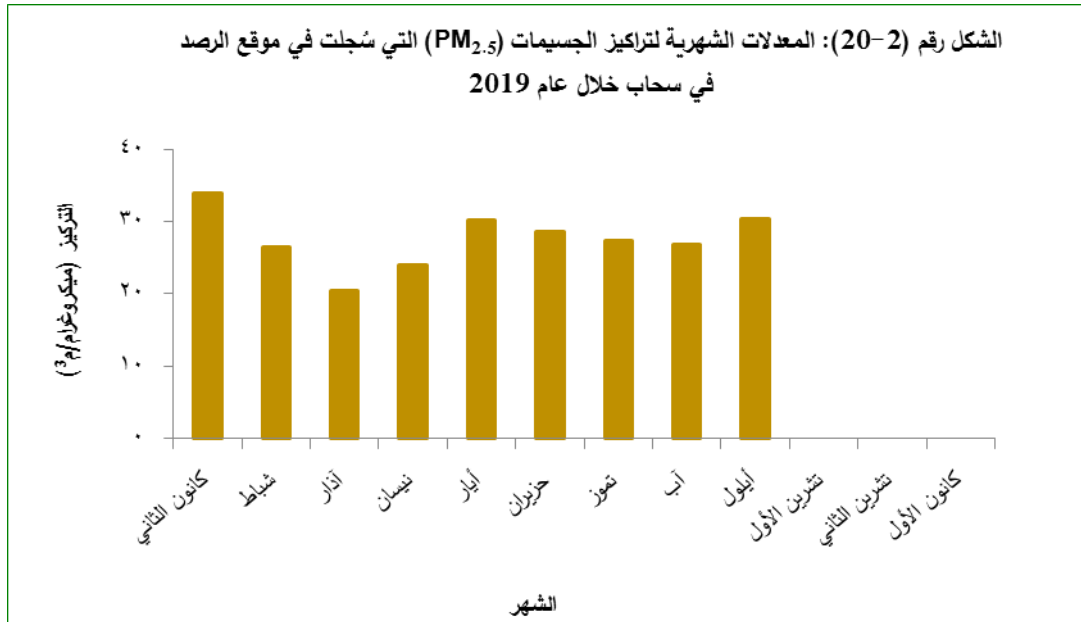
يبين الشكل رقم (٢-١٨) نتائج المعدلات الشهرية لغاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع الرصد في سحاب. حيث كانت المعدلات الشهرية لغاز ثاني أكسيد الكبريت في هذا الموقع منخفضة جداً ومتقاربة خلال كامل فترة الرصد وسُجل أعلى معدل شهري خلال أشهر حزيران وتموز وكانون الأول ٢٠١٩ حيث بلغ ٠,٠٠٦ جزء في المليون. فيما بلغ أعلى معدل شهري لغاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع الرصد في سحاب ٠,٠٤٥ جزء في المليون والذي سُجل خلال شهر كانون الأول ٢٠١٩. وقد حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت لعدة أيام خلال شهر أيار ٢٠١٩ لأسباب فنية تتعلق بالجهاز، وحدث أيضاً انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد النيتروجين لعدة أيام خلال شهر تشرين الثاني ٢٠١٩ لأسباب فنية تتعلق بإجراء الصيانة التصحيحية للجهاز، لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية خلال هذين الشهرين حيث تجاوزت نسبة انقطاع الرصد ٣٠%.



ويبين الشكل رقم (٢-١٩) أن أعلى معدل شهري لغاز أول أكسيد الكربون سُجل خلال شهر آب ٢٠١٩ حيث بلغت قيمته ٤,١٠ جزء في المليون. وقد انقطع رصد غاز أول أكسيد الكربون لعدة أيام خلال شهر آذار ٢٠١٩ بنسبة تجاوزت ٣٠% ولم يتم الرصد خلال شهر أيلول ٢٠١٩ لأسباب فنية تتعلق بإجراء الصيانة التصحيحية للجهاز، لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية خلال هذين الشهرين.



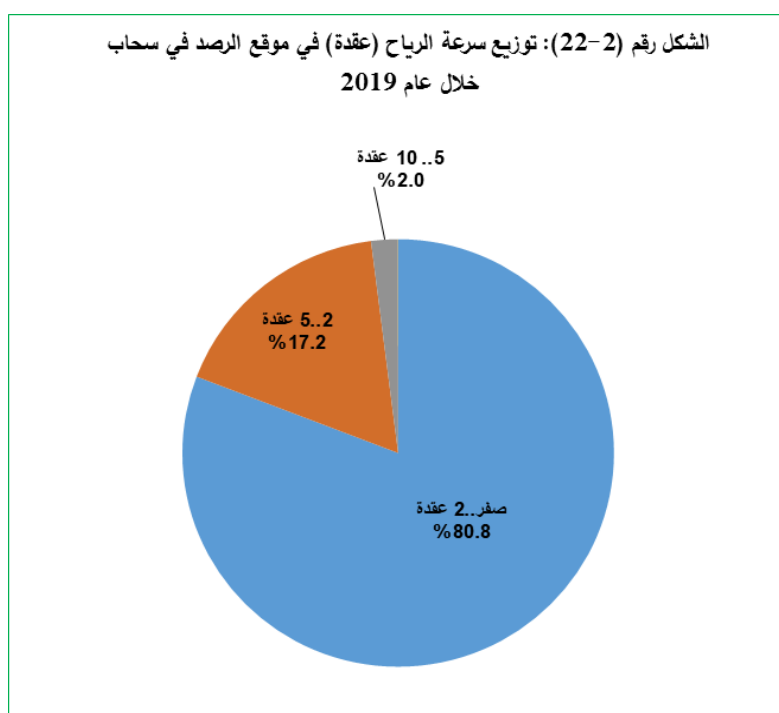
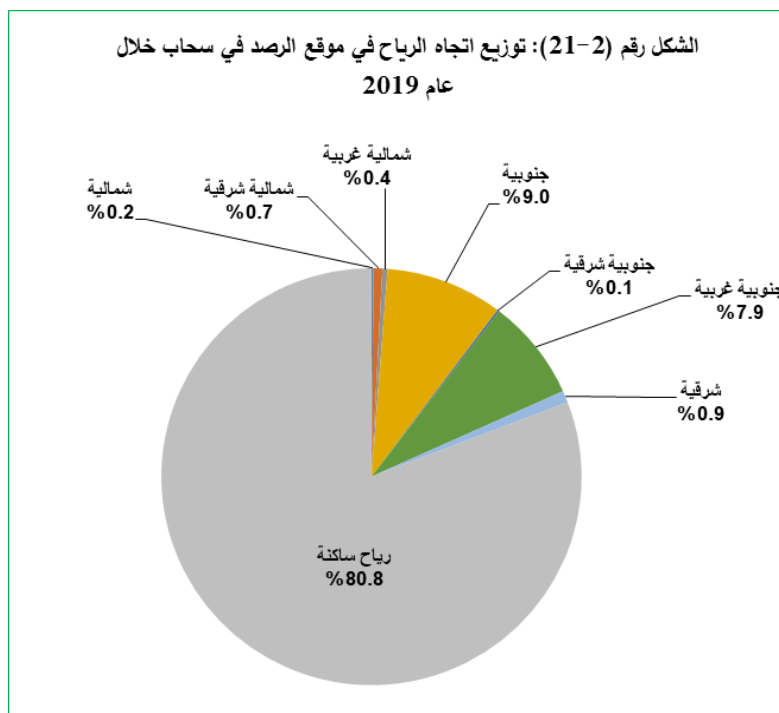
يبين الشكل رقم (٢-٢٠) أدناه المعدلات الشهرية لتركيز الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء ($PM_{2.5}$) في موقع الرصد في سحب. حيث يلاحظ أن أعلى معدل شهري لتركيز الجسيمات الدقيقة بلغ ٣٤ ميكروغرام/م^٣ لشهر كانون الثاني ٢٠١٩. وقد انقطع رصد الجسيمات لعدة أيام خلال أشهر نيسان وتشرين الأول وكانون الأول ٢٠١٩ ولم يتم الرصد خلال شهر تشرين الثاني ٢٠١٩ لأسباب فنية تتعلق بإجراء الصيانة التصحيحية للجهاز، لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية للأشهر التي تجاوزت نسبة انقطاع الرصد فيها عن ٣٠%.



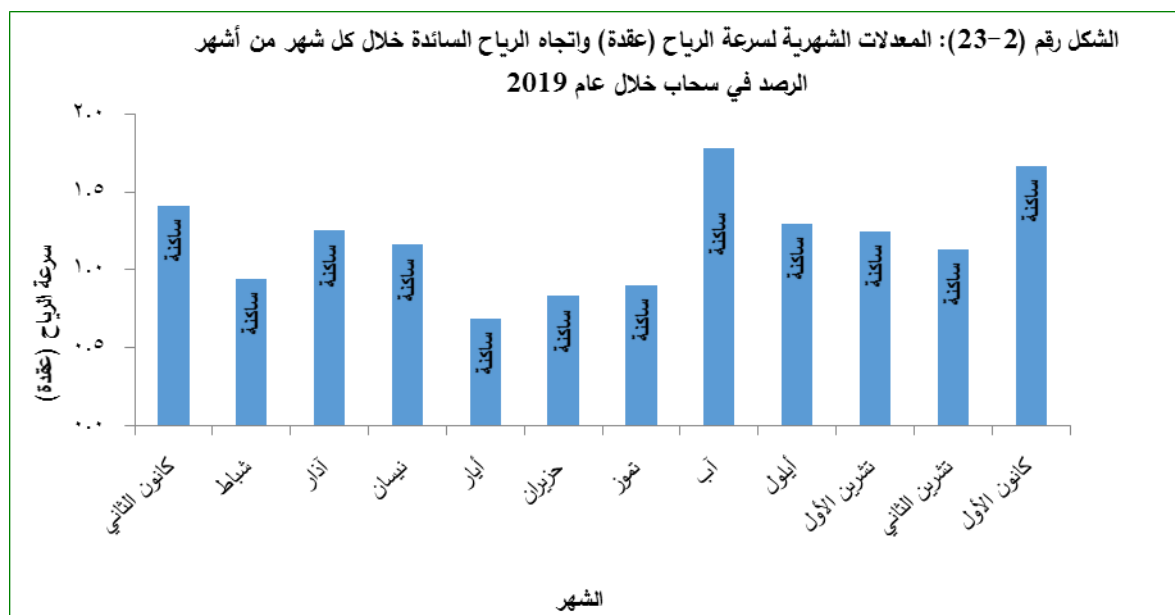
كانت المعدلات السنوية للملوثات الغازية في موقع الرصد في سحب خلال عام ٢٠١٩ ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية، حيث بلغ المعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد الكبريت ٠,٠٠٤ جزء في المليون و٠,٠٢٥ جزء في المليون لغاز ثاني أكسيد النيتروجين. في حين تجاوز المعدل السنوي للجسيمات ($PM_{2.5}$) والبالغ ٢٩ ميكروغرام/م^٣ الحد المنصوص عليه

في القاعدة الفنية والبالغ ١٥ ميكروغرام/م^٣. كما بلغ المعدل السنوي لغاز أول أكسيد الكربون ٢,٤٥ جزء في المليون، علماً بأنه لا يوجد حد سنوي منصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ لغاز أول أكسيد الكربون.

