وزارة البيـــئة

مراقبة الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية ـ محافظة الزرقاء

التقرير النهائي لعام ٢٠١٨

(كانون الثاني ٢٠١٨ ـ كانون الأول ٢٠١٨)

الجمعية العلمية الملكية
Royal Scientific Society

وزارة البيـــئة

مراقبة الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية / محافظة الزرقاء

التقريـــر النهائي

(٢٠١٨/١/١ – ٢٠١٨/١٢/٣١)

مقدم إلى
وزارة البيئـــــة

إعـــداد
قسم دراسات الـهـواء
مركز البيئة والمياه
الـجمـعيـــة العلـميـة المـلكيـة

حقــوق النشـــر

حقوق النشر محفوظة لوزارة البيئــة

ولا يجوز استعمال المعلومات الواردة في هذا التقرير

إلا بعد الحصول على موافقة خطية من الوزارة

المحتويـــــات

	رقم الصفحة
قائمة الجداول الواردة ضمن نص التقرير	**و**
قائمة الأشكال الواردة ضمن نص التقرير	**ز**
الخلاصـــة باللغة العربية	**ك**
الخلاصـــة باللغة الانجليزية	**م**
١ المقدمة	**١**
١-١ أهداف الدراسة	٢
١-٢ ملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة	٣
١-٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	٣
١-٢-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)	٣
١-٢-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x)	٣
١-٢-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)	٣
١-٣ مواقع الرصد	٤
١-٤ أسلوب العمل وأجهزة القياس المستخدمة	٦
٢ نتائج الدراسة	**٧**
٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	٧
٢-١-١ مركز التدريب الكهربائي	٧
٢-١-٢ مدرسة أمينة الغفارية	١٠
٢-١-٣ مدرسة أم شريك	١٣
٢-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)	١٦
٢-٢-١ مدرسة أمينة الغفارية	١٧
٢-٢-٢ مدرسة أم شريك	٢٠
٢-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x)	٢٣
٢-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)	٢٦
٢-٤-١ مركز التدريب الكهربائي	٢٧
٢-٤-٢ مدرسة أمينة الغفارية	٢٩
٢-٥ درجة الحرارة والرطوبة النسبية	٣٢
٢-٦ سرعة وإتجاه الرياح	٣٣

٣ مناقشة نتائج الدراسة **٣٥**
٣-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) **٣٥**
٣-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S) **٣٩**
٣-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x) **٤٣**
٣-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2) **٤٥**

٤ مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة **٤٩**
٤-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) **٤٩**
٤-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S) **٥٠**
٤-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x) **٥١**
٤-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2) **٥٢**
٤-٥ سرعة واتجاه الرياح **٥٣**
٥ التوصيـــات **٥٥**

ملحق (١): برنامج الصيانة الدورية والمعايرة لأجهزة القياس المستخدمة
ملحق (٢): قيم الارتياب لأعلى المعدلات الساعية واليومية المُسجلة في كل موقع للملوثات الغازية

قائمـــة الجـــداول الواردة ضمن نص التقرير

جدول (١): أعلى معدل ساعي (جزء في المليون) وأعلى معدل يومي (جزء في المليون) والمعدلات السنوية (جزء في المليون) لكل ملوث في جميع مواقع الرصد خلال عام ٢٠١٨.

جدول (٢): أعلى معدل ساعي (جزء في المليون) وأعلى معدل يومي (جزء في المليون) والمعدلات السنوية (جزء في المليون) لكل ملوث في جميع مواقع الرصد خلال عام ٢٠١٨ باللغة الانجليزية.

جدول (١ – ١): الحدود القصوى المسموح بها لملوثات الهواء المحيط المتضمنة في الدراسة (القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠).

جدول (١ – ٢): مواقع رصد الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية/ الزرقاء.

جدول (١ – ٣): الأجهزة المستخدمة في رصد نوعية الهواء المحيط في منطقة الهاشمية.

جدول (٤ – ١): مقارنة بين إتجاه الرياح السائدة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).

جدول (٤ – ٢): الرياح السائدة وتوزيع سرعة واتجاه الرياح خلال أشهر الرصد في الهاشمية خلال عام ٢٠١٨ وفترات الرصد السابقة.

قائمـــة الأشكال الواردة ضمن نص التقرير

الشكل رقم (١ – ١): مصفاة البترول الاردنية.

الشكل رقم (١ – ٢): خارطة تبين مواقع الرصد ومصادر التلوث في منطقة الهاشمية.

الشكل رقم (٢ – ١): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ٣): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ٤): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ٧): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ٨): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية / مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ٩): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية / مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ١٠): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ١١): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية / مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ١٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ١٣): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ١٤): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ –١٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ١٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).

الشكل رقم (٢ – ١٧): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ١٨): مقارنة بين النسب المئوية لتجاوز المعدلات الساعية واليومية لغاز كبريتيد الهيدروجين للحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ١٩): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٢٠): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية / مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٢١): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية / مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٢٢): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٢٣): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية / مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٢٤): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٢٥): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٢٦): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٢٧): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٢٨): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٢٩): أعلى المعدلات الساعية واليومية والمعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين المسجلة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٣٠): المعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٣١): المعدلات اليوميّة لتركيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٣٢): نسب تجاوز معدلات التركيز الساعي واليومي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين للحدين المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٣٣): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٣٤): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ -٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٣٥): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية وأعلى معدل ٨ ساعات لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٣٦): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٢ – ٣٧): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٣٨): المعدلات الشهرية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٣٩): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٤٠): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٤١): المعدلات الشهرية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٤٢): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية / مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٢ – ٤٣): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي للرطوبة النسبية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٤٤): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي لدرجة الحرارة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٤٥): توزيع اتجاه الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال الفترة خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٤٦): توزيع سرعة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال الفترة خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٢ – ٤٧): مخطط لوردة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال الفترة خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١): توزيع سرعة الرياح الساكنة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال الفترة خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٢): معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٣): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٤): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٥): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٦): معدلات تراكيز غاز كبريتيد الهيدروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٨): توزيع اتجاه الرياح خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) لغاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ٩): توزيع سرعة الرياح خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) لغاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١٠): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١١): معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.

الشكل رقم (٣ – ١٢): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١٣): معدلات تراكيز غاز أول أكسيد الكربون وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١٤): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١٥): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١٦): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٣ – ١٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨.
الشكل رقم (٤ – ١): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٤ – ٢): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٤ – ٣): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٤ – ٤): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).
الشكل رقم (٤ – ٥): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).

الخلاصـــة

إن بلدة الهاشمية التي تقع في المنطقة الشمالية الشرقية من محافظة الزرقاء محاطة بالعديد من مصادر تلوث الهواء خاصة نشاطات تكرير النفط الخام في مصفاة البترول الأردنية، وتوليد الكهرباء في محطة السمرا ومحطة الزرقاء لتوليد الكهرباء ومعالجة المياه العادمة في محطة السمرا لتنقية المياه العادمة المنزلية وكذلك مصانع الحديد وصهر المعادن، والتي تساهم بدرجات متفاوتة في تلوث الهواء في تلك المنطقة. كذلك تجدر الإشارة إلى كثافة حركة السير والتي قد تساهم في تلوث الهواء في تلك المنطقة خاصة من المركبات التي تعمل على وقود الديزل. ويُقدر عدد سكان منطقة الهاشمية في محافظة الزرقاء حتى نهاية عام ٢٠١٨ بـ ٤٨٣٠٨ نسمة[١].

هدفت هذه الدراسة والتي امتدت لمدة عام إلى رصد وتقييم مستويات الملوثات في الهواء المحيط في بلدة الهاشمية الواقعة في محافظة الزرقاء؛ وتأتي هذه الدراسة استكمالاً للدراسات السابقة والتي تنفذها وزارة البيئة من خلال الجمعية العلمية الملكية انطلاقاً من الواجبات والمهام الموكلة لوزارة البيئة في مراقبة نوعية الهواء في المملكة استناداً إلى قانون حماية البيئة رقم ٦ لعام ٢٠١٧.

وقد تم إختيار ثلاثة مواقع في بلدة الهاشمية لرصد الملوثات الغازية وهي مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية لقربهما من مصفاة البترول الأردنية، ومحطة الزرقاء لتوليد الطاقة الكهربائية، ومدرسة أم شريك القريبة من محطة السمرا لتنقية المياه العادمة المنزلية. كما تم رصد سرعة واتجاه الرياح في منطقة الهاشمية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي لما لهذين العاملين من أهمية كبيرة في انتشار الملوثات في الهواء المحيط. أظهرت نتائج الدراسة التالي، انظر الجدول رقم (١):

- كانت مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت في مواقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية ومدرسة أم شريك ضمن الحدود المسموح بها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

- كانت مستويات غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع الرصد في مدرسة أم شريك ضمن الحد اليومي المسموح به في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ في حين بلغت نسبة التجاوزات الساعية لغاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أم شريك ٠,٠٥% بينما بلغت نسبة التجاوزات للمعدلات الساعية ٠,٠٦% وللمعدلات اليومية ٠,٣% في مدرسة أمينة الغفارية.

- كانت مستويات غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مركز التدريب الكهربائي، ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

- كانت مستويات غاز أول أكسيد الكربون في موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية ضمن الحدود المسموح بها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط.

- كانت الرياح السائدة في منطقة الهاشمية للفترة المعنية هي الرياح الساكنة بنسبة ٤٦% تلتها الرياح الغربية بنسبة ٢٦%، وسادت الرياح الساكنة معظم ساعات الليل، مما يجعل الملوثات المنبعثة من المصدر تتراكم حوله مشكلةً بذلك ما يشبه الغيمة تزداد مساحتها ومحتواها من الملوثات كلما طالت فترة سكون الرياح.

- تبدأ حركة الرياح بالنشاط مع قرب موعد شروق الشمس والتي غالباً ما تكون قادمةً من الغرب فتحمل معها التلوث المتراكم ليلاً باتجاه الشرق أي باتجاه بلدة الهاشمية الواقعة شرق مصفاة البترول.

[١] المصدر: عدد سكان المملكة المقدر حسب البلدية والجنس في نهاية ٢٠١٨، دائرة الإحصاءات العامة

جدول (١): أعلى معدل ساعي (جزء في المليون) وأعلى معدل يومي (جزء في المليون) والمعدلات السنوية (جزء في المليون) لكل ملوث في جميع مواقع الرصد

الملوث	الموقع	أعلى معدل ساعي	أعلى معدل يومي	المعدل السنوي
ثاني أكسيد الكبريت	مركز التدريب الكهربائي	٠,٢٣٤	٠,٠٦٣	٠,٠١٠
	مدرسة أمينة الغفارية	٠,١٧٧	٠,٠٧٠	٠,٠٠٨
	مدرسة أم شريك	٠,٠٨٣	٠,٠٤٠	٠,٠٠٦
ثاني أكسيد النيتروجين	مركز التدريب الكهربائي	٠,٠٨٢	٠,٠٤٧	٠,٠١٣
كبريتيد الهيدرجين	مدرسة أمينة الغفارية	٠,٠٥٧	٠,٠١٦	٠,٠٠٥
	مدرسة أم شريك	٠,٠٣٦	٠,٠٠٩	٠,٠٠٤
أول أكسيد الكربون	مركز التدريب الكهربائي	٢,١٥٥	*١,٩٥٨	٠,١٢٦
	مدرسة أمينة الغفارية	٢,٣٨٢	*١,٩٨٨	٠,٠٧١
ثاني أكسيد الكربون	مركز التدريب الكهربائي	٥٠٤	٥٠٠	٣٨٨
	مدرسة أمينة الغفارية	٨٣٠	٨١٠	٣٥٨

الحدود القصوى المسموح به في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠			
الملوث	الحد الساعي (جزء في المليون)	الحد اليومي (جزء في المليون)	الحد السنوي (جزء في المليون)
ثاني أكسيد الكبريت	٠,٣٠٠	٠,١٤٠	٠,٠٤٠
ثاني أكسيد النيتروجين	٠,٢١٠	٠,٠٨٠	٠,٠٥٠
كبريتيد الهيدرجين	٠,٠٣٠	٠,٠١٠	---
أول أكسيد الكربون	٢٦	*٩	---

* معدل لـ ٨-ساعات

وقد خلصت الدراسة إلى جملة توصيات منها العمل على توسيع دائرة الرصد بحيث يشمل برنامج المراقبة رصد الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$)، والكربون الأسود والأوزون.

Summary

Al-Hashemia town located in the north eastern part of Zarqa governorate is surrounded by many air pollution sources especially crude oil refining activities at the Jordanian Petroleum Refinery (JPRC), electricity generation at Assamra Power Station (Assamra PS) and Al-Zarqa Power Station, wastewater treatment at Assamra Domestic Wastewater Treatment Plant (Assamra WWTP) in addition to steel and metal melting industries. These sources contribute in various levels in polluting the ambient air of Al-Hashemia town. It is worth to mention that the heavy transportation activities especially from the diesel-driven vehicles contribute to the air pollution of the study area. The population of this area is around 48308 as estimated in the year 2018.

The overall objective of this monitoring program, which extended for one year (January 2018 – December 2018) is to determine and assess the levels of ambient air pollutants at Al-Hashemia town; this study is a continuation of many consecutive yearly studies conducted by the Ministry of Environment (MoEnv) through the Royal Scientific Society (RSS) in Al-Hashemia.

The ambient air quality was monitored in three sites; Electrical Training Center (ETC), Amina Al-Ghafariah School and Um Shuraik School. Moreover, both wind speed and direction were monitored at ETC to assist in the interpretation of monitoring results, see Table (2).

The main results of the study are as follows:

- The levels of SO_2 were within the limits specified in JS1140/2006 in ETC site, Amina Al-Ghafariah School and Um Shuariak School.

- The levels of H_2S were within the daily limit specified in JS1140/2006 in Um Shuariak School, while 0.05% of H_2S hourly averages exceeded the hourly limit specified in JS1140/2006. Also, at Amina Al-Ghafariah School, 0.06% and 0.3% of H_2S hourly and daily averages respectively exceeded the limits specified in JS1140/2006 during the current monitoring period.

- Low levels of NO_2 were recorded in the ETC, where the levels of this pollutant were within the limits specified in JS1140/2006.

- The hourly and 8-hour averages of CO were within the limits specified in JS 1140/2006 at ETC site and Amina Al-Ghafariah School.

- The prevailing wind direction at Al-Hashemia town was calm wind with 46% followed by western wind with 26 %. Calm wind prevailed during most night hours; this allowed the emissions to accumulate around the source during the nighttime. The wind speed that mostly has western direction starts increasing with sunrise. These winds could carry the emissions from JPRC to Al-Hashemia town, which is located to the east and south east of JPRC.

Table (2): Max hourly average, Max daily average and Annual average for all gases at the three monitoring sites

Gas	Site name	Max .Hourly average(ppm)	Max .Daily average(ppm)	Annual average(ppm)
SO_2	ETC	0.234	0.063	0.010
	Amina A-Gafariah school	0.177	0.070	0.008
	Um-Shuraik School	0.083	0.040	0.006
NO_2	ETC	0.082	0.047	0.013
H_2S	Amina A-Gafariah school	0.057	0.016	0.005
	Um-Shuraik School	0.036	0.009	0.004
CO	ETC	2.155	1.958*	0.126
	Amina A-Gafariah school	2.382	1.988*	0.071
CO_2	ETC	504	500	388
	Amina A-Gafariah school	830	810	358

Maximum limits stated in JS 1140/2006			
Gas	Hourly limits (ppm)	Daily limits (ppm)	Yearly limits (ppm)
SO_2	0.300	0.140	0.040
NO_2	0.210	0.080	0.050
H_2S	0.030	0.010	---
CO	26	9*	---

*8-hour average

Some of the recommended actions this study suggests are to continue the monitoring program and expand its scope to monitor $PM_{2.5,}$ black carbon and ozone.

١. مقدمـــــة

تتعرض بلدة الهاشمية في محافظة الزرقاء لانبعاث ملوثات الهواء الناجمة بشكل رئيس عن النشاطات الصناعية المتواجدة والمحيطة بالمنطقة. حيث يتواجد العديد من المصادر الثابتة التي تساهم بدرجات متفاوتة في تلوث الهواء منها:

- مصفاة البترول الأردنية.
- محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء (تم انشاء هذه المحطة بالقرب من محطة الحسين الحرارية المتوقفة عن العمل منذ بداية عام ٢٠١٦، وتم البدء بتشغيلها على الغاز الطبيعي في النصف الثاني من عام ٢٠١٨).
- محطة السمرا لتنقية المياه العادمة المنزلية.
- محطة السمرا لتوليد الكهرباء.
- مصانع الحديد وصهر المعادن (شركة رام الله لصناعة الحديد والصلب والشركة العربية للحديد والصلب).

الشكل رقم (١-١): مصفاة البترول الأردنية

تنبعث ملوثات الهواء من مصفاة البترول نتيجة لعمليات حرق الوقود وتكرير النفط وتكون على شكل انبعاث غازات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، أكاسيد النيتروجين (NO_x)، أول أكسيد الكربون (CO)، كبريتيد الهيدروجين (H_2S) إضافةً للغبار (السناج) الناجم عن عمليات الحرق. بينما تنبعث ملوثات الهواء من محطة السمرا لتوليد الكهرباء و محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء نتيجة لحرق الوقود خاصة عند حرق الديزل بدل الغاز الطبيعي وذلك لتوليد الطاقة الكهربائية وتتمثل في ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، أكاسيد النيتروجين (NO_x)، أول أكسيد الكربون (CO)، إضافةً للغبار (السناج). كما تعتبر محطة السمرا لتنقية المياه العادمة المنزلية من المصادر الرئيسة لانبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين.

ونظراً للمهام الموكلة لوزارة البيئة حسب قانون حماية البيئة رقم ٢٠١٧/٦ لمراقبة نوعية الهواء في المملكة خاصةً في المناطق المعرضة لتلوث الهواء فقد رأت الوزارة أهمية الاستمرار بمراقبة نوعية الهواء في منطقة الهاشمية حيث تم تجديد الاتفاقية رقم ٢٠٠٧/٩ للفترة (شباط ٢٠١٨ – كانون ثاني ٢٠١٩) مع مركز البيئة والمياه في الجمعية العلمية الملكية للقيام بذلك.

١-١ أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة والتي استمرت لمدة عام كامل إلى:

- ❖ تحديد مستويات الملوثات الغازية في بلدة الهاشمية / محافظة الزرقاء خلال فترة الرصد لسنة ٢٠١٨ ومقارنتها بالحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط (جدول رقم (١ – ١)).
- ❖ مقارنة نتائج مستويات الملوثات الغازية لسنة ٢٠١٨ بمستوياتها خلال سنوات الرصد السابقة لتقييم مدى التحسن أو التراجع في كفاءة التحكم بمصادر تلوث الهواء في تلك المنطقة.
- ❖ تقديم النتائج والتوصيات لمتخذي القرار لمساعدتهم على اتخاذ القرارات والإجراءات اللازمة والصائبة التي من شأنها تحسين نوعية الهواء في المنطقة وتوفير حياة أفضل للمواطن الأردني ودعم التنمية المستدامة.
ويغطي هذا التقرير السنوي النتائج التي تم الحصول عليها خلال فترة الرصد من كانون ثاني ٢٠١٨ الى كانون أول ٢٠١٨.

جدول رقم (١-١): الحدود القصوى المسموح بها لملوثات الهواء المحيط المتضمنة 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	----
كبريتيد الهيدروجين (H_2S)	ساعة واحدة	٠,٠٣ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
	٢٤ ساعة	٠,٠١ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
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	٣مرات خلال أي ١٢ شهر
	٢٤ ساعة	٠,٠٨ جزء في المليون	٣ مرات خلال أي ١٢ شهر
	سنوي	٠,٠٥ جزء في المليون	----

١-٢ ملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة

١-٢-١ ثاني أُكسيد الكبريت (SO_2)

ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) غاز سام عديم اللون له رائحة نفاذة. المصادر الرئيسة لانبعاث هذا الغاز هي محطات توليد الطاقة، ومنشآت صهر الكبريت المعدني، ومعامل تكرير النفط وغيرها من الصناعات والنشاطات التي يحرق فيها الوقود الذي يحتوي على شائب الكبريت. كما ينبعث هذا الغاز من مصادر طبيعية مثل البراكين وتحلُّل 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 يكون المطر الحمضي (حامض الكبريتيك) الذي قد يقتل الحياة الفطرية والأشجار ويتلف المباني والمواد والممتلكات.

١-٢-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

كبريتيد الهيدروجين (H_2S) غاز عديم اللون ذو رائحة كريهة وقوية تشبه رائحة البيض الفاسد ويوجد بشكل طبيعي في البيئة. ينبعث هذا الغاز حيثما تكون النفايات الصلبة أو السائلة التي تحتوي على الكبريت عند تحللها البيولوجي. لذا تعتبر مكاب النفايات، ومخلفات المواشي، ومصارف المياه الآسنة الخاصة بالإنسان والشاحنات التي تنقل النفايات ومحطات الصرف الصحي ومحطات معالجة النفايات من المصادر الرئيسة لانبعاث غاز H_2S للهواء المحيط. وكذلك فإنه من الممكن أن يوجد هذا الغاز في المياه الجوفية خصوصاً في الآبار قرب حقول النفط. كما يتم إنتاج كبريتيد الهيدروجين من الأنشطة الصناعية بما فيها معامل تكرير البترول. تختلف الآثار الصحية الناجمة عن التعرض لغاز H_2S حسب مستوياته في الهواء المستنشق حيث قد يؤدي التعرض لمستويات مرتفعة من هذا الغاز إلى تهيج العين والأنف والرئة.

١-٢-٣ أكاسيد النيتروجين (NO_x, NO_2 & NO)

تعرف أكاسيد النيتروجين (NO_x) بالمجموع الكلي لكل من ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) وأول أكسيد النيتروجين (NO). وتتكون هذه الأكاسيد كناتج لجميع عمليات الاحتراق التي يدخل فيها الهواء خاصةً التي تتم في درجات الحرارة العالية نتيجة لأكسدة النيتروجين الجوّي بدرجات الحرارة العالية. ويكون الناتج الأساسي غاز NO والذي لا يعتبر ذو تأثير سيئ على صحة الإنسان. غاز NO_2 هو غاز بني يميل إلى الحمرة. ينطلق جزء من NO_2 نتيجة الاحتراق بينما تكون معظم تراكيزه في الهواء المحيط نتيجة أكسدة NO خلال العمليات المختلفة، مثلاً عن طريق الأوزون حيث أنه من الممكن أن يواصل الأكسدة للحصول على نواتج أشد تأكسداً مثل حامض النيتريك (HNO_3) والذي بالإضافة لحامض الكبريتيك يؤدي إلى ظاهرة المطر الحمضي.

إن التعرض لغاز NO_2 يؤدي إلى مهاجمة أنسجة الرئتين وطرق التنفس فهو يقلّل من مقاومة الجسم للجراثيم بتراكيز منخفضة مما يؤدي إلى تهيّج الرئتين والعينين. ولدى التعرّض لتراكيز مرتفعة؛ يضعف هذا الغاز مقاومة الجسم للأمراض التنفسية مثل التهاب الرئتين. تظهر الأبحاث أن الأطفال هم المجموعة الأكثر حساسية لغاز NO_2 حيث يميلون أكثر من غيرهم للإصابة بمختلف الأمراض التنفسية. كما يعتبر المرضى الذين يصابون بالربو هم مجموعة حسّاسة بشكل خاص لهذا الغاز.

١-٢-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)

أول أكسيد الكربون (CO) هو غاز 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 كيماوياً مع الهيموجلوبين. إن التعرض لتراكيز منخفضة من أول أكسيد الكربون يؤدي إلى الدّوار، والغثيان، والصداع، وانخفاض

القدرة على التركيز، وتردّي 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، والعجزة والذين يعانون من بعض الأمراض المزمنة مثل التهاب الشُعب الهوائية المزمن أو فقر الدم على جميع أنواعه إلى تراكيز من غاز CO يسبب أخطاراً صحية.

يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون أهم غازات الدفيئة التي تساهم في ظاهرة التغير المناخي والاحترار العالمي، ومن أهم مصادر انبعاث هذا الغاز حرق مختلف انواع الوقود في محطات توليد الكهرباء والنشاطات الصناعية المختلفة.

١-٣ مواقع الرصد

تم اختيار ثلاثة مواقع رصد في منطقة الهاشمية لرصد مستويات الملوثات الغازية المنبعثة من مصادر تلوث الهواء المختلفة المحيطة بتلك المنطقة. يبين الجدول (١ – ٢) مواقع الرصد بالإضافة إلى بعد واتجاه مصادر التلوث بالنسبة لمواقع الرصد والملوثات التي يتم رصدها في كل موقع. ويوضح الشكل رقم (١-٢) خارطة منطقة الهاشمية ومواقع الرصد ومصادر تلوث الهواء في تلك المنطقة. ومن الجدير بالذكر أنه يتمّ أيضاً رصد سرعة واتجاه الرياح ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية بشكل مستمر على مدار الساعة في موقع مركز التدريب الكهربائي.

وقد تم اختيار مواقع الرصد بحيث تغطي أهم التجمعات السكانية القريبة من المصادر الرئيسة الثابتة لتلوث الهواء المحيط في منطقة الهاشمية والواقعة تحت تأثير اتجاه الرياح السائدة بالنسبة لمصادر التلوث.

جدول رقم (١ – ٢): مواقع رصد الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية/ الزرقاء

مواقع الرصـد	مصادر التلوث	بُـعد واتجاه مصادر التلوث بالنسبة لموقع الرصد	الملوثات التي يتم رصدها
مركز التدريب الكهربائي	- محطة الحسين الحرارية* - مصفاة البترول - محطة السمرا لتنقية المياه العادمة - محطة السمرا لتوليد الكهرباء - شركة رام الله لصناعة الحديد والصلب - الشركة العربية للحديد والصلب	- حوالي ٠,٥ كم شمال غرب. - حوالي ٢ كم شمال غرب. - حوالي ٥,٥ كم شمال شرق. - حوالي ٣ كم شمال شرق. - حوالي ١,٨ كم جنوب شرق - حوالي ٣,٣ كم جنوب غرب	SO_2, NOx, CO & CO_2
مدرسة أمينة الغفارية	- محطة الحسين الحرارية* - مصفاة البترول - محطة السمرا لتنقية المياه العادمة - محطة السمرا لتوليد الكهرباء - شركة رام الله لصناعة الحديد والصلب - الشركة العربية للحديد والصلب	- حوالي ٠,٥ كم جنوب. - حوالي ١,٥ كم غرب– شمال غرب. - حوالي ٥كم شمال شرق. - حوالي ٢,٧ كم شمال شرق. - حوالي ٢,٥ كم جنوب شرق - حوالي ٤ كم جنوب غرب	SO_2, H_2S, CO & CO_2
مدرسة أم شريك	- محطة الحسين الحرارية* - مصفاة البترول - محطة السمرا لتنقية المياه العادمة - محطة السمرا لتوليد الكهرباء - شركة رام الله لصناعة الحديد والصلب - الشركة العربية للحديد والصلب	- حوالي ٢ كم جنوب. - حوالي ٢ كم جنوب غرب. - حوالي ٣ كم شرق – شمال شرق. - حوالي ١,٦ كم شرق – شمال شرق. - حوالي ٤,٢ كم جنوب شرق - حوالي ٦ كم جنوب غرب	SO_2 & H_2S

* متوقفة عن العمل منذ بداية عام ٢٠١٦، حيث تم انشاء محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء القريبة منها و بدء التشغيل على الغاز الطبيعي في النصف الثاني من عام ٢٠١٨.

شكل رقم (١ – ٢): خارطة تبين مواقع الرصد ومصادر التلوث في منطقة الهاشمية

١-٤ أسلوب العمل وأجهزة القياس المستخدمة

يبين الجدول رقم (١-٣) الأجهزة المستخدمة في عملية الرصد، ومبدأ عمل كل منها وأهم المواصفات الفنية لكل جهاز. يتمّ رصد تراكيز ملوثات الهواء الغازية باستخدام أجهزة تحليل غازات أوتوماتيكية، حيث تأخذ الأجهزة عينات من الهواء المحيط بشكل متواصل، تحلل هذه العينات وتخزن نتائج التحليل على شكل معدلات ساعيّة لتركيز الغاز في الهواء المحيط. تتم معايرة جميع أجهزة التحليل العاملة على رصد الملوثات الغازية دورياً باستخدام غازات معايرة بتركيز محدد للتأكد من دقة عمل الأجهزة وتعديل استجابتها وصيانتها عند الضرورة.

جدول (١ – ٣): الأجهزة المستخدمة في رصد نوعية الهواء المحيط في منطقة الهاشمية

اسم الجهاز ومبدأ عمله	عمل الجهـــاز	الموقع	مواصفات فنية
Sulfur Dioxide Analyzer UV- Fluorescence	رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط بشكل متواصل	جميع مواقع الرصد	Measurement range: 0.001 – 10 ppm Response time: 20 – 120 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 415 cc/min Working temperature: 10-35 ºC
Hydrogen Sulfide Analyzer UV-Fluorescence	رصد غاز كبريتيد الهيدروجين في الهواء المحيط بشكل متواصل	مدرسة أمينة الغفارية ومدرسة أم شريك	Measurement range: 0.001 – 10 ppm Response time: 20 – 120 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 415 cc/min Working temperature: 10-35 ºC
Nitrogen Oxides (NO, NO_2 & NOx) Analyzer Chemiluminescence	رصد غازات أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NOx) في الهواء المحيط بشكل متواصل	مركز التدريب الكهربائي	Measurement range: 0.0004 – 100ppm Response time: 40 sec Measurement units: ppm or ppb Sample flow rate: 0.6-0.8 l/min Working temperature: 0-45 ºC
Carbon Oxides (CO & CO_2) Analyzer Infrared and Electrochemical	رصد غاز أول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الهواء المحيط بشكل متواصل	مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية	Infrared: Measurement range: 0.05 – 200 ppm for CO Response time: 40 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 1.3 l/min Working temperature: 5-40 ºC Electrochemical: Measurement range: 0.0 – 750ppm for CO Detection Limit for CO: 0.1 ppm Measurement range: 0.0 – 10,000ppm for CO_2 Detection Limit for CO_2: 1 ppm Measurement units: ppm
Weather conditions (temperature, relative humidity, wind speed and direction)	تسجيل الظروف الجوية (درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة واتجاه الرياح) في الهواء المحيط الكترونياً وبشكل متواصل	مركز التدريب الكهربائي	-----

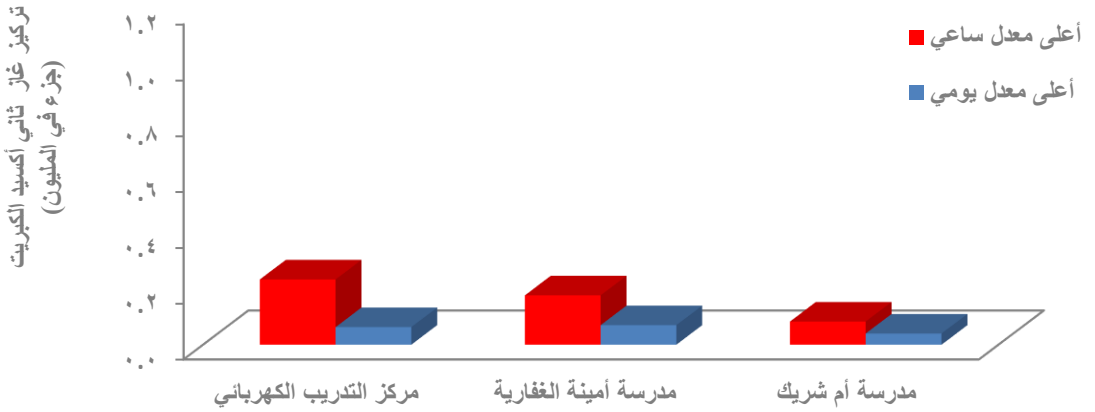
٢. نتائج الدراسة

٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

المصدر الرئيس لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكبريت في منطقة الهاشمية هو مصفاة البترول نتيجة لحرق وتكرير الوقود الثقيل الذي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت وباحتمالية أقل محطة الزرقاء ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء عند حرق الديزل بدلاً من الغاز الطبيعي.