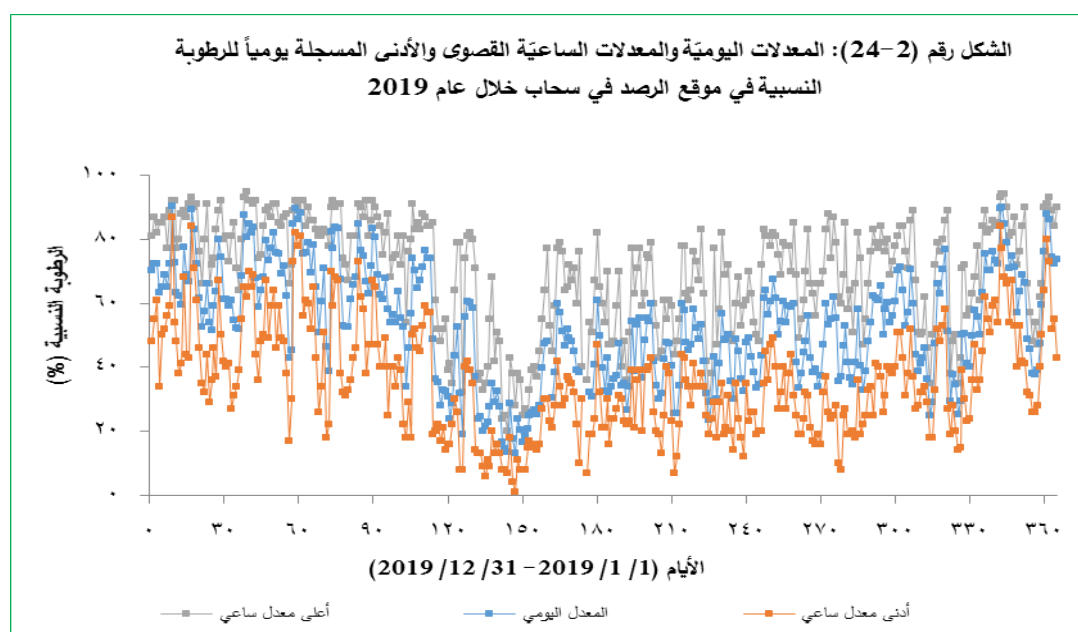
تبين الأشكال (٢١-٢) و (٢٢-٢) نتائج رصد سرعة واتجاه الرياح في موقع الرصد في سحب خلال عام ٢٠١٩، حيث أظهرت هذه الأشكال أن الرياح السائدة في موقع الرصد كانت الرياح الساكنة حيث تواجدت بنسبة ٨٠,٨% تلتها الرياح الجنوبية بنسبة ٩,٠%.

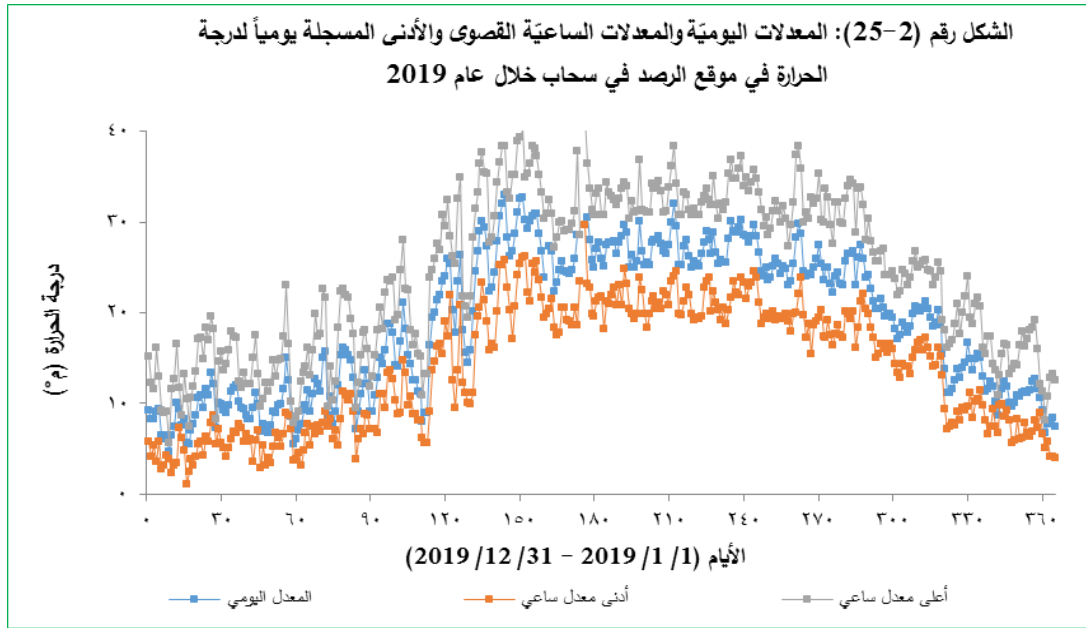


ويبين الشكل رقم (٢-٢٣) اتجاه الرياح السائدة والمعدل الشهري لسرعة الرياح لكل شهر من أشهر الرصد في موقع الرصد في سحاب. حيث يلاحظ أن الرياح الساكنة كانت سائدة خلال جميع أشهر الرصد.



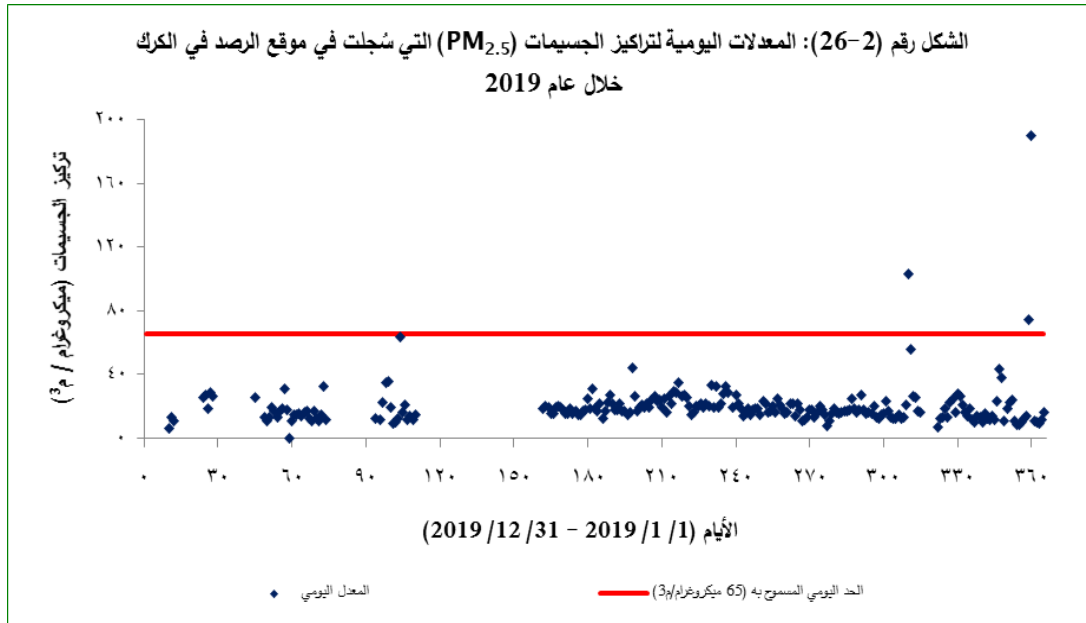
يظهر الشكلان رقم (٢-٢٤) و (٢-٢٥) المعدلات اليومية للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة والحد الأدنى والحد الأقصى المسجلان يومياً في موقع الرصد في سحاب خلال عام ٢٠١٩.





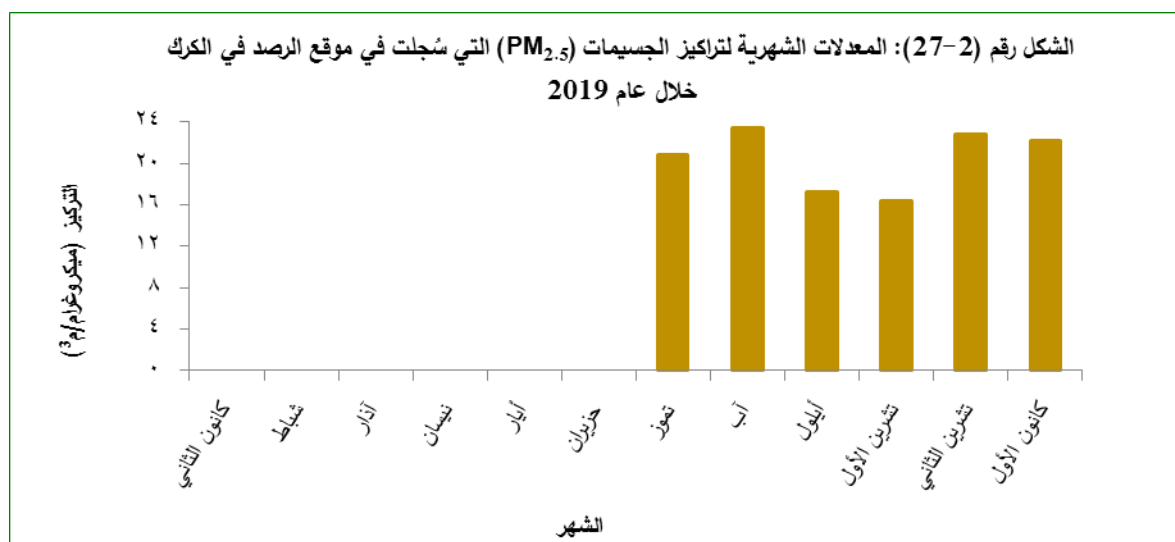
٣-٢ مدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية/الكرك

تم رصد مستويات الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون ($PM_{2.5}$) في موقع الرصد في الكرك خلال عام ٢٠١٩. ويبين الشكل رقم (٢-٢٦) أدناه أنه على الرغم من تسجيل ٣ تجاوزات لحد المعدل اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية للجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء والبالغ ٦٥ ميكروغرام/م^٣ في هذا الموقع خلال فترة الدراسة الحالية، إلا أنها لم تتجاوز عدد مرات التجاوز المسموح بها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

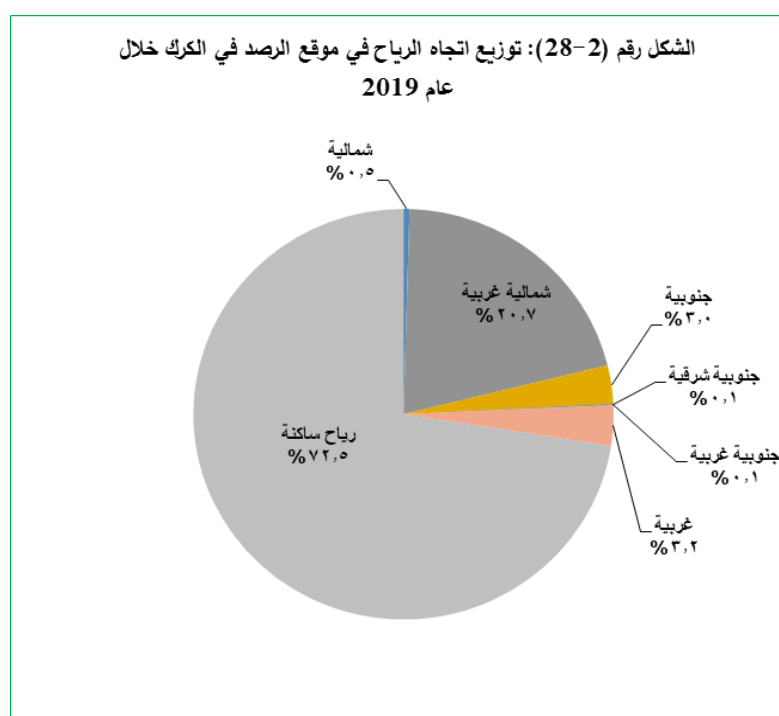


يبين الشكل رقم (٢-٢٧) أدناه المعدلات الشهرية لتركيز الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء ($PM_{2.5}$) في موقع الرصد في الكرك. حيث يلاحظ أن أعلى معدل شهري لتركيز الجسيمات الدقيقة بلغ ٢٤ ميكروغرام/م^٣ لشهر آب ٢٠١٩. وقد انقطع رصد