تم رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في مواقع الرصد الثلاثة وقد أظهرت نتائج الرصد لفترة الدراسة (خلال عام ٢٠١٨) والمبينة في الشكل رقم (٢-١) أدناه أن المعدلات الساعية واليومية كانت ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ١١٤٠/ ٢٠٠٦ والبالغة ٠,٣٠٠ جزء في المليون للمعدل الساعي و٠,١٤٠ جزء في المليون للمعدل اليومي في جميع مواقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية ومدرسة أم شريك.

الشكل رقم (٢-١): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال عام ٢٠١٨



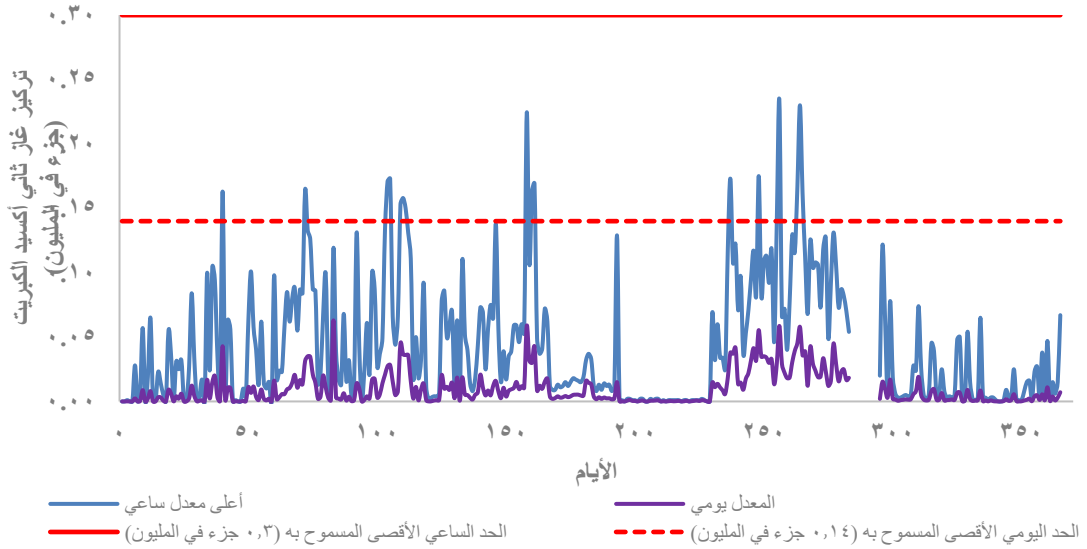
٢-١-١ مركز التدريب الكهربائي

كانت تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت ضمن الحدين الساعي و اليومي المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ١١٤٠/ ٢٠٠٦، ووصل أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد الكبريت في هذا الموقع إلى ٠,٢٣٤ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٩/١٣ (الساعة السابعة مساءً)، وبلغ أعلى معدل يومي ٠,٠٦٣ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٣/٢٤ (الأشكال رقم ((٢-٢) و (٢-٣) و (٢-٤)).

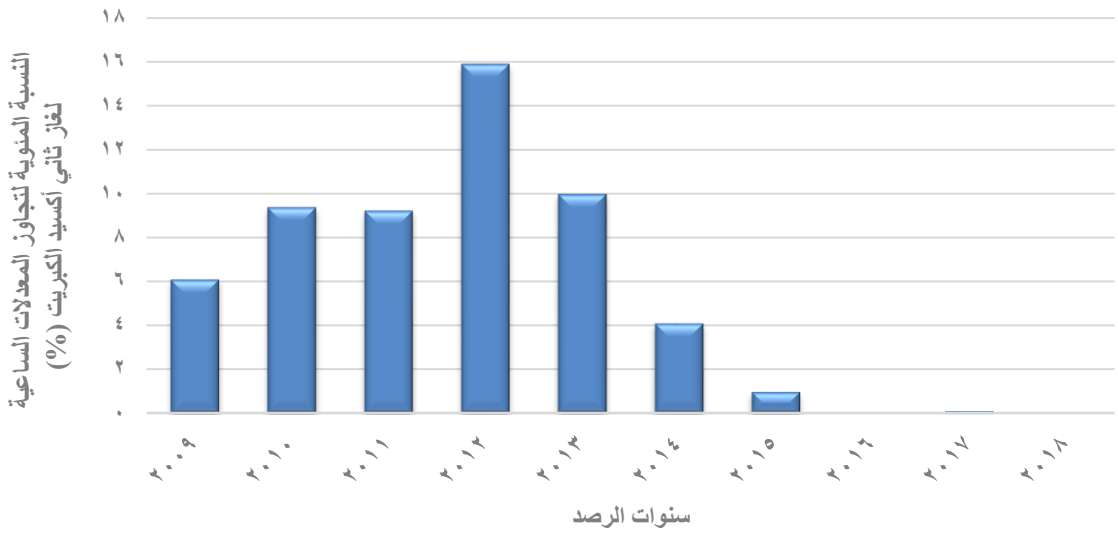
سُجلت أعلى تراكيز لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهر ايلول ٢٠١٨. فقد بلغ المعدل الشهري خلال هذا الشهر ٠,٠٣٢ جزء في المليون، حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهر تشرين أول ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدل الشهري لهذا الشهر كما هو موضح في الشكل رقم (٢-٥).

وبلغ المعدل السنوي لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٨ ٠,٠١ جزء في المليون وكان ضمن الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ٠,٠٤ جزء في المليون، (الشكل رقم (٢-٦)).

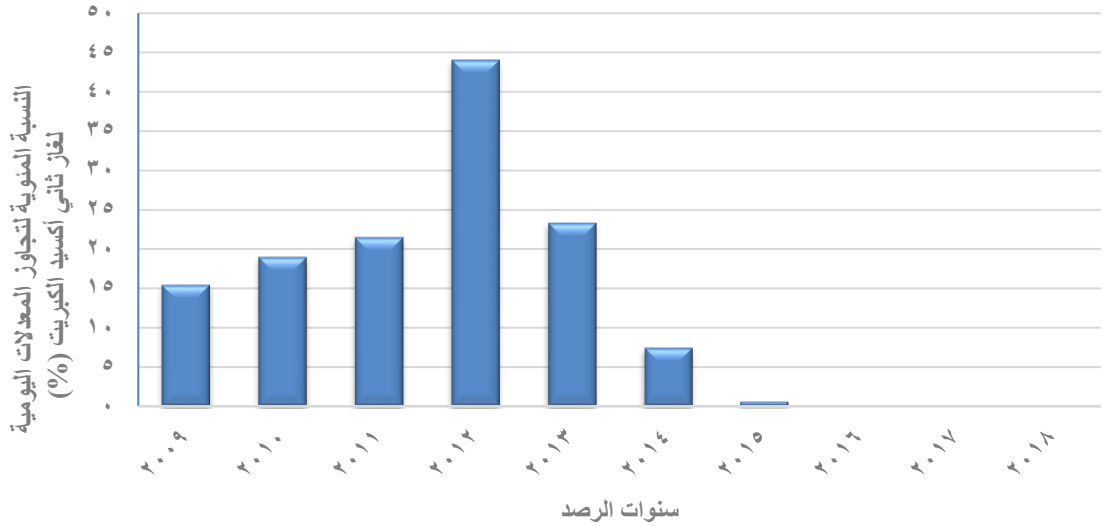
الشكـل (٢-٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



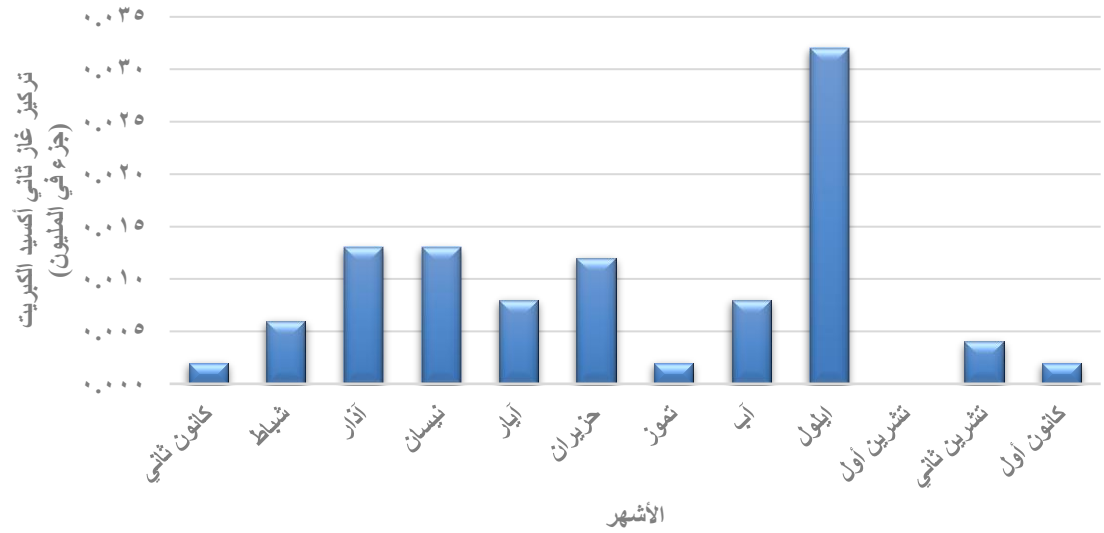
الشكـل (٢-٣): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



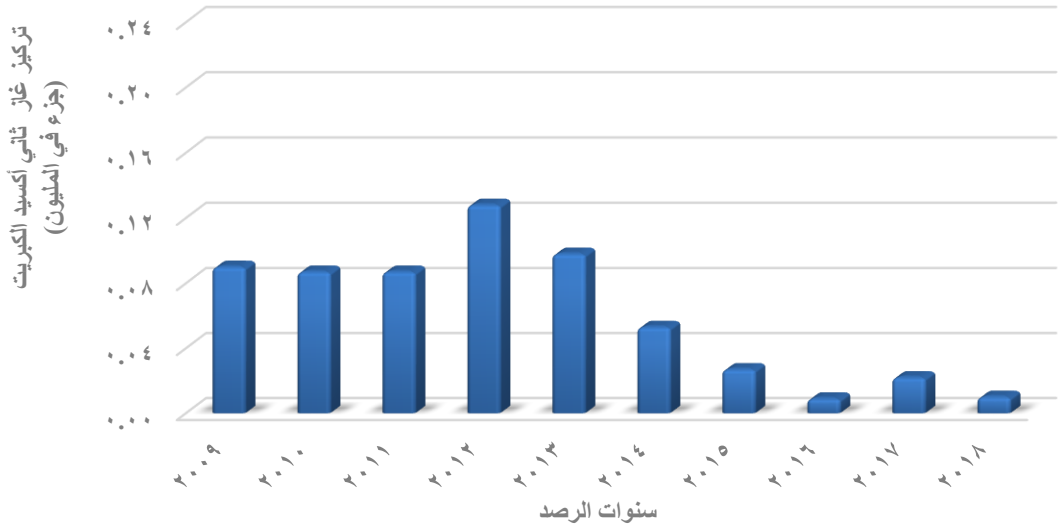
الشكـل (٢-٤): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



الشكـل (٢-٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



الشكـل (٢-٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).



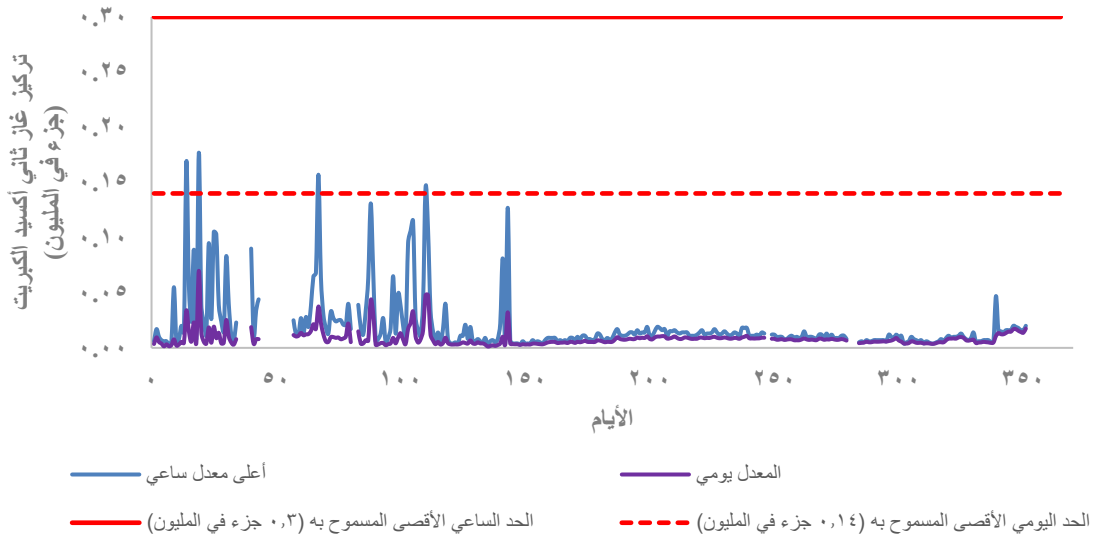
٢-١-٢ مدرسة أمينة الغفارية

كانت تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت ضمن الحدين الساعي واليومي المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ١١٤٠/ ٢٠٠٦. فقد وصل أعلى معدل ساعي إلى ٠,١٧٧ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/١/١٩ (الساعة الحادية عشر صباحاً). ووصل أعلى معدل يومي إلى ٠,٠٧ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/١/١٩ (الأشكال رقم ((٢-٧) و(٢-٨) و(٢-٩)).

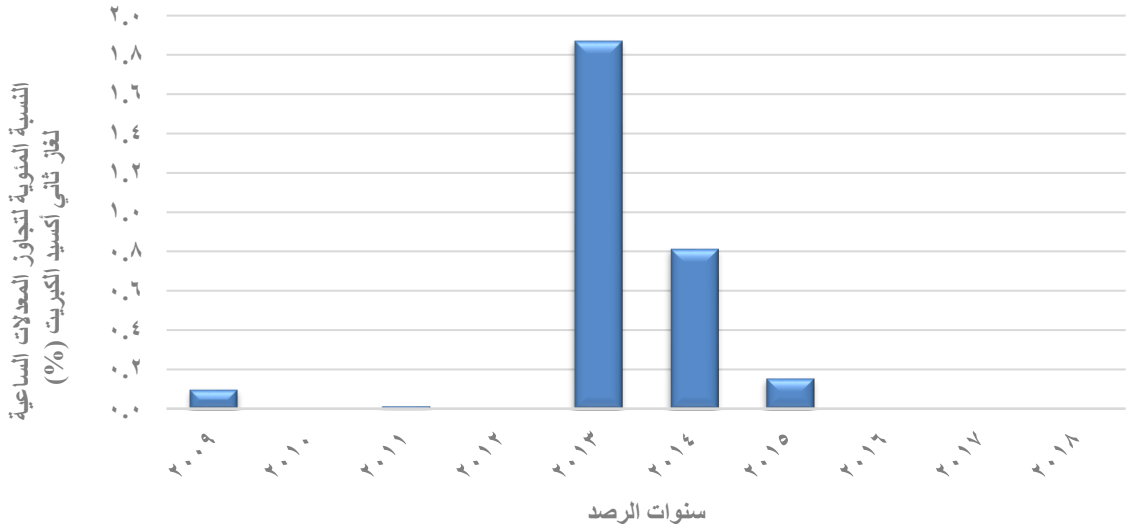
سجلت أعلى تراكيز لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مدرسة أمينة الغفارية خلال شهر آذار ٢٠١٨، فقد بلغ المعدل الشهري خلال هذا الشهر ٠,٠١٤ جزء في المليون، حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهر شباط و كانون أول ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدلات الشهرية خلال هذين الشهرين (الشكل رقم(٢-١٠)).

وبلغ المعدل السنوي لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٨ ٠,٠٠٨ جزء في المليون ولم يتجاوز هذا المعدل الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ٠,٠٤ جزء في المليون (الشكل رقم (٢-١١)).

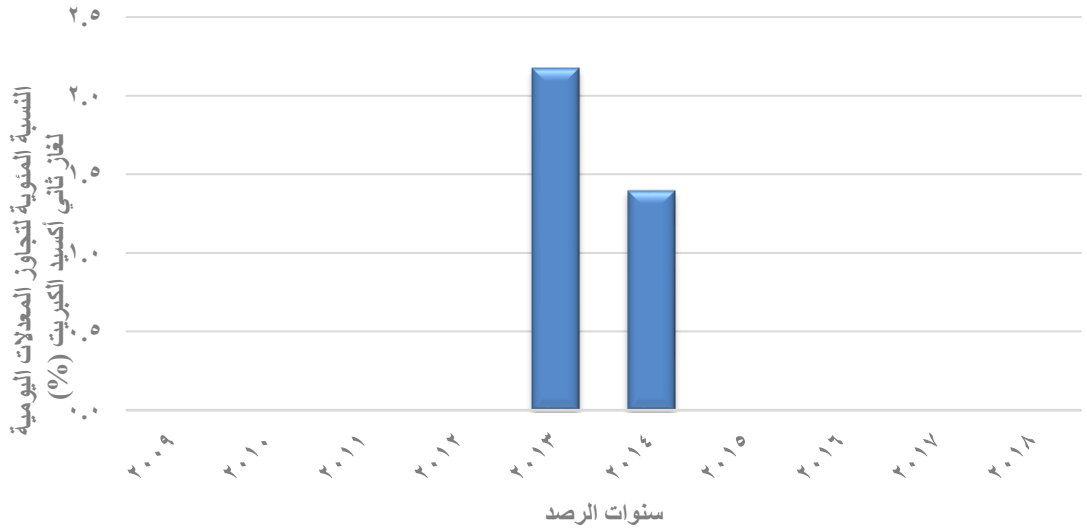
الشكل رقم (٢-٧): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.



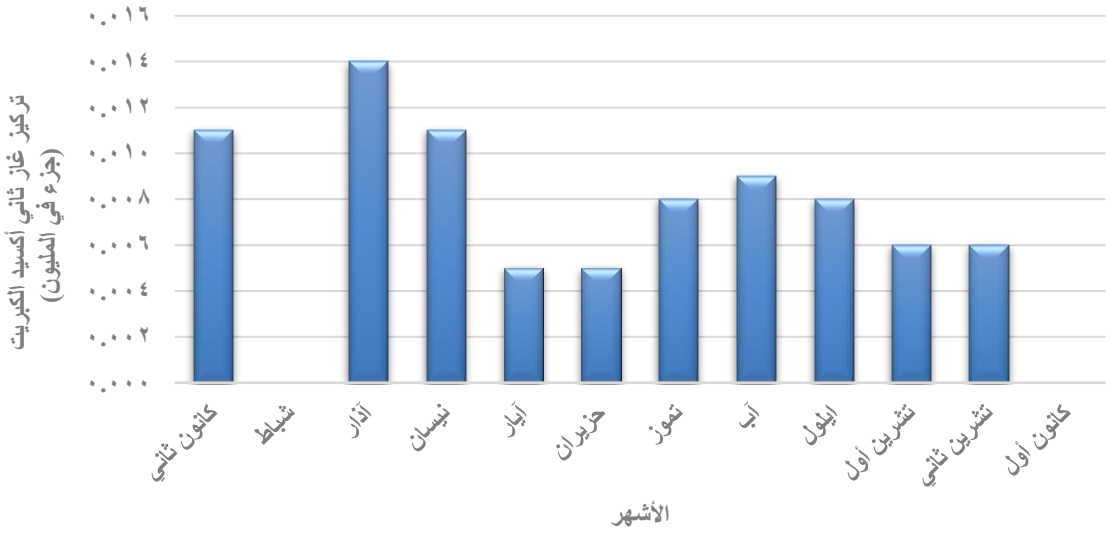
الشكـل (٢-٨): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



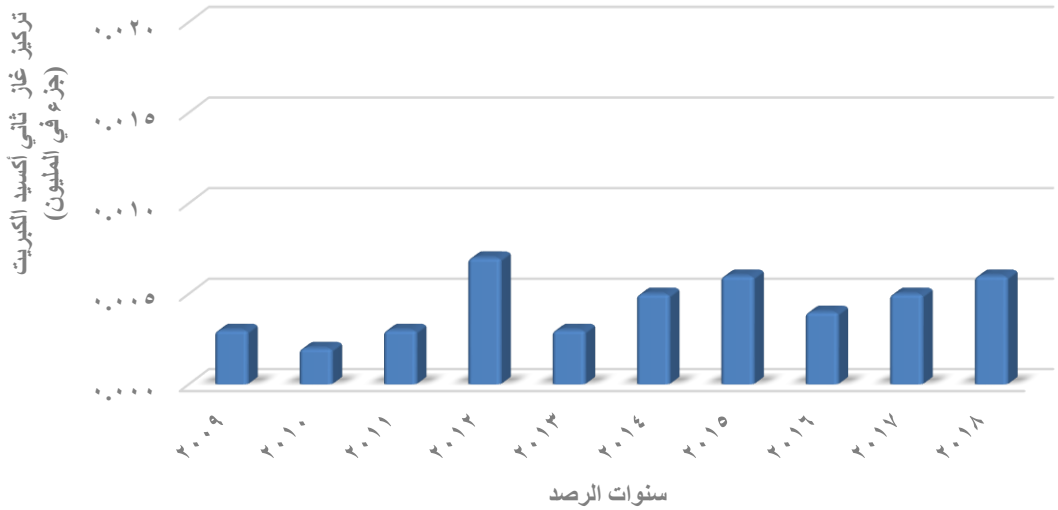
الشكـل (٢-٩): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



الشكل رقم (٢-١٠): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-١١): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).



ملاحظة: تم الرصد في مدرسة ابن الأنباري الملاصقة لمدرسة أمينة الغفارية للفترة ما بين (٢٠٠٩-٢٠١٤).

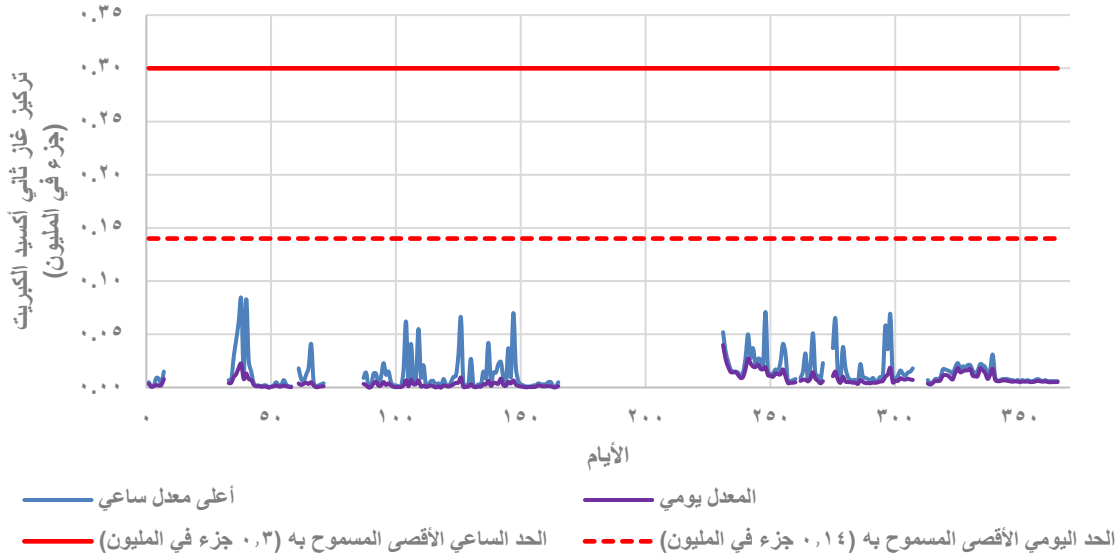
٢-١-٣ مدرسة أم شريك

كانت تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدرسة أم شريك منخفضة نسبياً مقارنةً مع مواقع الرصد الأخرى، فقد بلغ أعلى معدل ساعي ٠,٠٨٣ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٢/٧ (الساعة الحادية عشر صباحاً)، في حين بلغ أعلى معدل يومي ٠,٠٤ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٨/١٩، في حين لم يسجل أي تجاوز لحد المعدل اليومي ولحد المعدل الساعي المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط (الأشكال رقم ((٢-١٢) و (٢-١٣) و (٢-١٤)).

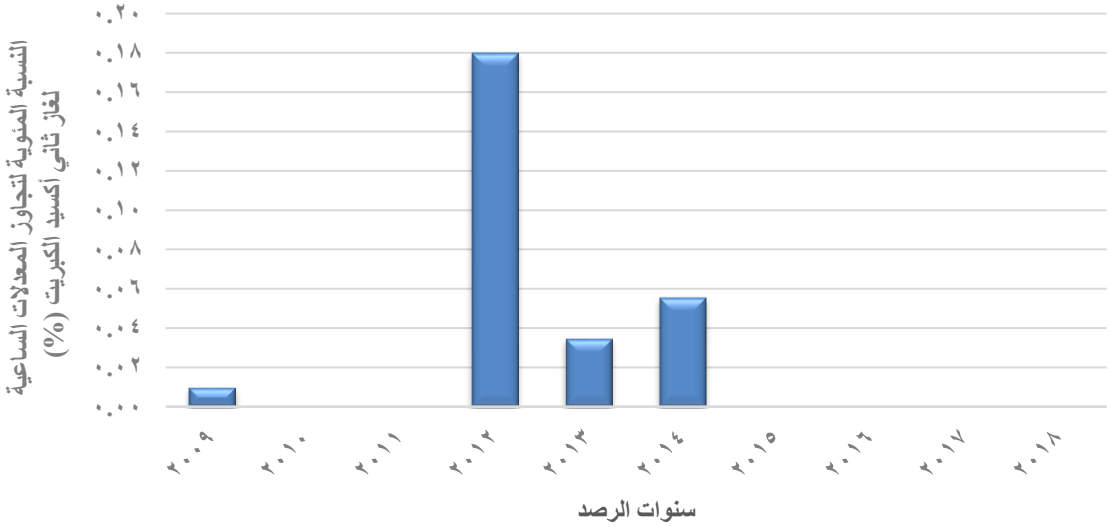
يلاحظ من الشكل رقم (٢-١٥) بأن أعلى معدل شهري سُجل خلال شهري أيلول وتشرين أول ٢٠١٨ فقد بلغ المعدل الشهري خلال هذين الشهرين ٠,٠١ جزء في المليون، حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال الأشهر كانون ثاني وآذار وحزيران وتموز و آب ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدلات الشهرية خلال هذه الأشهر.

بلغ المعدل السنوي خلال عام ٢٠١٨ ٠,٠٠٦ جزء في المليون ولم يتجاوز هذا المعدل الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ٠,٠٤ جزء في المليون (الشكل رقم ((٢-١٦)).

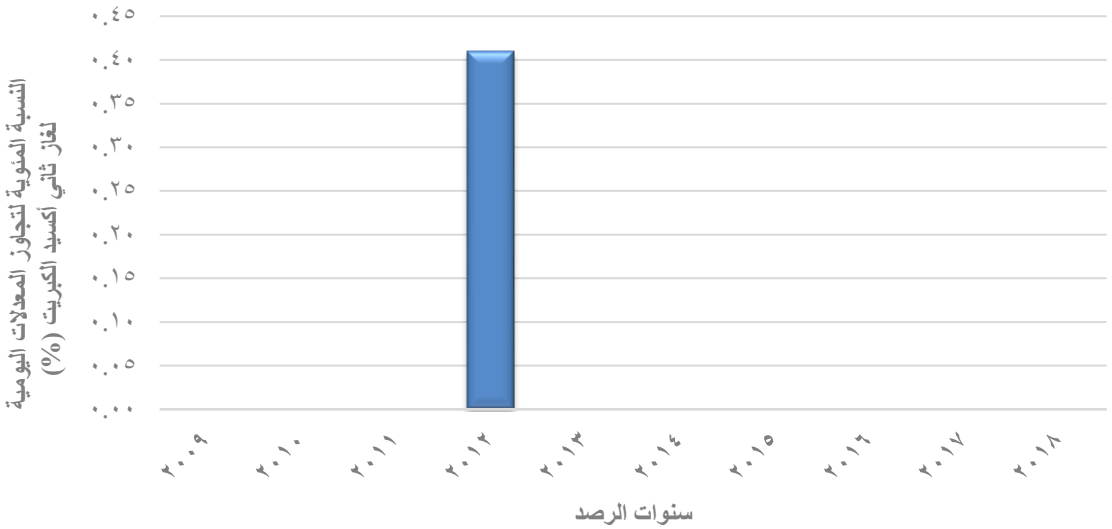
الشكل رقم (٢-١٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.



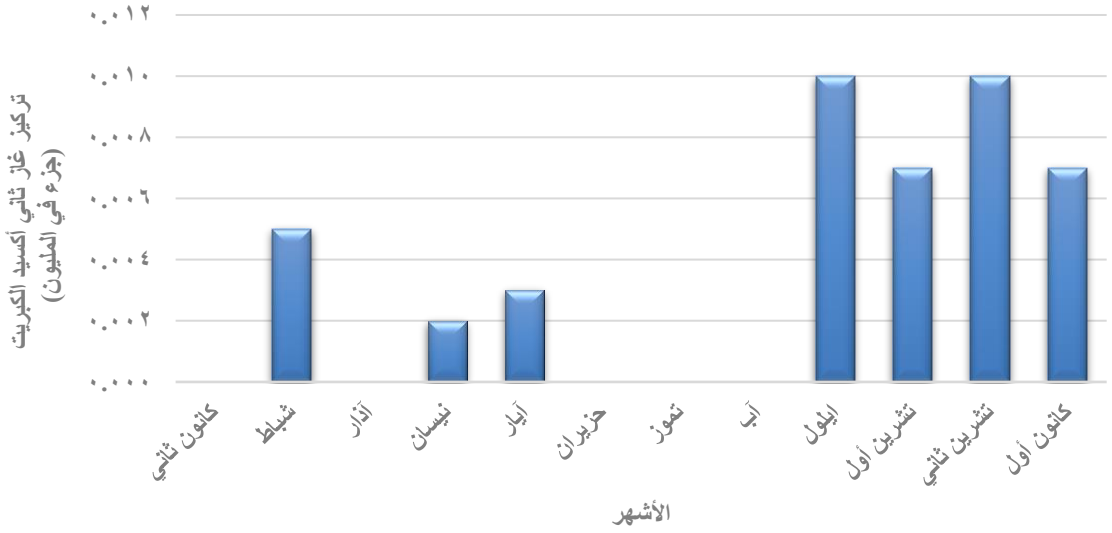
الشكـل (٢-١٣): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



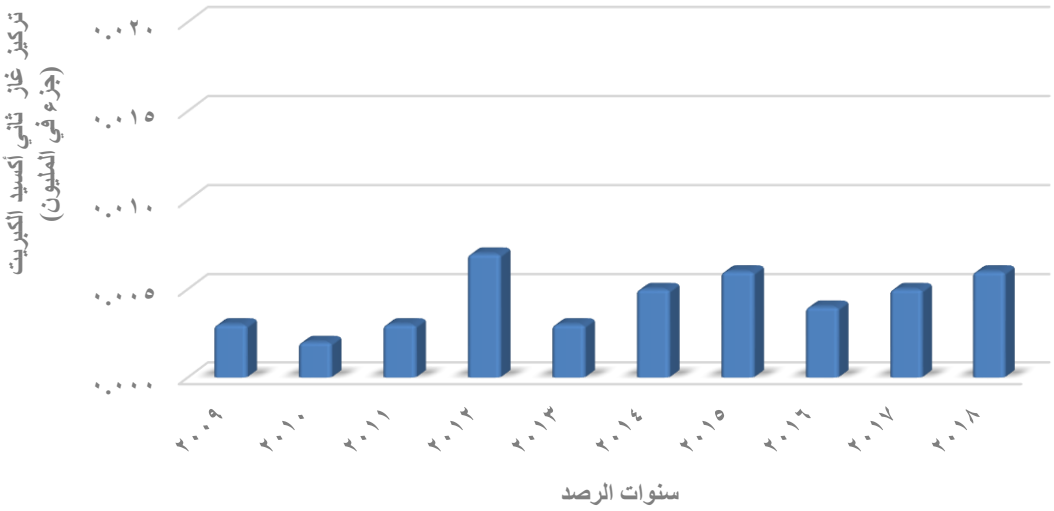
الشكـل (٢-١٤): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



الشكل رقم (٢-١٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.