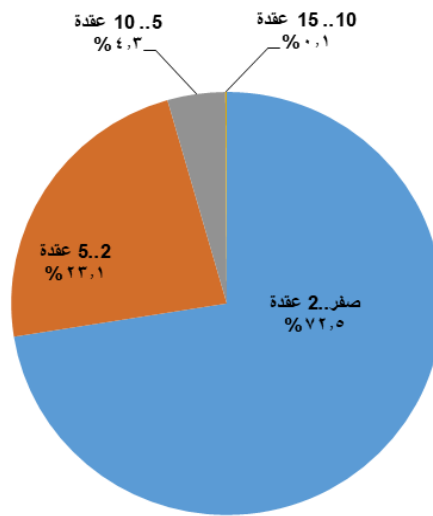
الجسيمات لعدة أيام خلال الفترة من كانون الثاني - نيسان ٢٠١٩ وخلال شهر حزيران ٢٠١٩ بنسبة انقطاع تجاوزت ٣٠% ولم يتم الرصد خلال شهر أيار ٢٠١٩ لأسباب فنية تتعلق بإجراء الصيانة التصحيحية للجهاز، لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية خلال هذه الأشهر. تجاوز المعدل السنوي للجسيمات ($PM_{2.5}$) والبالغ ٢٠ ميكروغرام/م^٣ الحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ١٥ ميكروغرام/م^٣.



تبين الأشكال (٢٨-٢) و (٢٩-٢) نتائج رصد سرعة واتجاه الرياح في موقع الرصد في الكرك خلال عام ٢٠١٩، حيث أظهرت هذه الأشكال أن الرياح السائدة في موقع الرصد كانت الرياح الساكنة حيث تواجدت بنسبة ٧٢,٥% تلتها الرياح الشمالية الغربية بنسبة ٢٠,٧%.

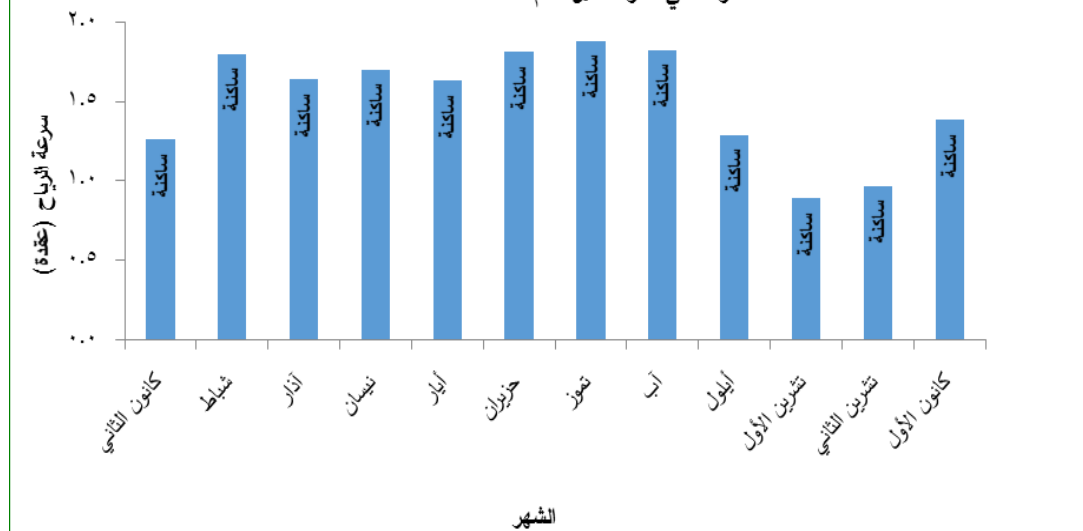


الشكل رقم (2-29): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في الكرك خلال عام 2019

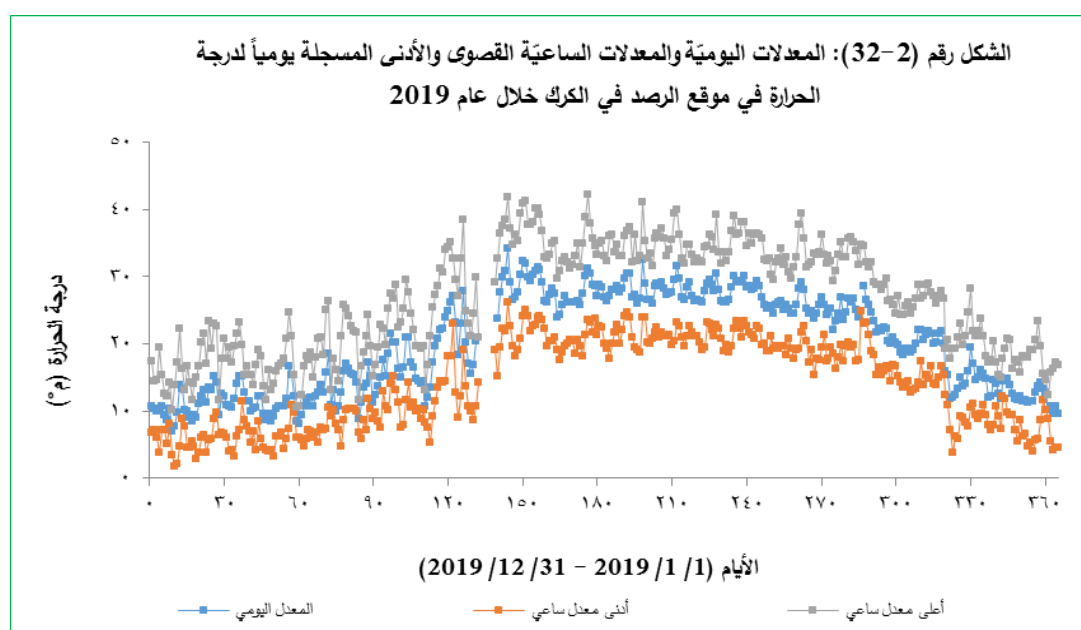
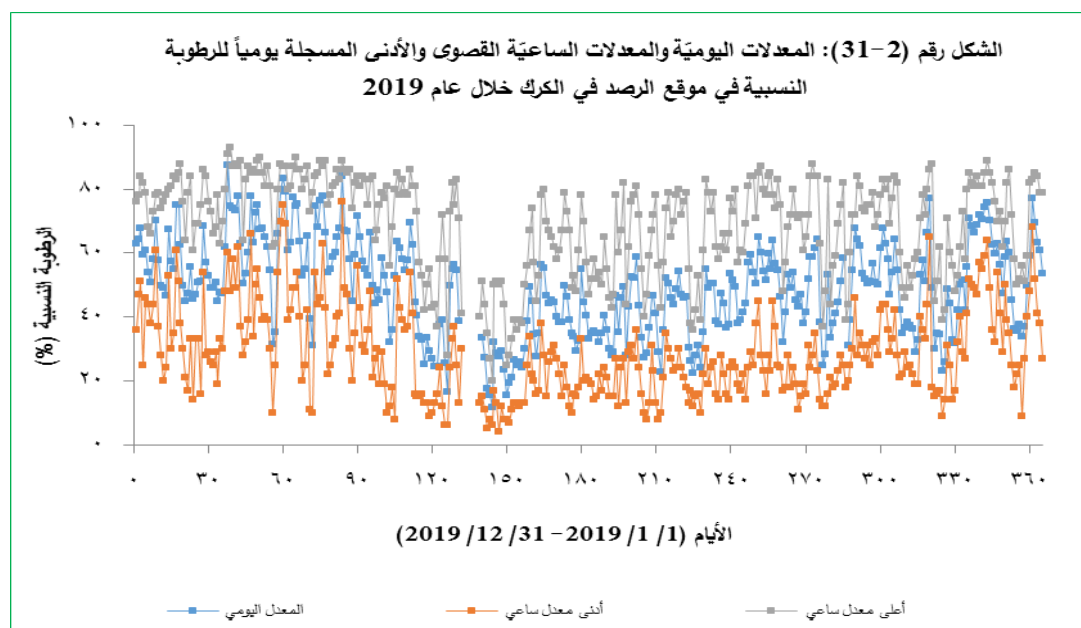


ويبين الشكل رقم (2-30) اتجاه الرياح السائدة والمعدل الشهري لسرعة الرياح لكل شهر من أشهر الرصد في موقع الرصد. حيث يلاحظ أن الرياح السائدة كانت سائدة خلال جميع أشهر الرصد.

الشكل رقم (2-30): المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (عقدة) واتجاه الرياح السائدة خلال كل شهر من أشهر الرصد في الكرك خلال عام 2019



يظهر الشكلان رقم (٣١-٢) و (٣٢-٢) المعدلات اليومية للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة والحد الأدنى والحد الأقصى المسجلان يومياً في موقع الرصد في الكرك خلال عام ٢٠١٩.