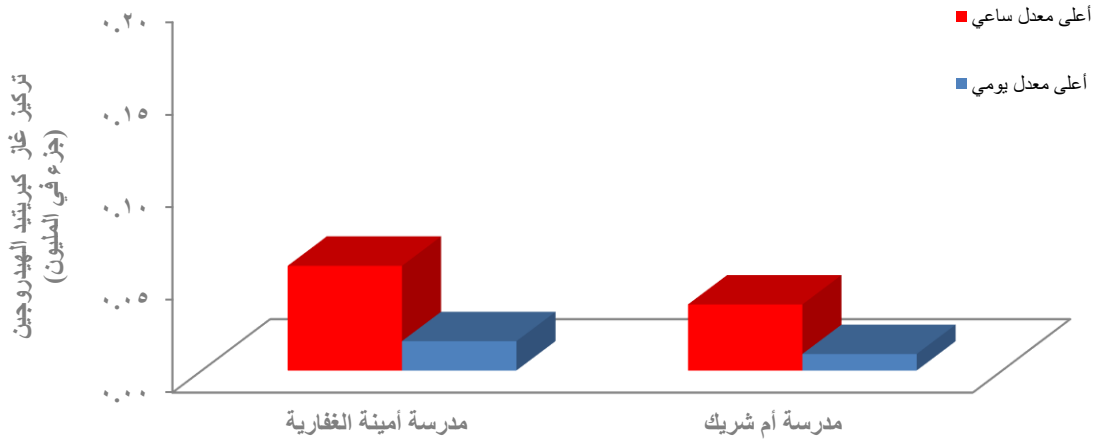
الشكل رقم (٢-١٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩-٢٠١٨).



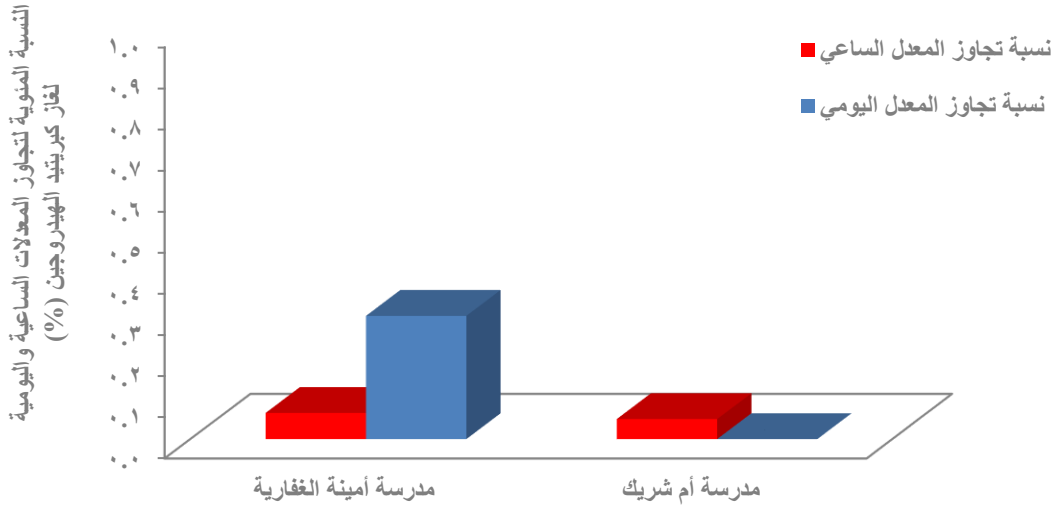
٢-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

تم رصد غاز كبريتيد الهيدروجين في موقعي الرصد في مدرسة أمينة الغفارية ومدرسة أم شريك خلال فترة الدراسة خلال عام ٢٠١٨. فكما هو مبين في الأشكال أدناه تعرض كلا موقعي الرصد لمستويات من غاز كبريتيد الهيدروجين، وسُجل أعلى المعدلات الساعية و اليومية في موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية.

الشكل رقم (٢-١٧): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-١٨): مقارنة بين النسب المئوية لتجاوز المعدلات الساعية واليومية لغاز كبريتيد الهيدروجين للحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨



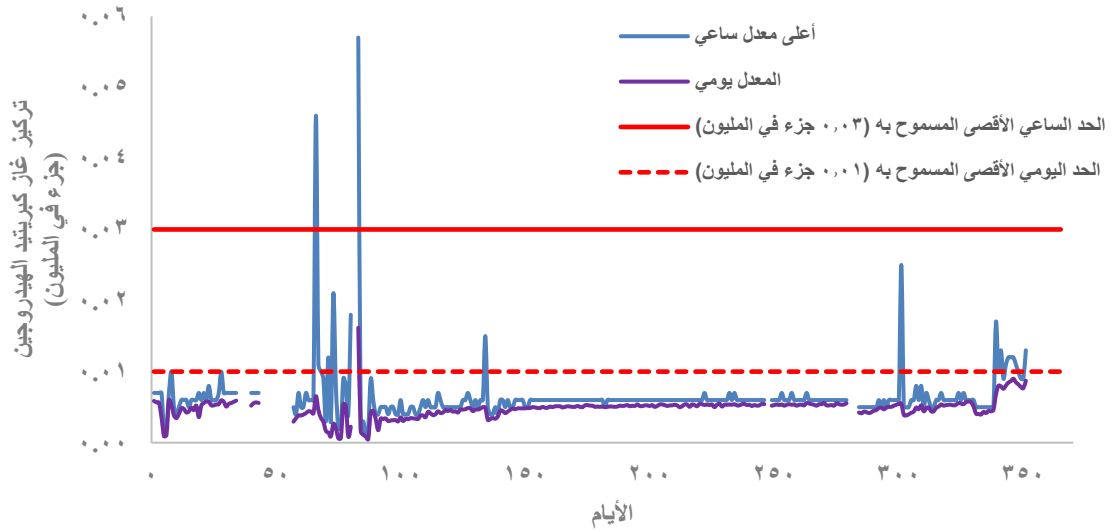
٢-٢-١ مدرسة أمينة الغفارية

تبين نتائج الدراسة تعرض موقع الرصد لمستويات مرتفعة من تراكيز غاز كبريتيد الهيدروجين. فقد وصل أعلى معدل ساعي إلى ٠,٠٥٧ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٣/٢٤ (الساعة العاشرة صباحاً)، ووصل عدد التجاوزات لحد المعدل الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية إلى ٥ تجاوزات وبنسبة ٠,٠٦%. ووصل أعلى معدل يومي إلى ٠,٠١٦ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٣/٢٤ وسُجل تجاوزاً واحد للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية أي ما نسبته ٠,٣% (الأشكال رقم ((٢-١٩) و(٢-٢٠) و(٢-٢١)).

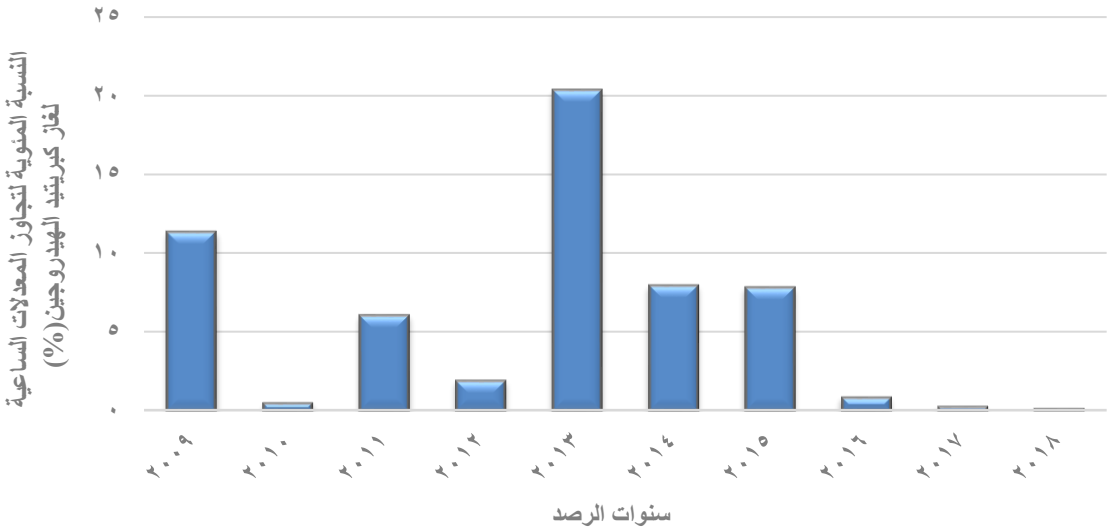
سُجلت أعلى تراكيز لغاز كبريتيد الهيدروجين خلال الأشهر كانون ثاني و حزيران و تموز و آب و أيلول و تشرين أول وتشرين ثاني ٢٠١٨ فقد بلغ المعدل الشهري خلال هذه الأشهر ٠,٠٠٥ جزء في المليون، حدث انقطاع في رصد غاز كبريتيد الهيدروجين خلال شهري شباط و كانون أول ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدلات الشهرية خلال هذين الشهرين كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٢٢).

وبلغ المعدل السنوي لغاز كبريتيد الهيدروجين خلال عام ٢٠١٨ ٠,٠٠٥ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٢٣).

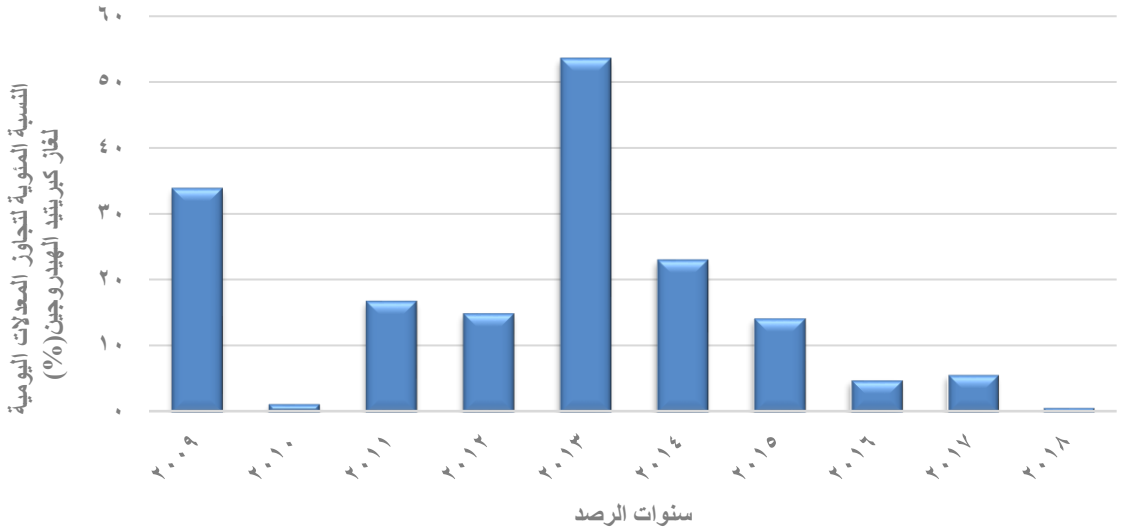
الشكل رقم (٢-١٩): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.



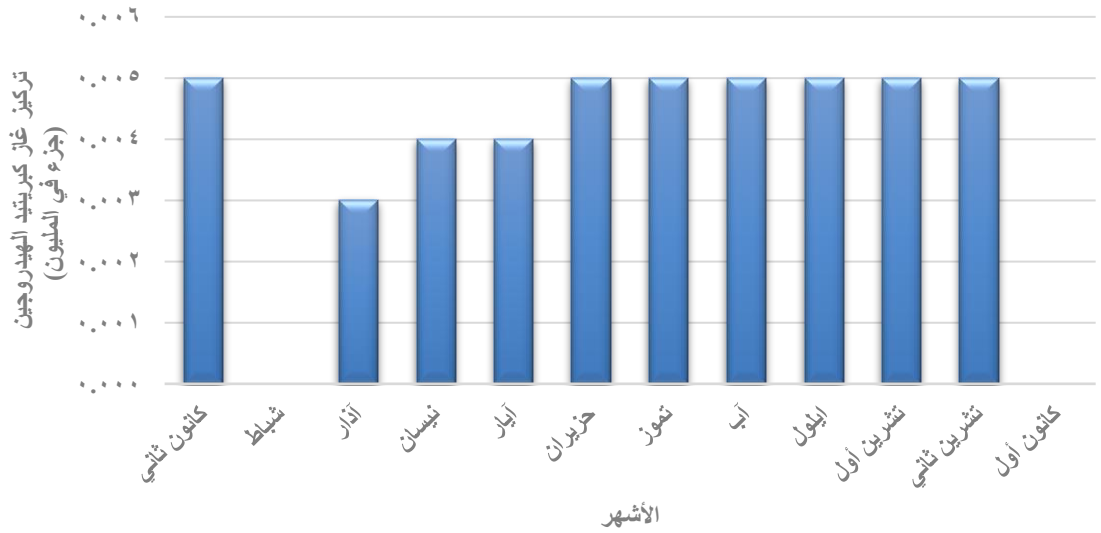
الشكـل (٢-٢٠): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



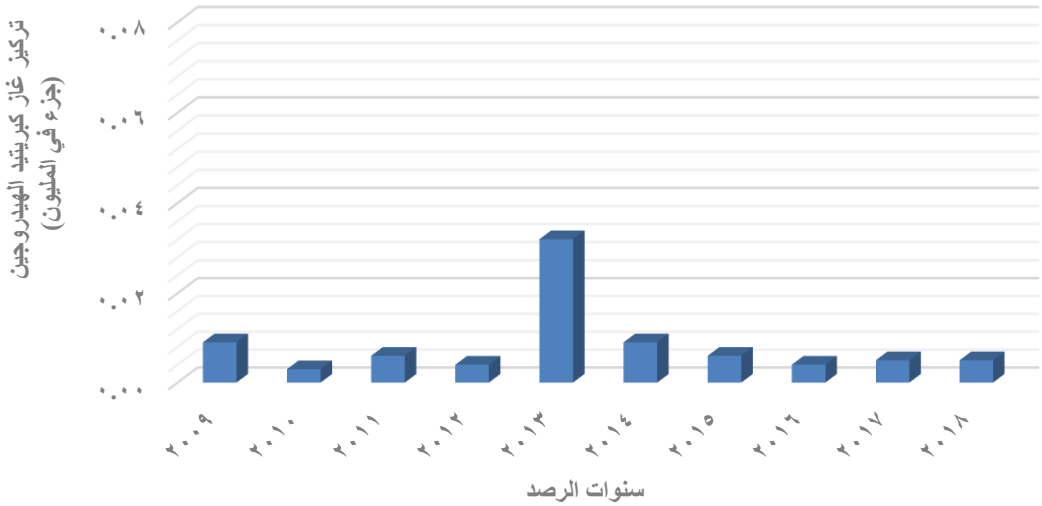
الشكـل (٢-٢١): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



الشكل رقم (٢-٢٢): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-٢٣): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩ - ٢٠١٨).



ملاحظة: تم الرصد في مدرسة ابن الأنباري الملاصقة لمدرسة أمينة الغفارية للفترة ما بين (٢٠٠٩-٢٠١٤)

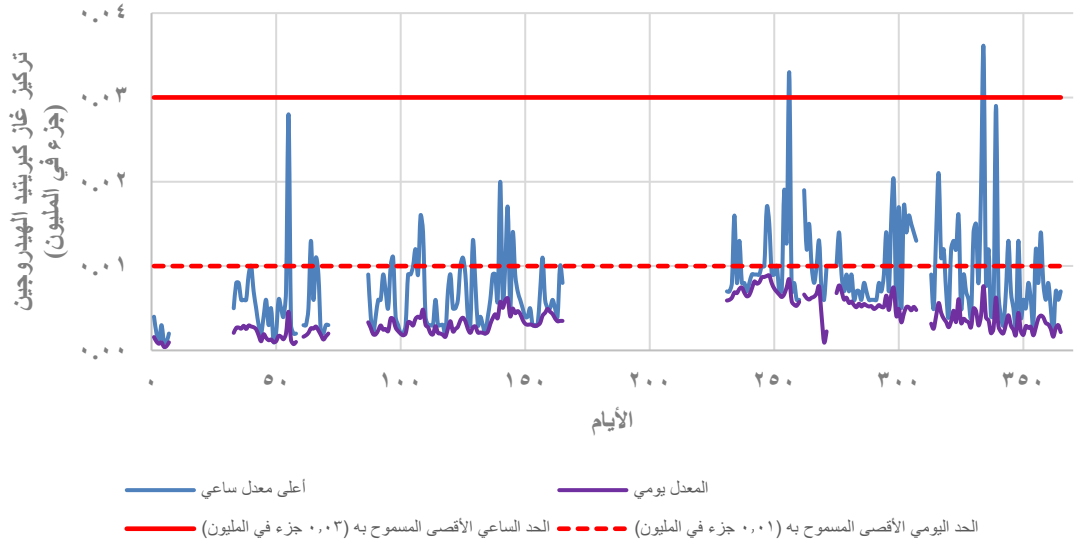
٢-٢-٢ مدرسة أم شريك

تبين نتائج الدراسة تعرض موقع الرصد لمستويات مرتفعة من غاز كبريتيد الهيدروجين. فقد وصل أعلى معدل ساعي إلى ٠,٠٣٦ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/١١/٣٠ (الساعة الثانية صباحاً)، ووصل عدد التجاوزات لحد المعدل الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط ٣ تجاوزات وبنسبة ٠,٠٥%. ووصل أعلى معدل يومي إلى ٠,٠٠٩ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٩/٥ في حين لم يسجل أي تجاوز لحد المعدل اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط (الأشكال رقم ((٢-٢٤) و (٢-٢٥) و (٢-٢٦))).

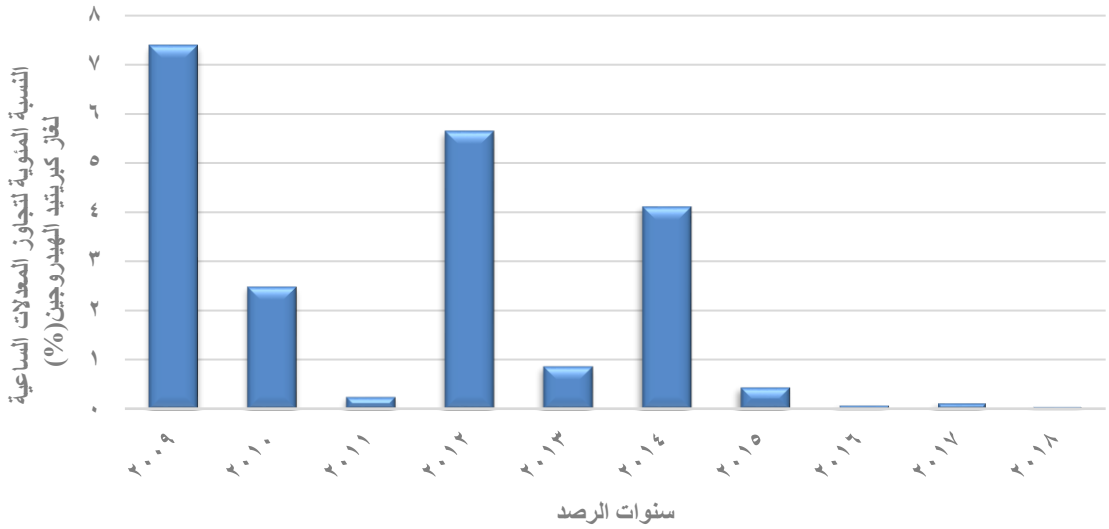
بلغ أعلى معدل شهري لغاز كبريتيد الهيدروجين ٠,٠٠٦ جزء في المليون والذي سُجل خلال شهر أيلول ٢٠١٨، حدث انقطاع في رصد غاز كبريتيد الهيدروجين خلال الأشهر كانون ثاني وآذار وحزيران وتموز و آب ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدلات الشهرية خلال هذه الأشهر (الشكل رقم ٢-٢٧).

وبلغ المعدل السنوي لغاز كبريتيد الهيدروجين خلال عام ٢٠١٨ ٠,٠٠٤ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٢٨) .

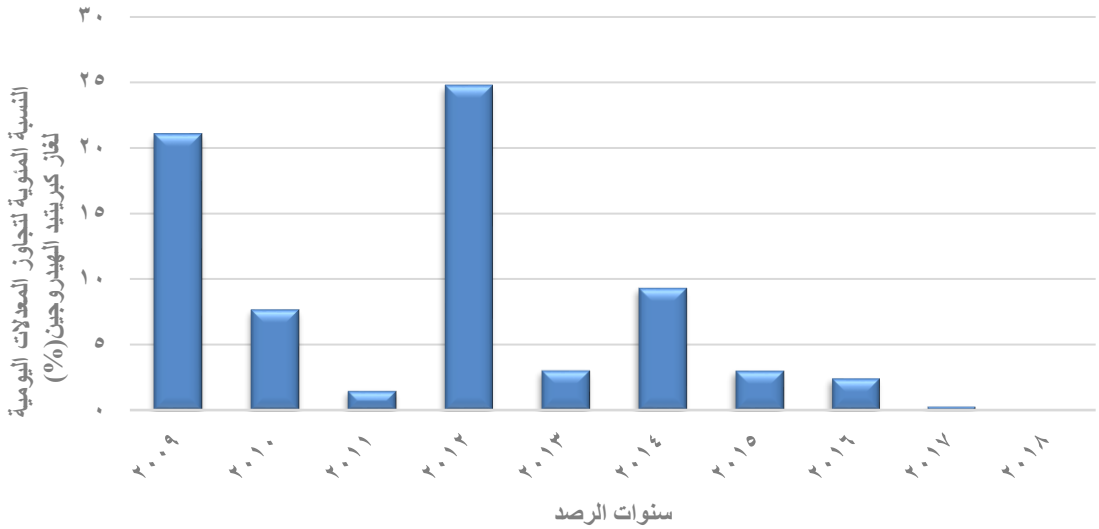
الشكل رقم (٢-٢٤): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.



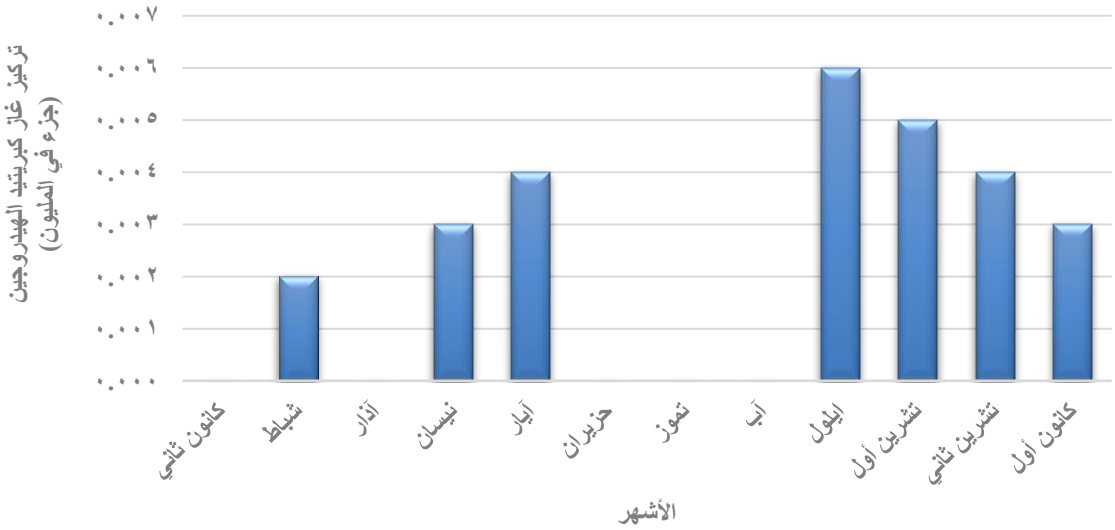
الشكـل (٢-٢٥): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



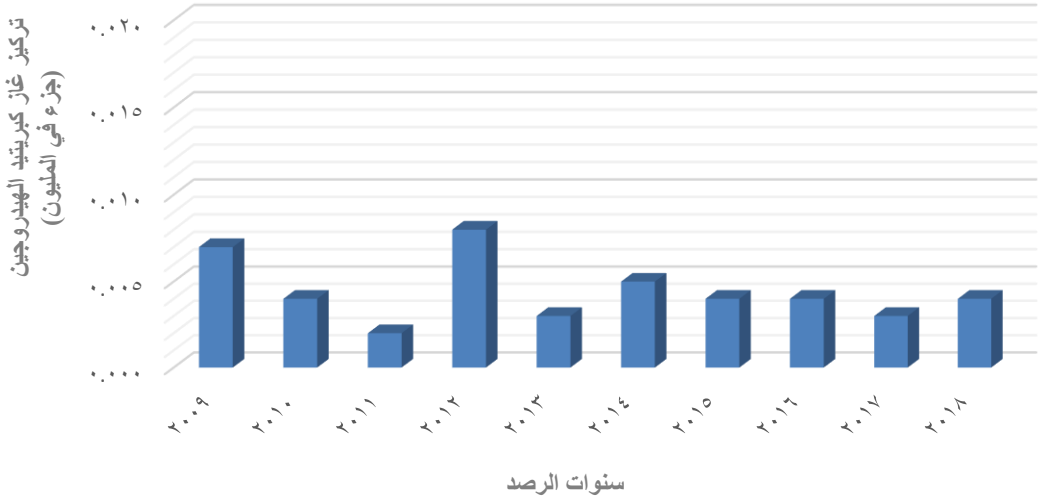
الشكـل (٢-٢٦): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



الشكل رقم (٢-٢٧): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك، خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-٢٨): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ -٢٠١٨).



٢-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x)

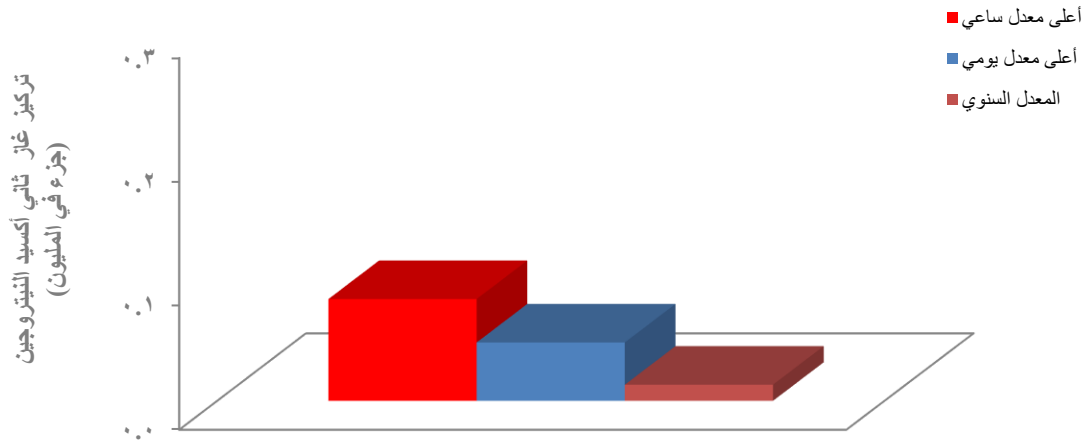
المصادر الرئيسة لانبعاث غازات أكاسيد النيتروجين في منطقة الهاشمية هي مصفاة البترول ومحطة الزرقاء ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء نتيجة لحرق الوقود عند درجات حرارة عالية.

تم رصد غازات (NO, NO_2 & NO_x) في موقع مركز التدريب الكهربائي وقد أظهرت نتائج الرصد لسنة ٢٠١٨ أن مستويات غاز ثاني أكسيد النيتروجين كانت متدنية وكانت المعدلات الساعية و اليومية ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠،حيث بلغ أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين ٠,٠٨٢ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/٩/٥ (الساعة التاسعة صباحاً) في حين بلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين ٠,٠٤٧ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٤/٧ /٢٠١٨. (الأشكال رقم ((٢-٢٩) و (٢-٣٠) و(٢-٣١) و (٢-٣٢)).

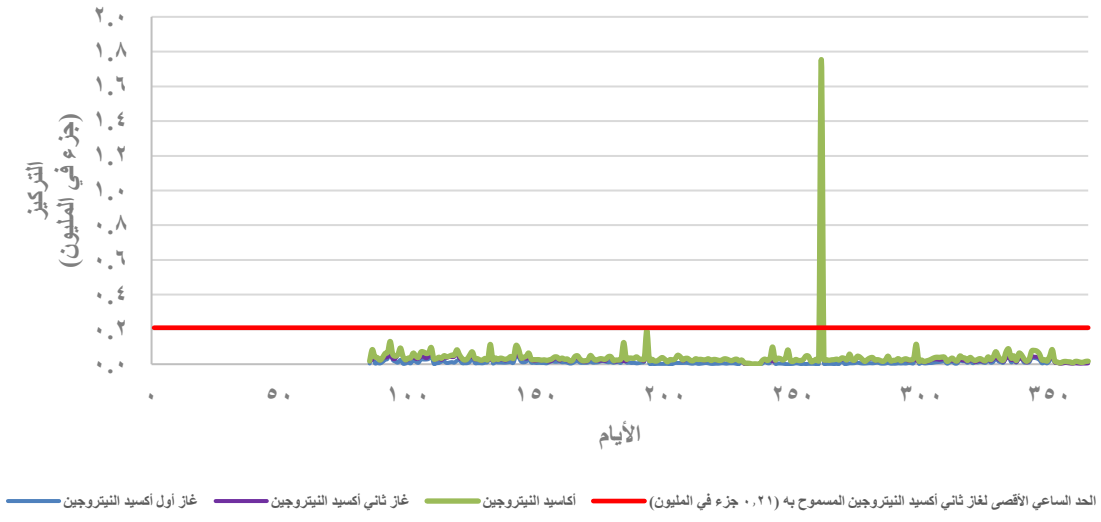
تراوحت المعدلات الشهرية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين في هذا الموقع بين ٠,٠٠٩ جزء في المليون خلال شهر كانون أول ٢٠١٨ و ٠,٠٢ جزء في المليون خلال شهر نيسان، وحدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال الأشهر كانون ثاني وشباط وآذار ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدلات الشهرية خلال هذه الأشهر (الشكل رقم (٢-٣٣)).

وبلغ المعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال عام ٢٠١٨ ٠,٠١٣ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٣٤).