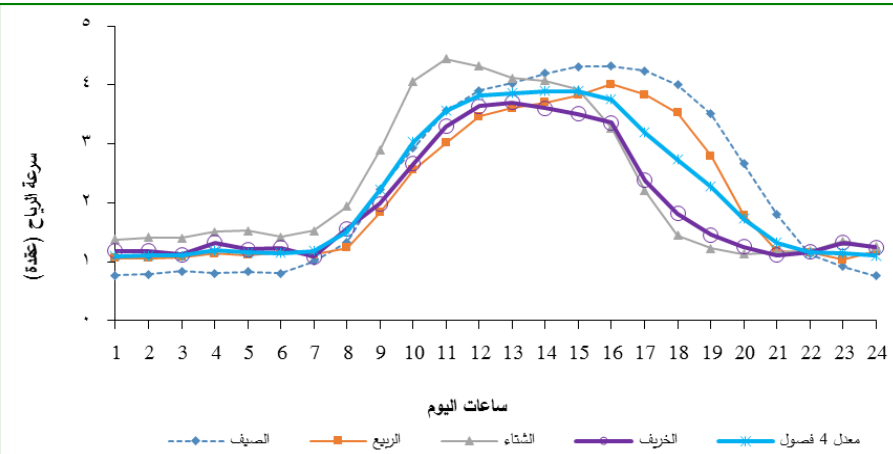
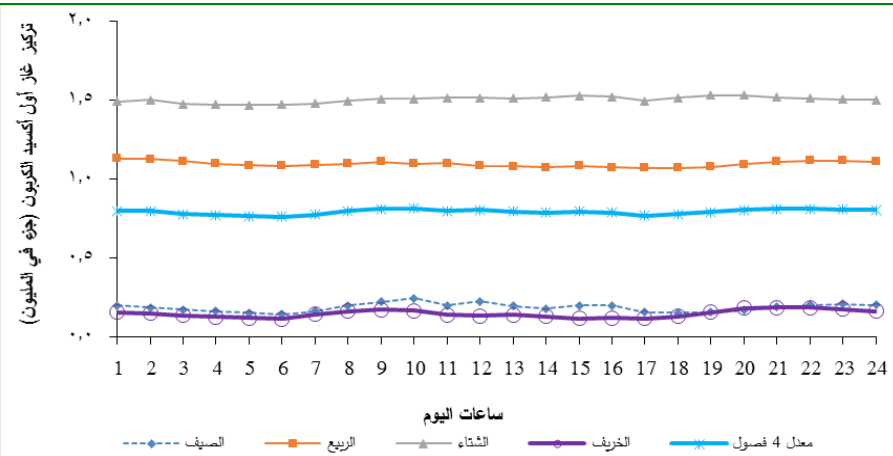
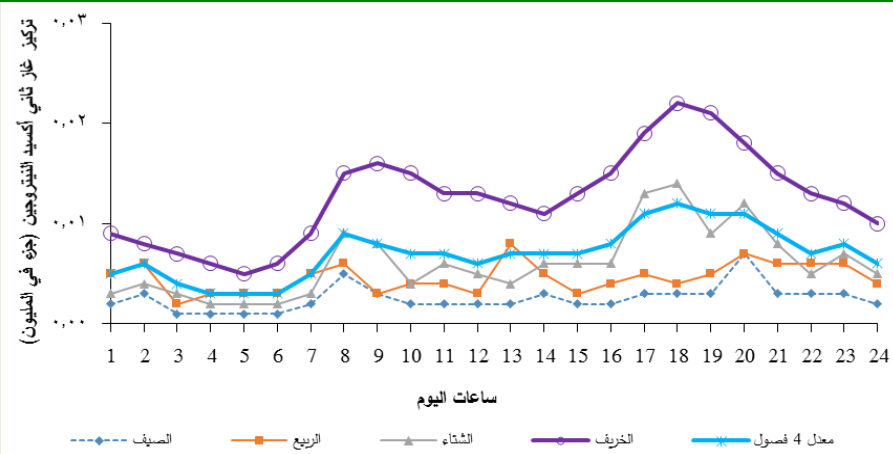
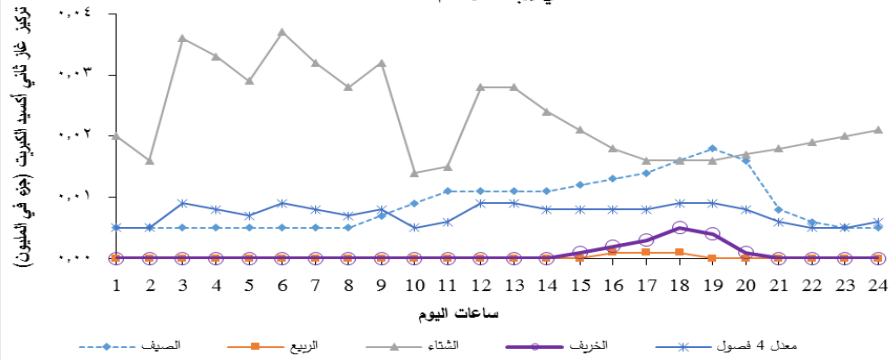
٣. مناقشة نتائج الدراسة

- هناك العديد من العوامل المختلفة والمتداخلة التي تلعب دوراً هاماً في مستويات الملوثات في الهواء المحيط. فإن مستويات هذه الملوثات في الهواء المحيط تختلف من سنة لأخرى في نفس مواقع الرصد لأسباب عدّة منها:
- نوعية الوقود المستخدم في الصناعات والمركبات وغيرها من النشاطات، فمثلاً هناك اختلاف في نسبة الكبريت في الديزل حسب مصدره.
 - كفاءة حرق الوقود ودرجة حرارة حرق الوقود والتحكم بمستوى تركيز الملوثات في الانبعاثات الصادرة من عمليات الحرق.
 - عدد ونوعية المركبات التي استخدمت الطرق الرئيسية والفرعية في مناطق الرصد وسرعة تحركها على الطرق غير المعبدة.
 - الظروف الجوية التي تلعب دوراً هاماً في مدى انتشار الملوثات من المصادر إلى المناطق المحيطة ومستوياتها في الهواء المحيط والتي تختلف من سنة لأخرى مثل اتجاه وسرعة الرياح، ودرجة الحرارة، واستقرار الهواء، ومستوى تغطية الغيوم والرطوبة النسبية.
 - حدوث تغيرات من صنع الإنسان في طبوغرافية المناطق القريبة من مصادر التلوث وفي الأبنية المجاورة لها.
 - حدوث نشاطات غير متكررة سنوياً ينبعث منها الملوثات إلى الهواء المحيط.
 - حجم الإنتاج في الصناعات المتواجدة في مناطق الرصد والذي يؤثر على كمية الوقود والهواء المضغوط المستخدم في عمليات الحرق، ونوعية ونوع الوقود المستخدم.
 - مستويات غاز الأوزون في الهواء المحيط الذي يلعب دوراً في عملية أكسدة غاز أول أكسيد النيتروجين إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين في الهواء المحيط.
 - الظروف الجوية التي تسبب انبعاث الجسيمات من المصادر الطبيعية.
 - حجم النشاطات المختلفة التي تسبب انبعاث الجسيمات في الصناعات، والمحاجر والمقالع المتواجدة في مناطق الرصد، ونوعية ومدى كفاءة التحكم بهذه النشاطات.

٣-١ مدينة الحسن الصناعية / إربد

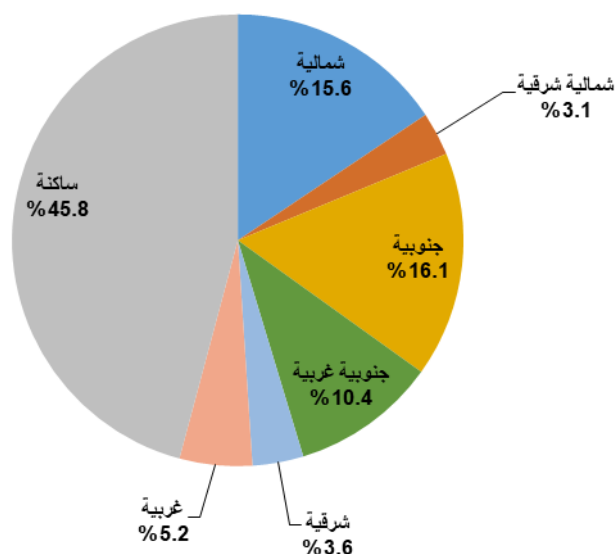
يُبين الشكل رقم (٣-١) المعدلات السنوية والفصلية لتركيز كل من غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد الكربون ولسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في موقع الرصد في إربد، حيث يلاحظ أن مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت تتناسب طردياً مع سرعة الرياح خلال فصول الصيف والربيع والخريف فكلاهما يصل إلى أعلى مستوياته خلال ساعات النهار وإلى أدنى مستوياته خلال ساعات الصباح الباكر وسجلت أعلى معدلات لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال فصل الشتاء. فيما سجلت أعلى معدلات لغاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال فصل الخريف ويلاحظ عدم وجود نمط مشترك ملحوظ لتغيرها مع تغير سرعة الرياح خلال جميع فصول السنة. كانت المعدلات السنوية والفصلية لغاز أول أكسيد الكربون متقاربة خلال ساعات اليوم وسجلت أعلى المعدلات خلال فصل الشتاء وأدنى المعدلات خلال فصل الخريف.

الشكل (3-1): المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غازات ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون ولسرعة الرياح السائدة لكل ساعة من ساعات اليوم في موقع الرصد في إربد خلال عام 2019

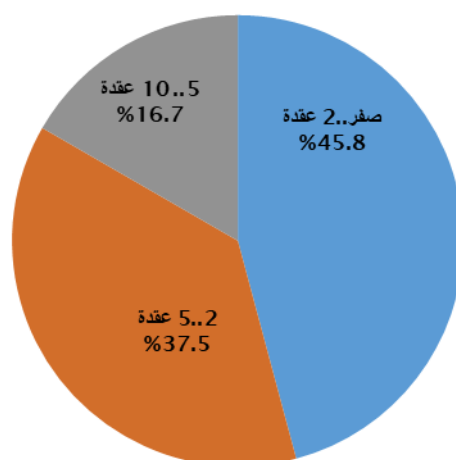


هنالك مصادر متعددة للجسيمات الدقيقة في إربد من أبرزها الغبار الطبيعي والجسيمات الدقيقة الناتجة عن حرق الوقود في المصادر الثابتة والمتحركة والغبار المنبعث من عمليات التصنيع المختلفة في المصانع الموجودة في مدينة الحسن الصناعية. تبين الأشكال (٣-٢) و (٣-٣) أدناه توزيع اتجاه وسرعة الرياح خلال الأيام التي تجاوز فيها المعدل اليومي للجسيمات الدقيقة حد القاعدة الفنية الأردنية حيث سادت الرياح الساكنة بنسبة ٤٥,٨% خلال هذه الأيام والتي تؤدي إلى نقل الإنبعاثات من مصادر التلوث القريبة من موقع الرصد وكذلك تقليل أو منع انتشار الملوثات وبقائها فوق المنطقة.

الشكل رقم (٣-٢): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام ٢٠١٩

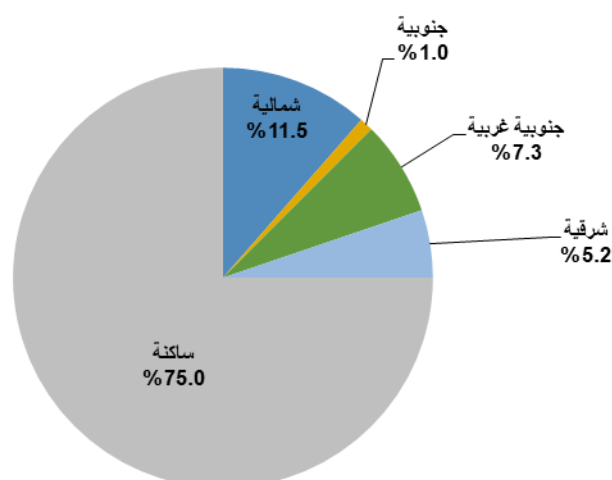


الشكل رقم (٣-٣): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام ٢٠١٩

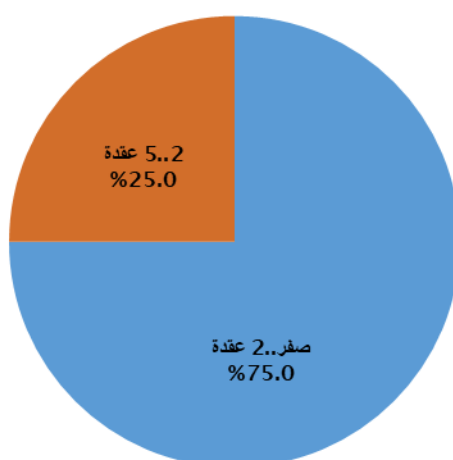


تبين الأشكال (٣-٤) و (٣-٥) أدناه توزيع اتجاه وسرعة الرياح خلال الأيام التي تجاوز فيها المعدل اليومي لغاز ثاني أكسيد الكبريت الحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية حيث سادت الرياح الساكنة بنسبة ٧٥,٠% خلال هذه الأيام والتي تؤدي إلى نقل الإنبعاثات من مصادر التلوث القريبة من موقع الرصد وكذلك تقليل أو منع انتشار الملوثات وبقائها فوق المنطقة.

الشكل رقم (٣-٤): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم (١١٤٠/٢٠٠٦) لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٩

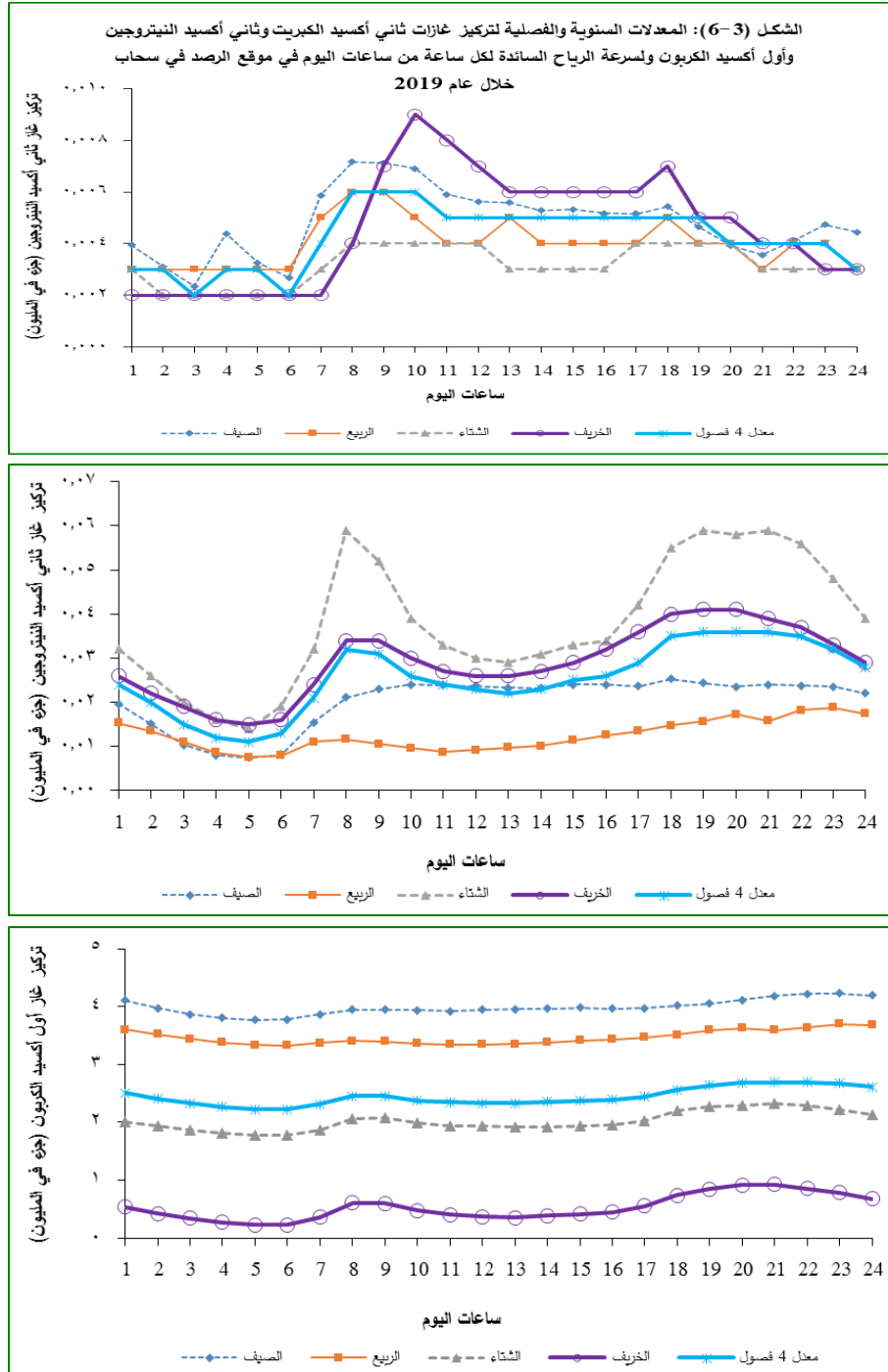


الشكل رقم (٣-٥): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في إربد خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم (١١٤٠/٢٠٠٦) لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٩

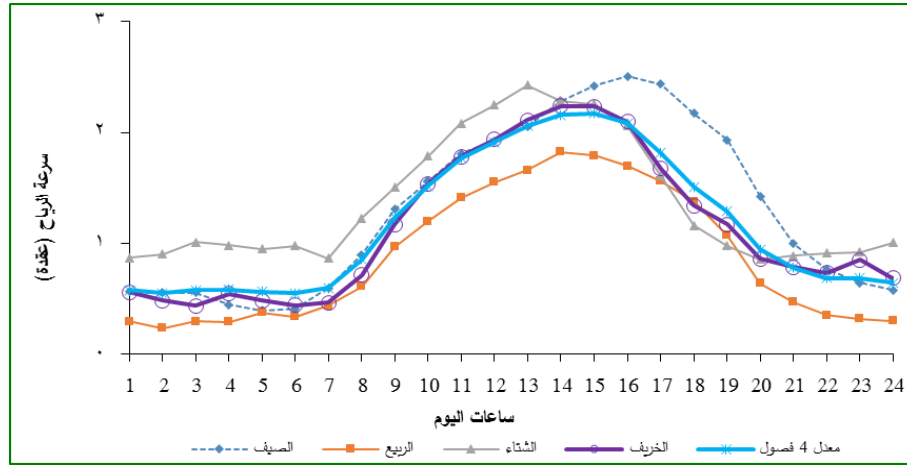


٢-٣ مدينة عبدالله الثاني ابن الحسين الصناعية/عمّان-سحاب

يظهر الشكل رقم (٣-٦) المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غازات ثاني أكسيد الكبريت وثنائي أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون ولسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في سحاب حيث يلاحظ تشابه نمط التغير في مستويات غازات ثاني أكسيد الكبريت وثنائي أكسيد النيتروجين خلال ساعات النهار في معظم الفصول. كانت المعدلات السنوية والفصلية لغاز أول أكسيد الكربون متقاربة خلال ساعات اليوم وسجلت أعلى المعدلات خلال فصل الصيف وأدنى المعدلات خلال فصل الخريف.

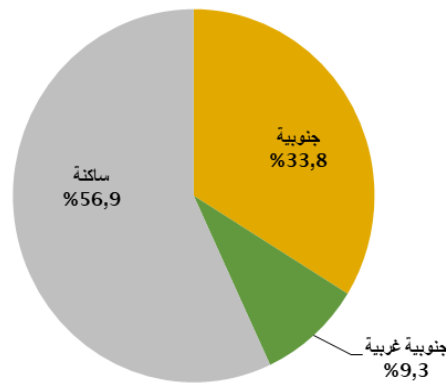


يتبع شكل رقم (٣-٦)

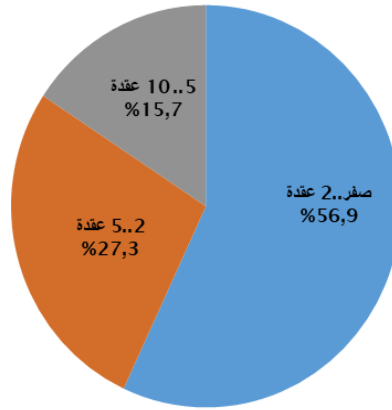


إن أهم مصادر التلوث بالجسيمات في المنطقة القريبة من موقع الرصد هي الإنبعاثات الصادرة من حرق الوقود خاصة في المركبات وذلك لقرب موقع الرصد من مجمع الحافلات وكذلك الصناعات القريبة، والكسارات والغبار الطبيعي. يبين الشكلان (٣-٧) و (٣-٨) توزيع اتجاه وسرعة الرياح خلال أيام التجاوز، حيث تبين أن الرياح الساكنة والتي تقل سرعتها عن ٢ عقدة كانت سائدة بنسبة ٥٦,٩% مما يدل على تأثير موقع الرصد بالجسيمات الدقيقة المنبعثة من عوادم المركبات لقرب موقع الرصد من مجمع الباصات. ويدل تواجد الرياح التي من الممكن أن تؤدي إلى نقل الجسيمات من مدينة سحاب الصناعية إلى موقع الرصد وهي الرياح الجنوبية الغربية بنسبة ٩,٣% على مساهمة المنشآت والأنشطة المتواجدة في مدينة سحاب الصناعية في رفع مستويات الجسيمات خلال هذه الأيام.

الشكل رقم (٣-٧): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في سحاب خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم (2006/1140) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام 2019

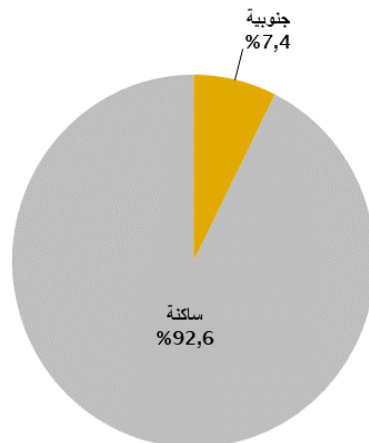


الشكل رقم (3-8): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في سحب
خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة
الفنية الأردنية رقم (1140/2006) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام 2019

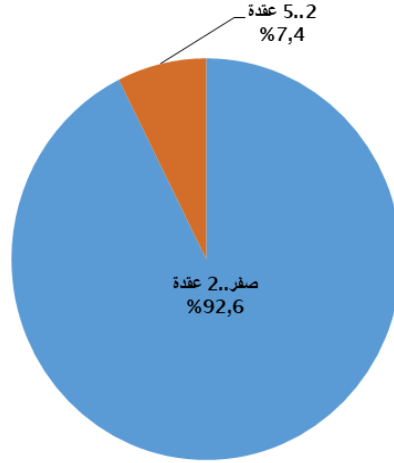


تم تسجيل ٣ تجاوزات يومية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين بتاريخ ٢٠١٩/١/٢٦ و ٢٠١٩/١/٢٧ و ٢٠١٩/١/٣١ وكانت الرياح السائدة خلال هذه الأيام هي الرياح الساكنة بنسبة ٩٢,٦% كما هو مبين في الأشكال (٣-٩) و (٣-١٠). وهذا يدل على حدوث نشاط غير متكرر خلال هذه الفترة قريب من موقع الرصد أدى إلى ارتفاع ملحوظ في تراكيز هذا الغاز وتسجيل ١٠ تجاوزات ساعية خلال هذه الأيام.

الشكل رقم (3-9): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في سحب خلال الأيام
التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية
الأردنية رقم (1140/2006) لغاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال عام
2019



الشكل رقم (3-10): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في سحاب
خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة
الفنية الأردنية رقم (1140/ 2006) لغاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال عام
2019

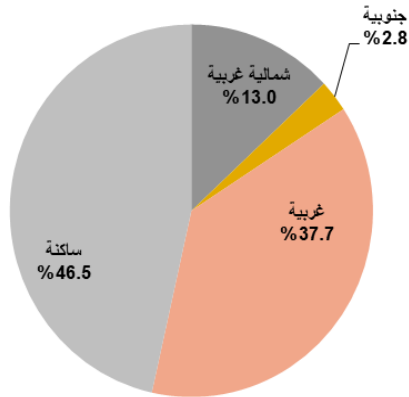


٣-٣ مدينة الحسين ابن عبدالله الثاني الصناعية/الكرك

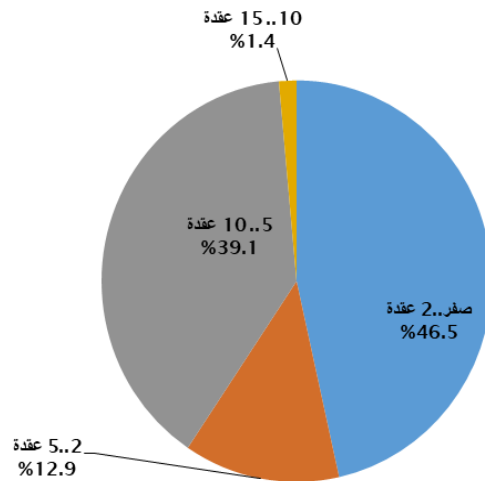
بينت نتائج الدراسة أن مستويات الجسيمات في موقع الكرك كانت ضمن الشروط المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠، حيث تم تسجيل ٣ تجاوزات يومية خلال كامل فترة الرصد وهي ضمن عدد التجاوزات اليومية المسموح به في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

من أهم مصادر التلوث في المنطقة القريبة من موقع الرصد هي الانبعاثات الناتجة من حرق الوقود وعمليات الإنتاج. ويبين الشكلان رقم (٣-١١) و(٣-١٢) أدناه توزيع سرعة واتجاه الرياح خلال الأيام التي تجاوزت فيها المعدلات اليومية لتركيز الجسيمات الحد اليومي في موقع الرصد في الكرك، حيث تبين أن الرياح الغربية والشمالية الغربية تواجدت بنسبة ٣٧,٧% و ١٣,٠% على التوالي والتي من الممكن أن تكون قد ساهمت في نقل الانبعاثات من مصادر التلوث المذكورة سابقاً إلى موقع الرصد والذي يقع على الحدود الجنوبية الشرقية - الشرقية للمدينة الصناعية. كما أن تواجدها الرياح الساكنة بنسبة مرتفعة ٤٦,٥% خلال أيام التجاوز من الممكن أن تكون قد ساهمت في نقل الانبعاثات من مصادر التلوث القريبة من موقع الرصد وكذلك تقليل أو منع نشر الملوثات وبقائها فوق المنطقة.