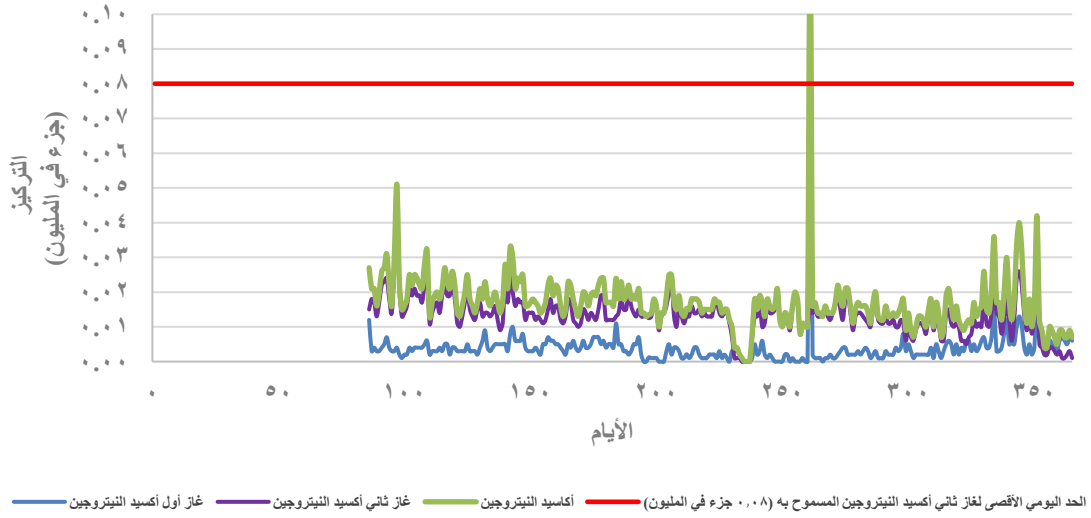
الشكل رقم (٢-٢٩): أعلى المعدلات الساعية واليومية والمعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين المسجلة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٨.



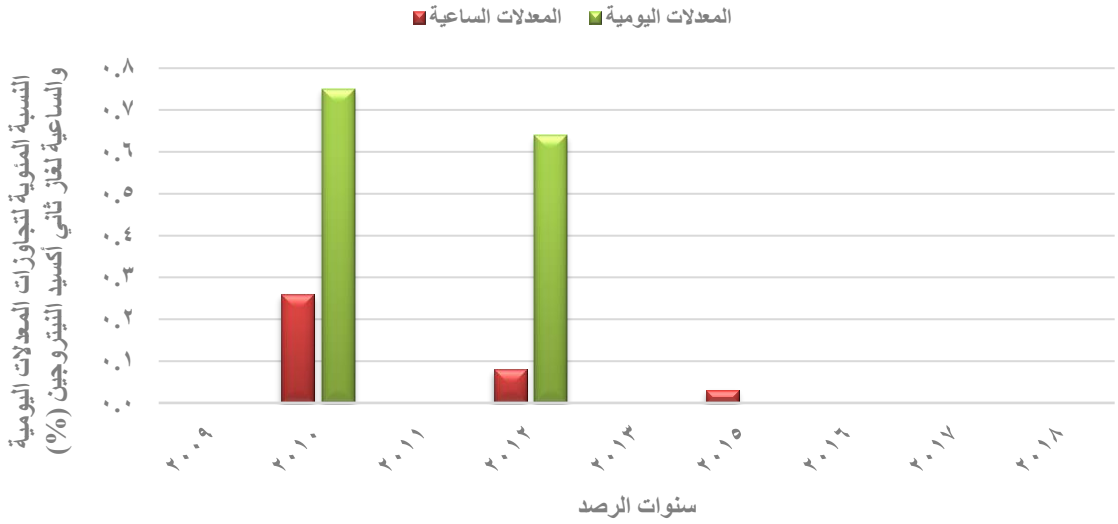
الشكل رقم (٢-٣٠): المعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



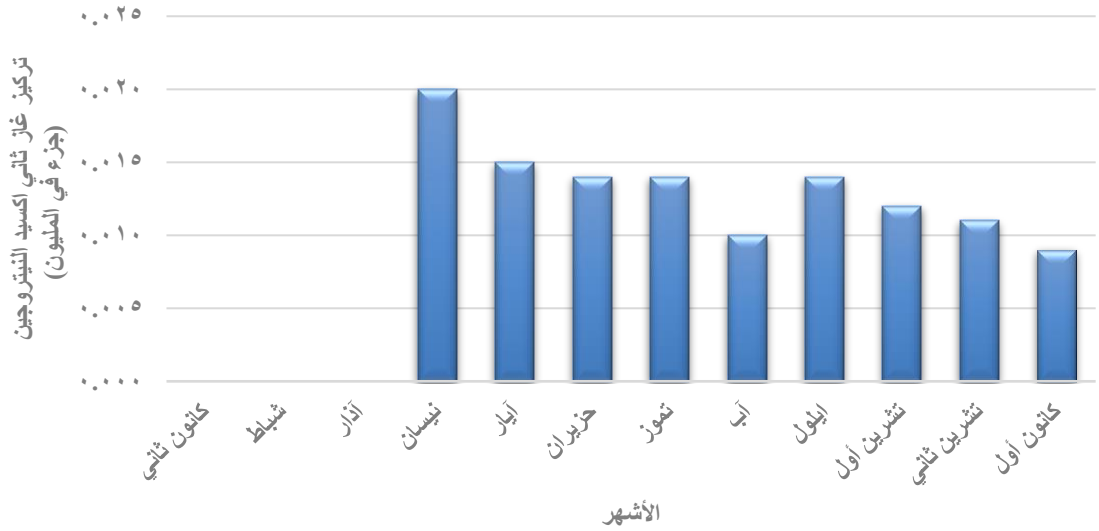
الشكل رقم (٢-٣١): المعدلات اليوميّة لتركيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



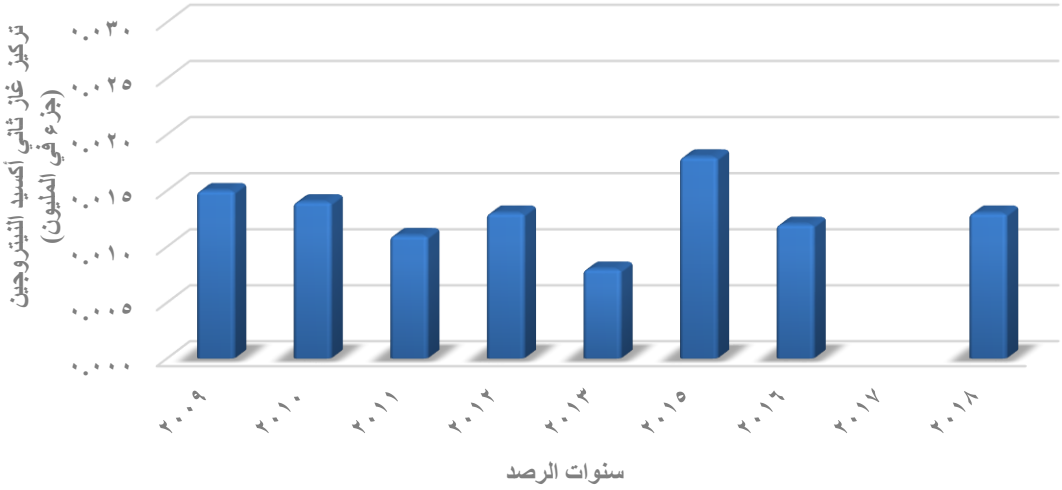
الشكـل (٢-٣٢): نسب تجاوز معدلات التركيز الساعي واليومي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين للحدين المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٨).



الشكل رقم (٢-٣٣): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-٣٤): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩-٢٠١٨).

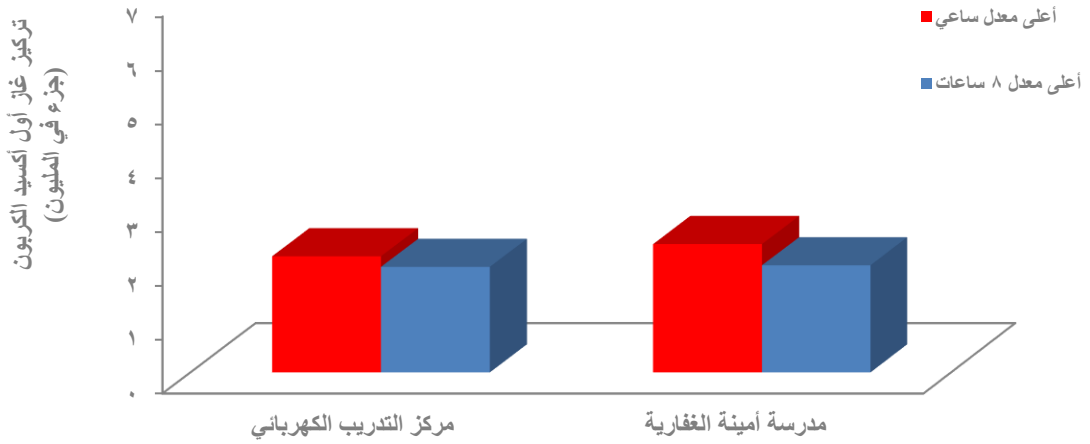


ملاحظة: لم يتم رصد غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنة ٢٠١٤ و سنة ٢٠١٧ بسبب عطل فني في الجهاز

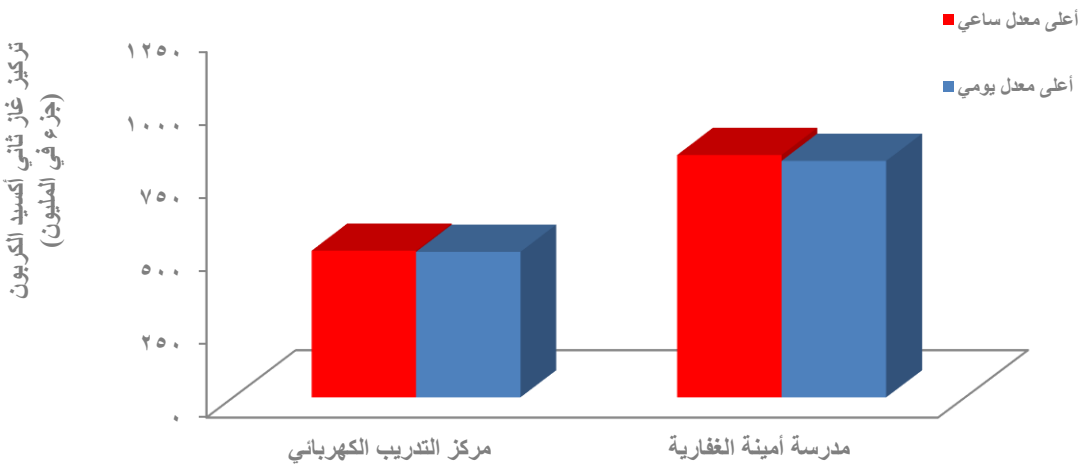
٢-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)

المصادر الرئيسة لانبعاث غازات أكاسيد الكربون في منطقة الهاشمية هي مصفاة البترول ومحطة الزرقاء ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء، حيث ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون عن عمليات الاحتراق الكامل بينما ينتج غاز أول أكسيد الكربون من عمليات الاحتراق غير الكامل خصوصاً في مراحل بداية التشغيل والتوقف لوحدات الإنتاج. تم رصد غازات أكاسيد الكربون في موقعي مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية للفترة خلال عام ٢٠١٨. يبين الشكلان (٢-٣٥) و(٢-٣٦) أعلى المعدلات الساعية وأعلى معدل ٨-ساعات لغاز أول اكسيد الكربون في موقعي الرصد وأعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكربون في موقعي الرصد على التوالي.

الشكل رقم (٢-٣٥): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية وأعلى معدل ٨ ساعات لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨



الشكل رقم (٢-٣٦): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكربون في موقعي الرصد خلال عام ٢٠١٨



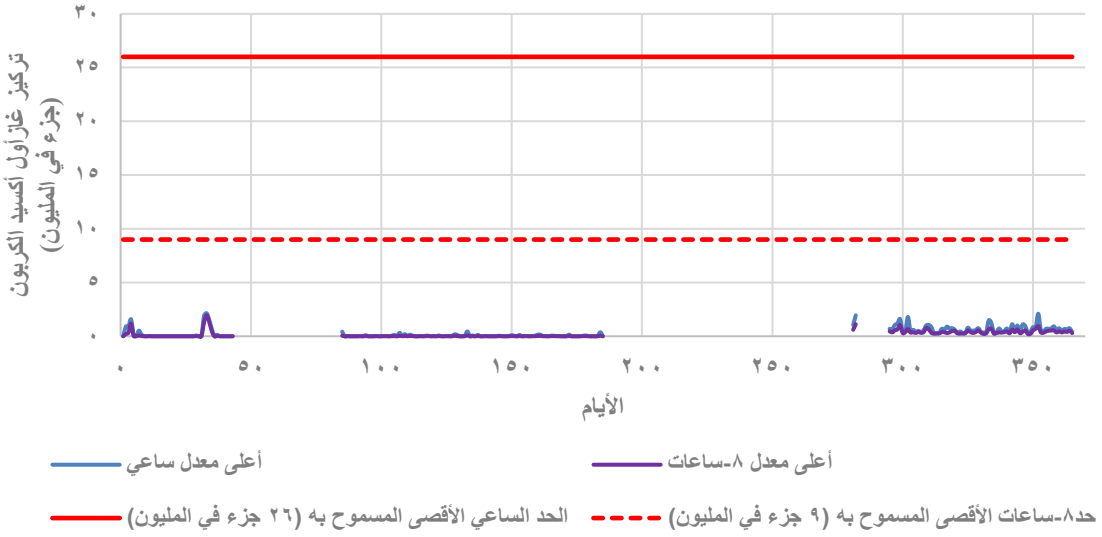
٢-٤-١ مركز التدريب الكهربائي

بلغ أعلى معدل ساعي لغاز أول أكسيد الكربون ٢,١٥٥ جزء في المليون بتاريخ ٢٠١٨/٢/٢ (الساعة الخامسة صباحاً) وبلغ أعلى معدل ٨-ساعات ١,٩٥٨ جزء في المليون (الشكل رقم (٢-٣٧)). وكانت تراكيز غاز أول أكسيد الكربون ضمن الحد الساعي وحد ٨-ساعات المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغ ٢٦ جزء في المليون للحد الساعي و٩ جزء في المليون لحد ٨-ساعات. وبلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد الكربون ٥٠٠ جزء في المليون والذي سُجل بتاريخ ٢٠١٨/١/٣.

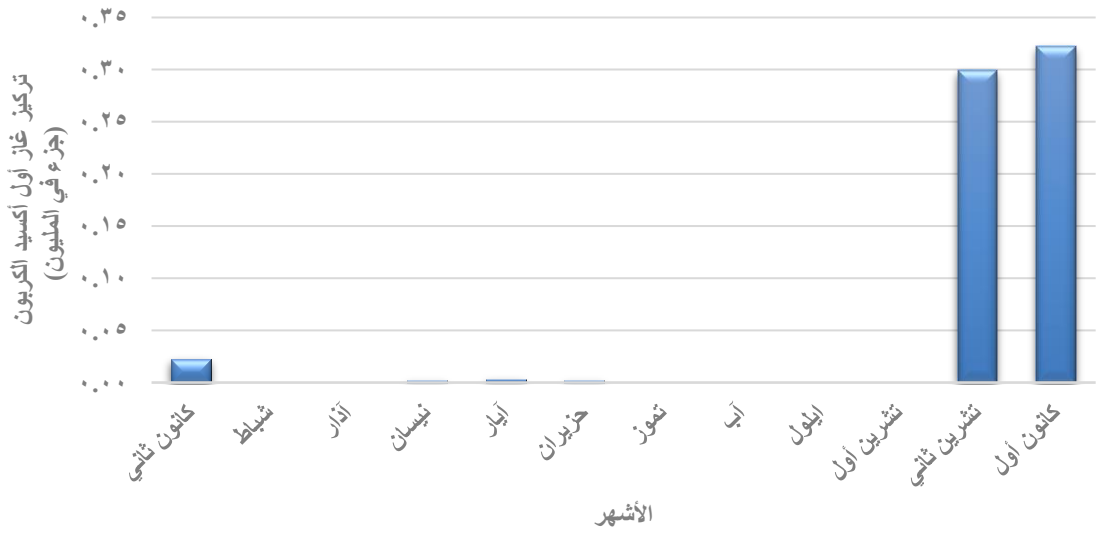
سُجل أعلى معدل شهري لغاز أول أكسيد الكربون خلال شهر كانون أول ٢٠١٨ حيث بلغ ٠,٣٢٢ جزء في المليون. وسُجل أعلى معدل شهري لغاز ثاني أكسيد الكربون خلال شهر كانون ثاني ٢٠١٨ حيث بلغ ٤٤٤ جزء في المليون. حدث انقطاع في الرصد لعدة أيام خلال الاشهر شباط وآذار وتموز وآب وأيلول و تشرين أول ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدلات الشهرية لغاز أول أكسيد الكربون خلال هذه الأشهركما هو موضح في الشكل رقم (٢-٣٨).