الشكل رقم (3-11): توزيع اتجاه الرياح في موقع الرصد في الكرك خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم (2006/1140) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام 2019



الشكل رقم (3-12): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع الرصد في الكرك خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم (2006/1140) للجسيمات ($PM_{2.5}$) خلال عام 2019



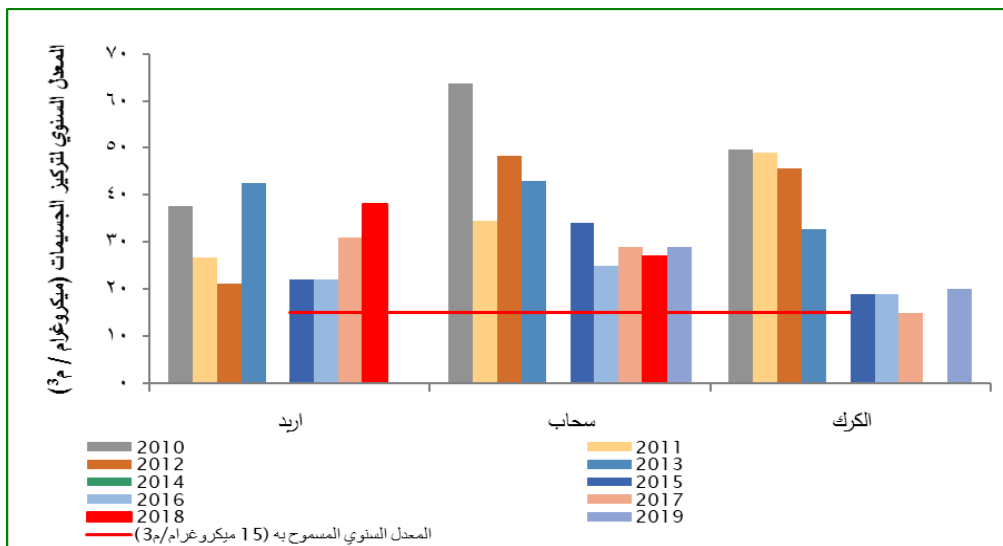
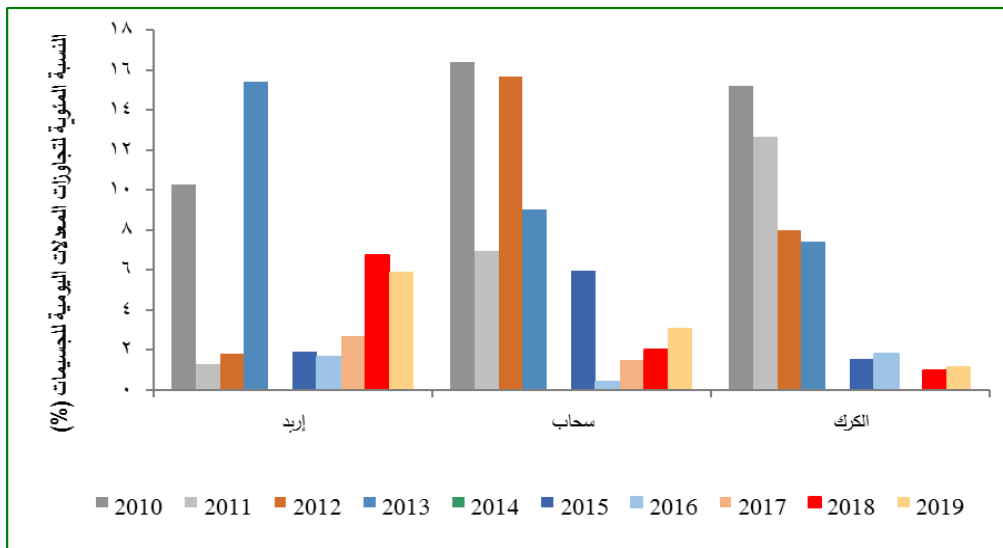
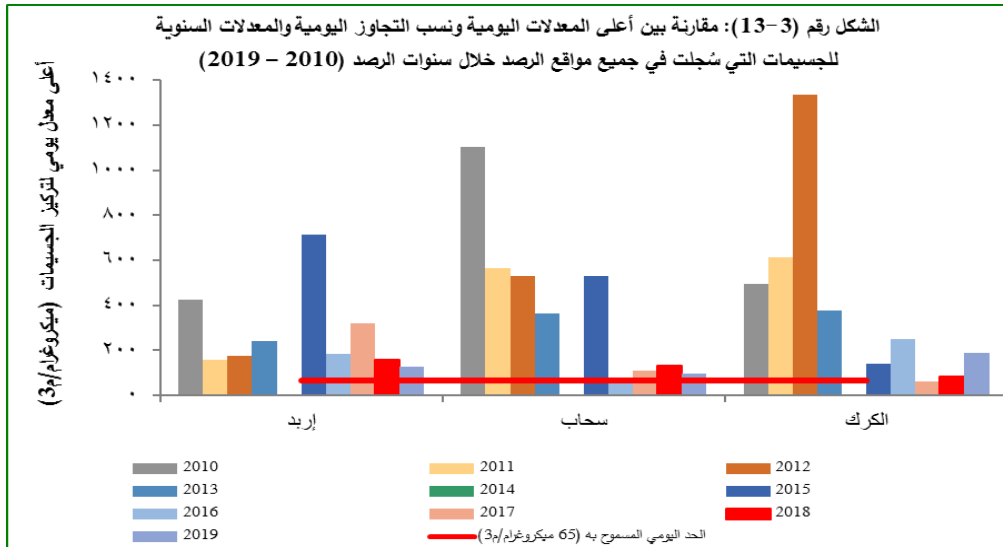
٤ . مقارنة بين نتائج الرصد لفترات الدراسات السابقة

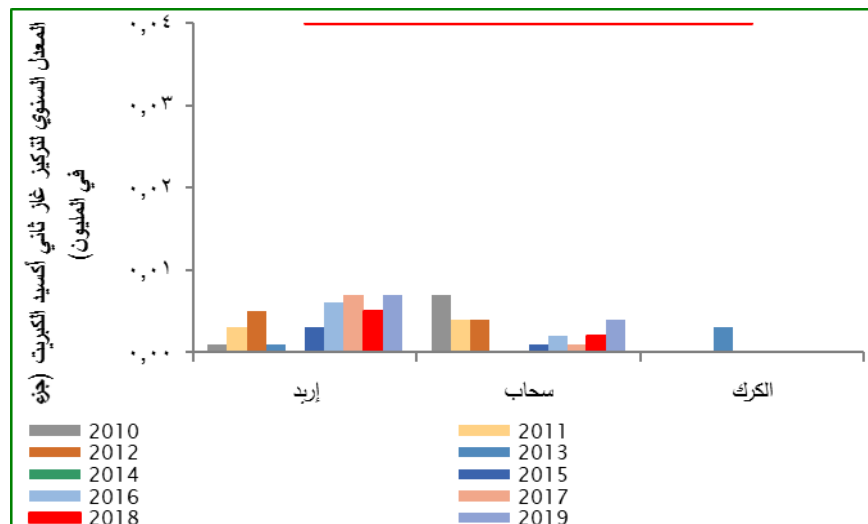
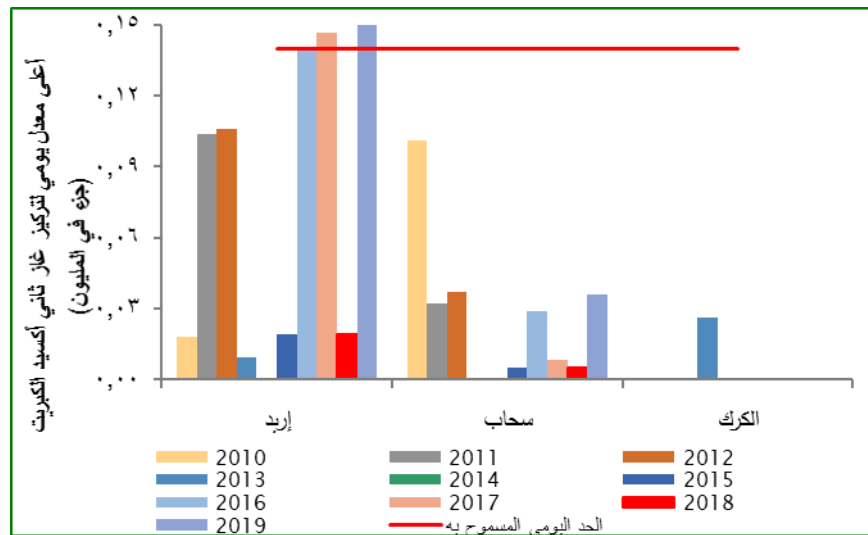
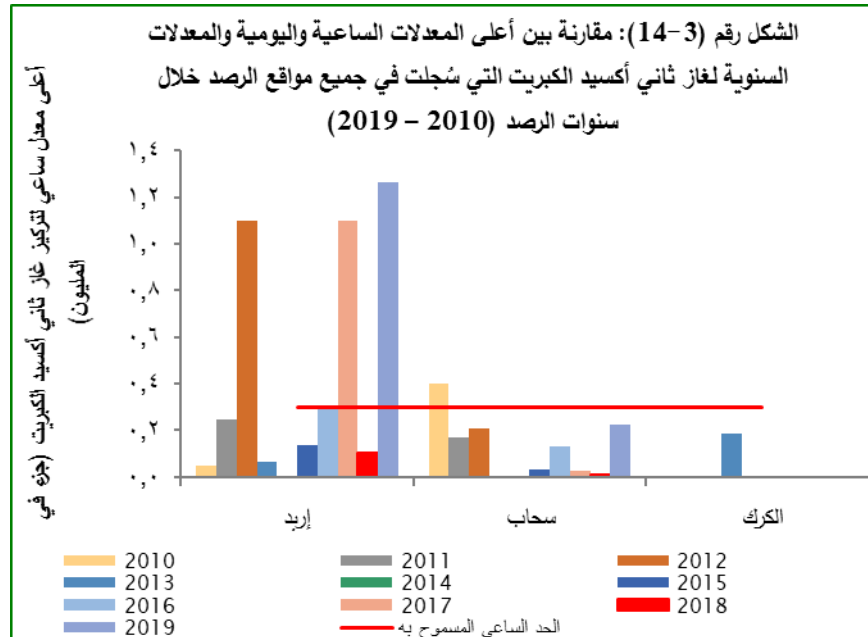
تبين الأشكال (٣-١٣) إلى (٣-١٦) مقارنة لنتائج الرصد من حيث أعلى المعدلات الساعية واليومية والمعدلات السنوية التي سجلت للجسيمات والملوثات الغازية التي تم رصدها في مواقع الرصد في إربد وسحاب والكرك خلال سنوات الرصد (٢٠١٠-٢٠١٩).

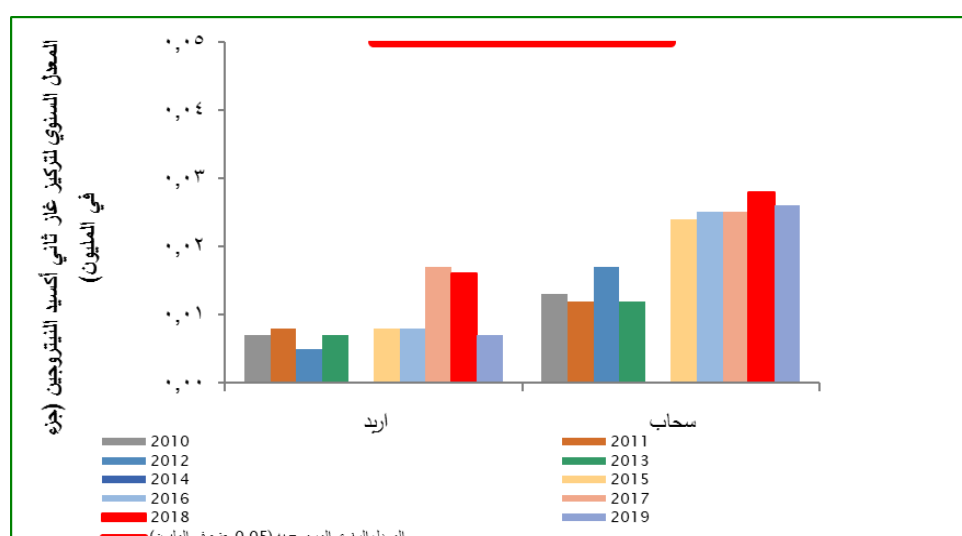
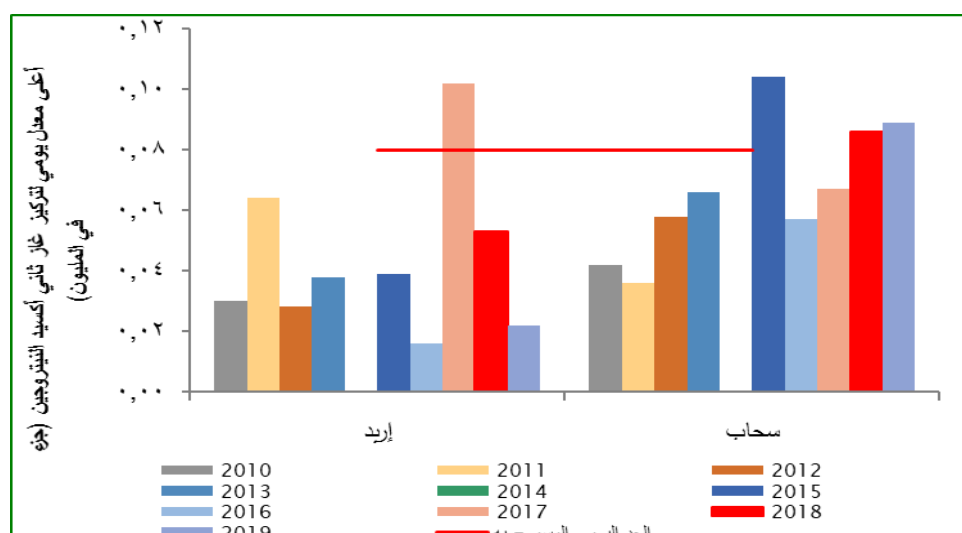
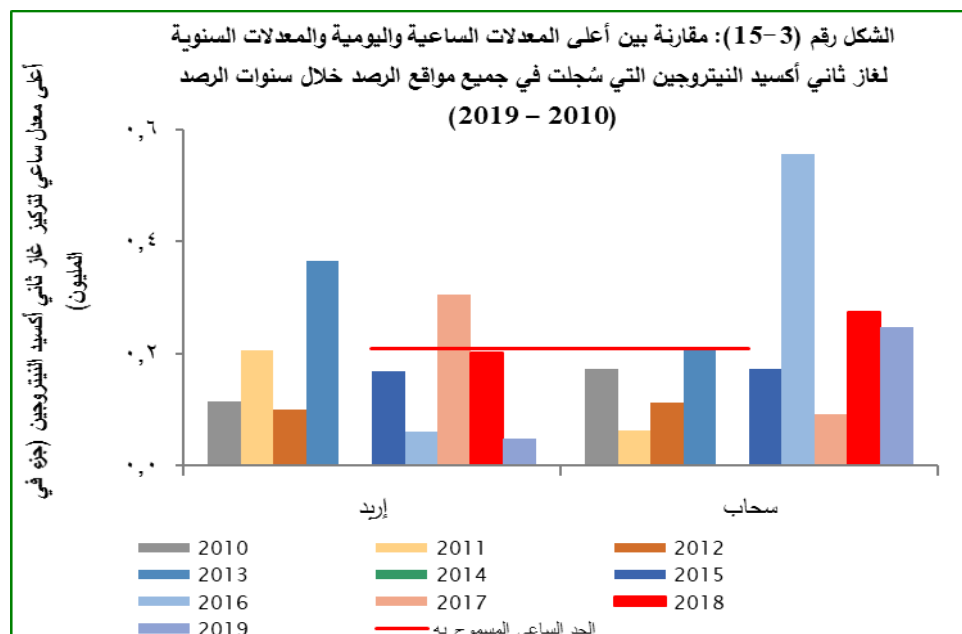
بينت نتائج الدراسة أن مستويات الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون وغاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع الرصد في إربد قد انخفضت عن فترة الدراسة السابقة. فيما ارتفعت مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت بشكل ملحوظ لفترة الدراسة الحالية مقارنة بفترة الدراسة السابقة.

أما بالنسبة لموقع الرصد في سحاب فقد بينت نتائج الدراسة أن مستويات الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون كانت مرتفعة حيث تجاوزت الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ وقد ارتفعت عن مستوياتها في سنة الدراسة السابقة. كما ارتفعت المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد الكربون في فترة الدراسة الحالية مقارنة بمستوياتها خلال فترة الدراسة السابقة.

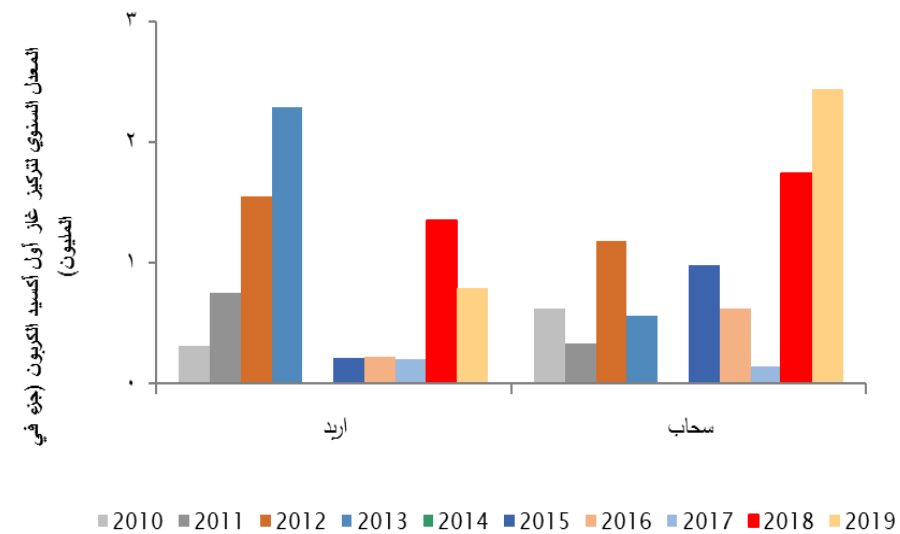
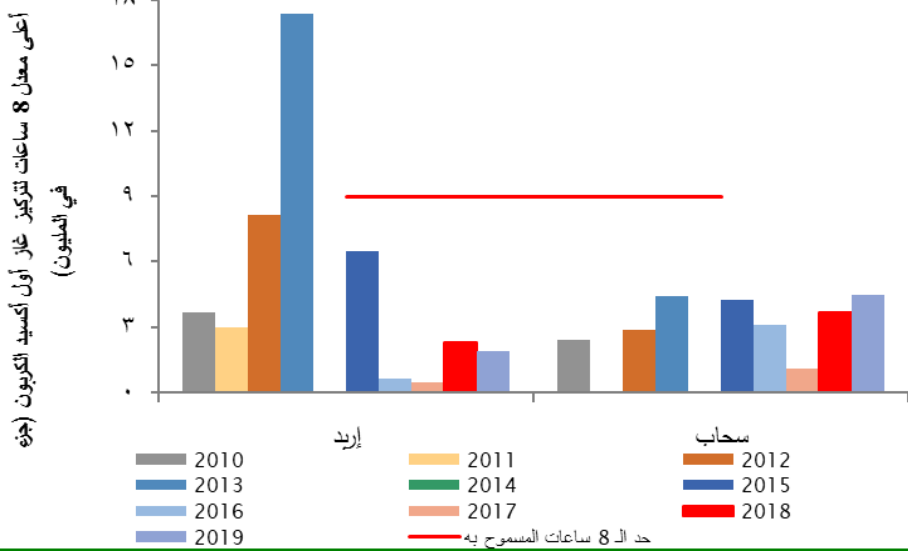
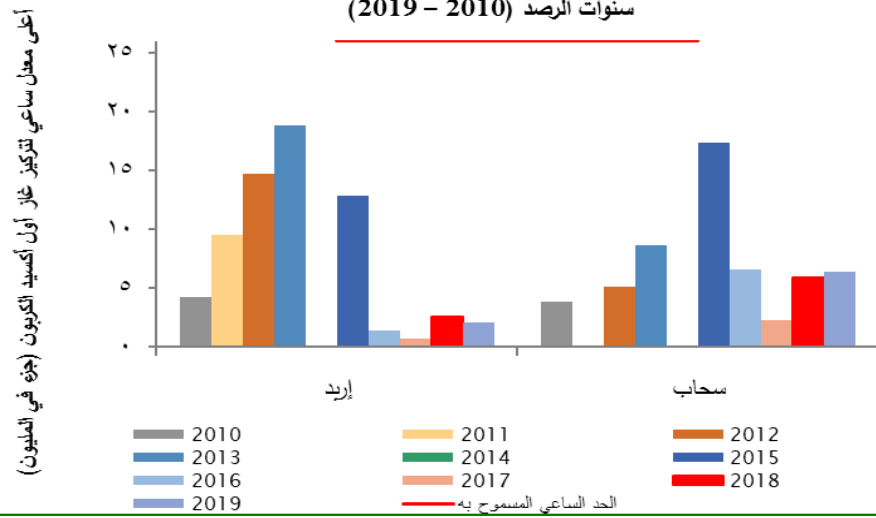
وارتفع المعدل السنوي للجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء بقطر يقل عن أو يساوي ٢,٥ ميكرون لفترة الدراسة الحالية في موقع الرصد في الكرك مقارنةً بسنتي الدراسة السابقتين.







الشكل رقم (3-16): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية ومعدلات 8 - ساعات
والمعدلات السنوية لغاز أول أكسيد الكربون التي سُجلت في جميع مواقع الرصد خلال
سنوات الرصد (2010 - 2019)



٥. التوصيات

تؤكد نتائج الدراسة الحالية التي تغطي فترة الرصد من ٢٠١٩/١/١ إلى ٢٠١٩/١٢/٣١ الحاجة إلى تطبيق التوصيات التالية:

١. الاستمرار في مراقبة نوعية الهواء في مناطق الرصد الحالية وزيادة المناطق المغطاة مثل المدن الصناعية القائمة حالياً وغير المشمولة بالرصد لما لذلك من أهمية لتحديد المناطق المعرضة لتلوث الهواء للعمل على دراسة مصادر التلوث في تلك المناطق وتنفيذ الإجراءات التي من شأنها الحد من تجاوز تراكيز الملوثات لحدود المواصفات الوطنية لنوعية الهواء المحيط (Air Quality Control) وكذلك المحافظة على المناطق التي تتمتع بنوعية هواء ضمن حدود المواصفات الوطنية لنوعية الهواء المحيط من التدهور.

٢. يُوصى بتوسيع دائرة الرصد من حيث عدد الملوثات المرصودة خاصة رصد مستويات الكربون الاسود (Black Carbon) في المناطق التي تعاني من كثافة حركة السير والتي فيها الجسيمات حيث إن ذلك يساعد في تقدير مساهمة الانبعاثات الصادرة من احتراق الوقود في المركبات على مستويات الجسيمات في الهواء المحيط. وكذلك رصد مستويات الأوزون (O_3) في المناطق التي تعاني من كثافة حركة السير وغيرها من مصادر انبعاث أكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية المتطايرة وأشعة الشمس الحادة حيث أن تلك الظروف تساعد على تكون غاز الأوزون في الهواء المحيط وهذا الغاز مضر جداً بالصحة العامة.

٣. يوصى باستخدام النمذجة الرياضية لانتشار الملوثات في تحديد مواقع رصد نوعية الهواء المحيط حيث أن النمذجة الرياضية تعتبر من أنجع الطرق في تحديد مواقع رصد نوعية الهواء المحيط، إلا أن ذلك يحتاج إلى تجميع أكبر ما يمكن من البيانات من الصناعات المحيطة بمواقع الرصد.

٤. إن هذه الدراسة والدراسات الأخرى التي تهدف إلى رصد وتقييم نوعية الهواء المحيط تضع الأساس للعمل على الإستراتيجية الوطنية لنوعية الهواء المحيط في المملكة، والتي تحتاج أيضاً إلى تنفيذ العديد من الأبحاث والتي لا تنحصر على المقترحات التالية:

- تقييم العلاقة بين نوعية الهواء المحيط والصحة العامة.
- تقييم العلاقة بين نوعية الهواء المحيط ونوعية الهواء الداخلي.
- استخدام النمذجة الرياضية لانتشار الملوثات من المصادر الثابتة التابعة للمنشآت القائمة لتقييم تأثيرها على نوعية الهواء المحيط.

ملحق (١)

خرائط تبين مواقع الرصد

ومصادر التلوث الثابتة





© 2020 ORION-ME
Image © 2020 Maxar Technologies
© 2020 Google
Image © 2020 CNES / Airbus

Google Earth



© 2020 ORION-ME
Image © 2020 Maxar Technologies

Google Earth

ملحق (٢)

برامج الصيانة الدورية
والمعايرة لأجهزة القياس
المستخدمة

Table 1: The schedule of the preventive maintenance of sulfur dioxide analyzer (UV Fluorescent)

Equipment	PM	Frequency
SO₂ Analyzer Model AF22M	Replacement of sample inlet filter	Biweekly
	Check of electrical parameters	Monthly
	Replacement of internal zero filter cartridge	Annually
	Check of pump valves and diaphragms	6 months
	Replacement of kicker zero filter cartridge	Not required; the changed inlet zero filter will be installed to replace it.
	Replacement of UV lamp	When required depending on the voltage reading.

Equipment	PM	Frequency
SO₂ Analyzer Model APSA 370	Replace the sample filter element	Bi-weekly
	Replace the O-rings	Annual
	Replace the pump valves and diaphragms	Annual
	Replace the air filter	Annual
	Replace (if required) the Xenon lamp	Annual
	Replace the aromatic hydrocarbon cutter	Annual
	Replace the scrubber	Annual
	Replace the pump	Biennial
	Change the battery	Every 3 years or when BATT alarm occurs

Table 2: The schedule of the preventive maintenance of nitrogen oxides analyzer (Chemiluminescent)

Equipment	PM	Frequency
NOx Analyzer Model APNA 370	Replace the sample filter element	Bi-weekly
	Replace the O-rings	Annual
	Replace the filter packing	Annual
	Replace the pump valves and diaphragms	Annual
	Replace the deionizer unit (packing, filter element and deionizer catalyst)	Annual
	Replace the UV lamp unit and the UV liner	Annual
	Replace the dehumidifier unit	Annual
	Replace the catalyst tube	Annual
	Replace the air filter	Annual
	Replace the scrubber	Annual
	Replace the silica gel	Annual
	Replace the pump	Biannual
	Replace the solenoid valve	Every 3 years
	Change the battery	Every 3 years or when BATT alarm occurs

Table 3: The schedule of the preventive maintenance of particulate matter (PM_{2.5}) monitor (Beta Gauge Monitor)

Equipment	PM	Frequency
PM_{2.5} Analyzer Model BAM-1020	Nozzle and Vane Cleaning	Monthly
	Leak Check	Monthly
	Flow Rate Verification	Monthly
	Clean Capstan Shaft and Pinch Roller Tires	Monthly
	Clean the sampling Head	Monthly
	Replace Filter Tape	When required

Equipment	PM	Frequency
	Run SELF-TEST Function	Quarterly
	Full Flow Audit and Calibration	Quarterly
	Verify BAM-1020 Settings	Quarterly
	Set Real-Time Clock	Quarterly
	Test Pump Capacity	Semi-annual
	Test Filter RH and Filter Temperature sensors	Semi-annual
	Test Smart Heater	Semi-annual
	Clean Internal Debris Filter	Annual
	Check Membrane Span Foil	Annual
	Beta Detector Count Rate and Dark Count Test	Annual
	Clean Inlet Tube	Annual
	Check the flow rate and rebuild Vacuum Pump (If required)	Biennial
	Check and replace (If required) the Nozzle O-ring (Special tools required)	Biennial
	Check and replace (If required) Pump Tubing	Biennial

Equipment	PM	Frequency
Particulate Matter Analyzer 5014i Beta	Clean the outside case using a damp cloth	Monthly
	Inspect and empty the water collector bottle located on the inlet	Monthly
	Dismantle and clean the sampler inlet	Monthly
	Check the O-rings of the inlet and replace as necessary	Monthly
	Inspect and clean the fan filter	Monthly
	Conduct leak test	If required (check flow rate on semi-annual basis)
	Clean the sample tube and the heater tube	Annually
	Rebuild the sample pump	If required
	Replacement of filter tape	In case the filter tape breaks or if it runs out
	Apply metal assembly paste around the parameter of the cam	When changing the filter tape

Table 4: The schedule of the preventive maintenance of carbon monoxide (CO) analyzer

Equipment	PM	Frequency
CO Analyzer 48i	Inspect the sample inlet filter and replace if necessary	Biweekly
	Clean the outside case using a damp cloth	Monthly
	Check of electrical parameters (flow rate, AGC intensity, Internal Temp and chamber pressure)	Monthly
	Clean the optics (mirrors)	If required
	Apply leak test (block the sample bulkhead and check the values of the flow rate and pressure)	When the instrument performance indicates that there may be a flow problem or when the analyzer response is weak to the span gas.
	Inspect, clean and recondition the fan filter	When required

	Replace the IR sources	If required
	Check the pump diaphragms and rebuild the pump if needed	When the instrument performance indicates that there may be a flow problem or gives high pressure value.

Equipment	PM	Frequency
CO Analyzer Model APMA 370	Replace the sample filter element	Bi-weekly
	Replace the O-rings	Annual
	Replace the filter packing	Annual
	Replace the pump valves and diaphragms	Annual
	Replace the catalyst unit	Annual
	Replace the filter element	Annual
	Replace the scrubber	Annual
	Replace the pump	Biennial
	Replace the solenoid valve unit	Biennial
	Change the battery	Every 3 years or when BATT alarm occurs

Equipment	PM	Frequency
CO/CO₂ Analyzer CO12e	Replacement of sample inlet filter	2-4 weeks
	Checking on electrical parameters	Biweekly
	Replacement of internal zero filter	Semi-annual
	KNF pump maintenance	Annually
	Replacement (if required) of the source	Annually
	Replacement of multi passages mirrors	5 years
	Replacement of the motor	5 years

Table 5: The schedule and type of calibration.

Equipment name	Calibration type
Nitrogen oxides analyzer Sulfur dioxide analyzer Carbon monoxide analyzer	Check of zero point This operation consists of comparing the monitor response for zero. Frequency: When required by using external zero source.
	1-point calibration This is a procedure for checking and correcting the response of the monitor at a span point. Frequency: monthly $\pm$ 2 weeks.
PM _{2.5} analyzer	Particles measurement calibration It is a Beta gauge calibration by using a reference gauge. Frequency: semi-annual or annually.
Weather parameters	Verification only on the wind direction This procedure is conducted manually by directing the sensor to a specific direction, comparing the results that appeared on the screen with the actual direction and adjusting the wind direction sensor offset if needed. Frequency: annually

ملحق (٣)

قيم الارتياح لأعلى المعدلات

الساعية واليومية للملوثات

الغازية المسجلة في كل موقع

تم حساب قيمة الارتياح في فترة الثقة ٩٥% لأعلى معدل ساعي وأعلى معدل يومي لكل ملوث على حده بالاعتماد على تعليمات العمل التي تم وضعها من قبل قسم دراسات الهواء في الجمعية العلمية الملكية. علماً بأن حساب قيمة الارتياح لكل ملوث يعتمد على عدة عوامل وهي مواصفات الجهاز وتركيز الغاز المرجعي الذي تم استخدامه في المعايرة وقيمة الارتياح لهذا الغاز وفيما يلي ملخص لقيم الارتياح المحسوبة لكل ملوث في كل موقع.

الموقع	الملوث	وحدة القياس	أعلى معدل ساعي	قيمة الارتياح
إربد	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	١,٢٦٥	٠,١٢٩
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,٠٤٨	٠,٠١١
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	٢,١٠	٠,٠٧
سحاب	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٢٢٤	٠,٠٠٨
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,٢٤٨	٠,٠٢٤
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	٦,٣٤	٠,٦٨

الموقع	الملوث	وحدة القياس	أعلى معدل يومي	قيمة الارتياح
إربد	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٣٨٥	٠,٠٣٩
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,٠٢٢	٠,٠٠٩
	غاز أول أكسيد الكربون *	جزء في المليون	١,٩٢	٠,٠٧
سحاب	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠٣٦	٠,٠٠٣
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,٠٨٩	٠,٠١٢
	غاز أول أكسيد الكربون *	جزء في المليون	٤,٤٨	٠,٦٨

ملاحظات:

* أعلى معدل ٨ - ساعات

➤ درجة اللاتيقين (uncertainty) لأعلى معدل ساعي (٠,٧٧ جزء في المليون) لغاز أول أكسيد الكربون في موقع الرصد في إربد هي ٠,٢٢ جزء في المليون في فترة الثقة ٩٥% لفترة الرصد (٢٠١٩/٩/١٦ - ٢٠١٩/١٠/٢٩).