وبلغ المعدل السنوي لغاز أول أكسيد الكربون خلال عام ٢٠١٨ ٠,١٢٦ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل (٢-٣٩).

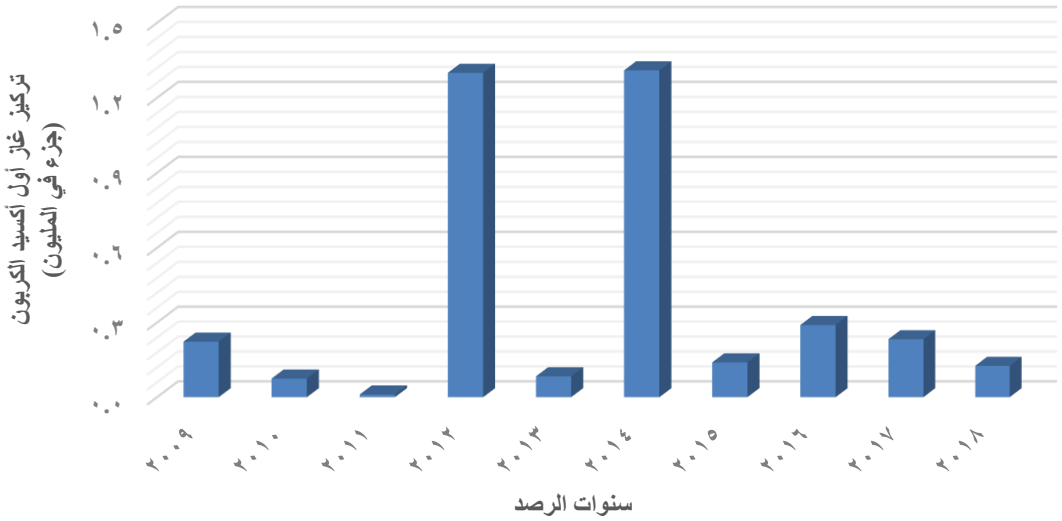
الشكـل رقم (٢-٣٧): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-٣٨): المعدلات الشهرية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-٣٩): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩-٢٠١٨).



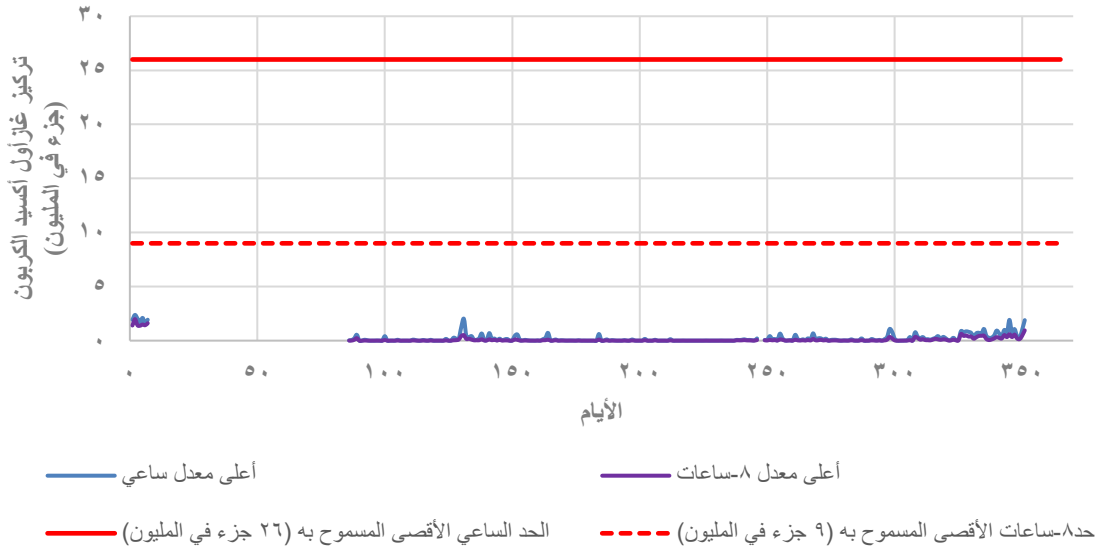
٢-٤-٢ مدرسة أمينة الغفارية

بلغ أعلى معدل ساعي لغاز أول أكسيد الكربون ٢,٣٨٢ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٨/١/٢ (الساعة السابعة مساءً) وبلغ أعلى معدل ٨-ساعات ١,٩٨٨ جزء في المليون. وكانت تراكيز غاز أول أكسيد الكربون ضمن الحد الساعي وحد ٨- ساعات المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغ ٢٦ جزء في المليون للحد الساعي و٩ جزء في المليون لحد ٨-ساعات (الشكل رقم (٢-٤٠)). حيث بلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد الكربون ٨١٠ جزء في المليون والذي سُجل بتاريخ ٢٠١٨/٨/١٣.

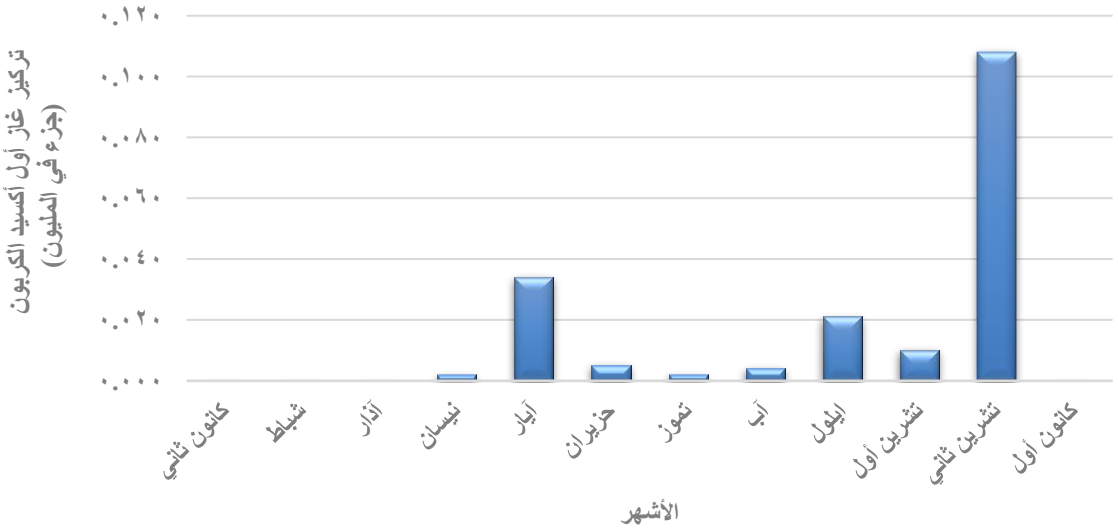
سُجل أعلى معدل شهري لغاز أول أكسيد الكربون خلال شهر تشرين ثاني ٢٠١٨ حيث بلغ ٠,١٠٨ جزء في المليون. وسُجل أعلى معدل شهري لغاز ثاني أكسيد الكربون خلال شهر أيلول ٢٠١٨ حيث بلغ ٤١١ جزء في المليون (الشكل رقم (٢-٤١)، حدث انقطاع في الرصد لعدة أيام خلال الاشهر كانون ثاني وشباط وآذار وكانون أول ٢٠١٨ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية لغاز أول أكسيد الكربون خلال هذه الاشهر.

وبلغ المعدل السنوي لغاز أول أكسيد الكربون خلال عام ٢٠١٨ ٠,٠٧١ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٤٢).

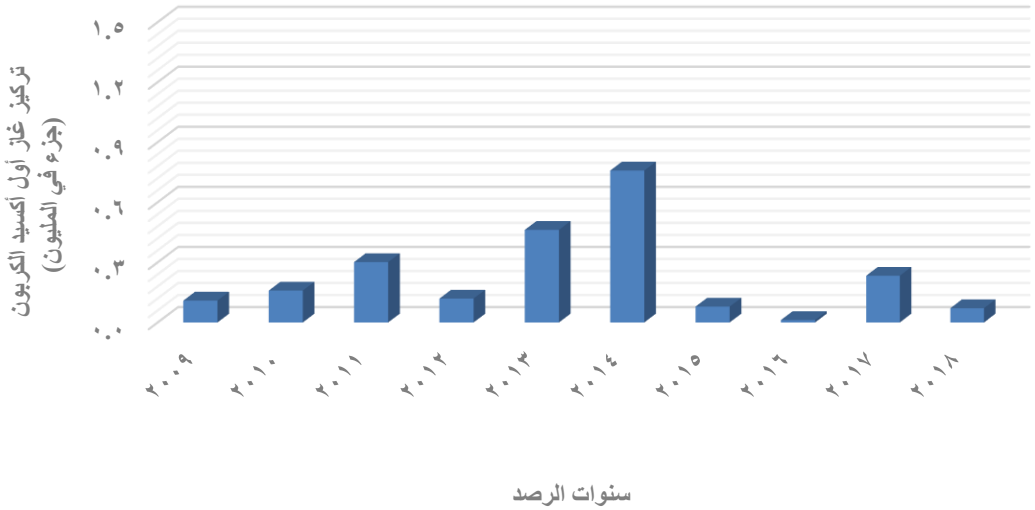
الشكـل رقم (٢-٤٠): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.



الشكل رقم (٢-٤١): المعدلات الشهرية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.



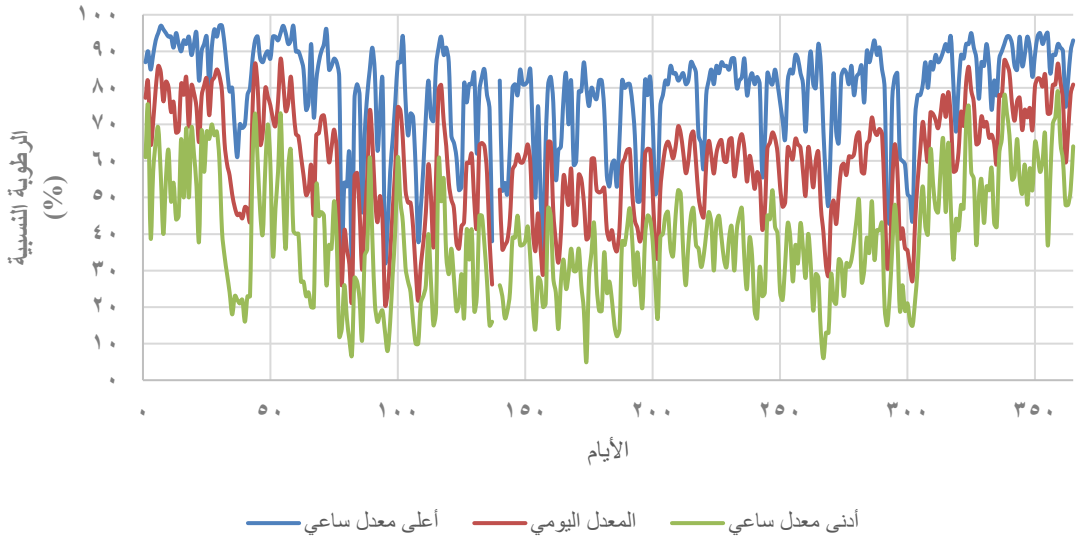
الشكل رقم (٢-٤٢): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الأنباري، (٢٠٠٩-٢٠١٨).



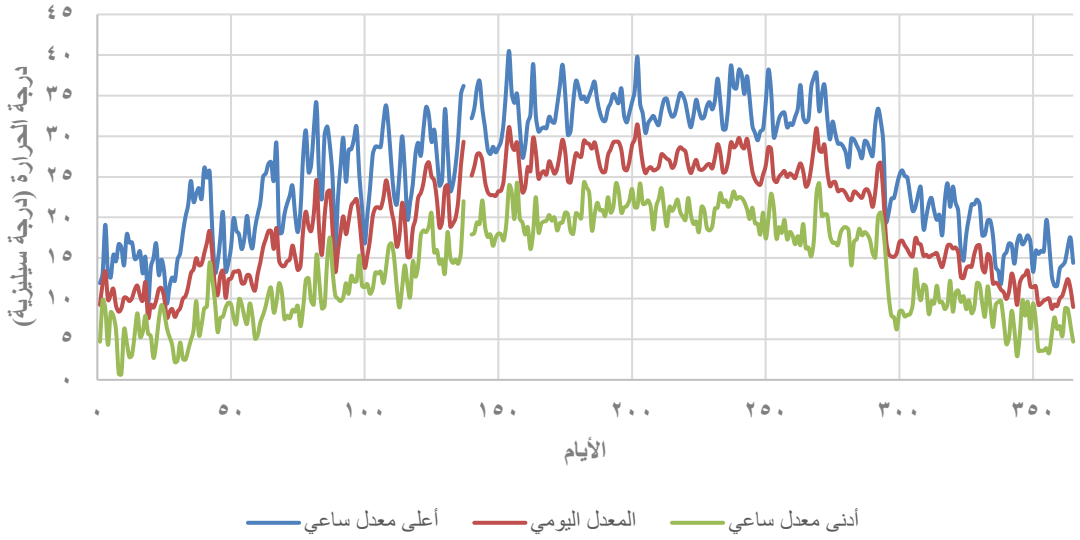
٢-٥ درجة الحرارة والرطوبة النسبية

تم رصد درجة الحرارة والرطوبة النسبية في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٨، وتظهر الأشكال رقم (٢-٤٣ و ٢-٤٤) المعدلات اليومية وأعلى وأدنى المعدلات الساعية في موقع الرصد.

الشكل رقم (٢-٤٣): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي للرطوبة النسبية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



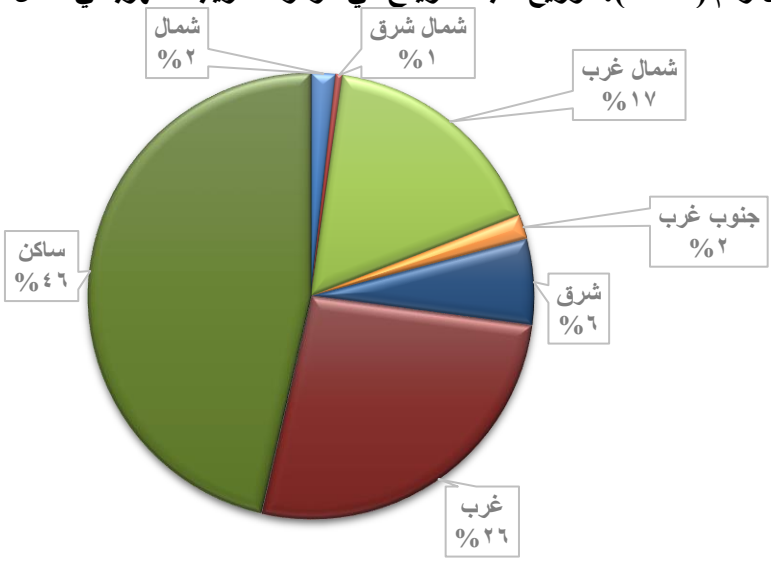
الشكل رقم (٢-٤٤): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي لدرجة الحرارة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.



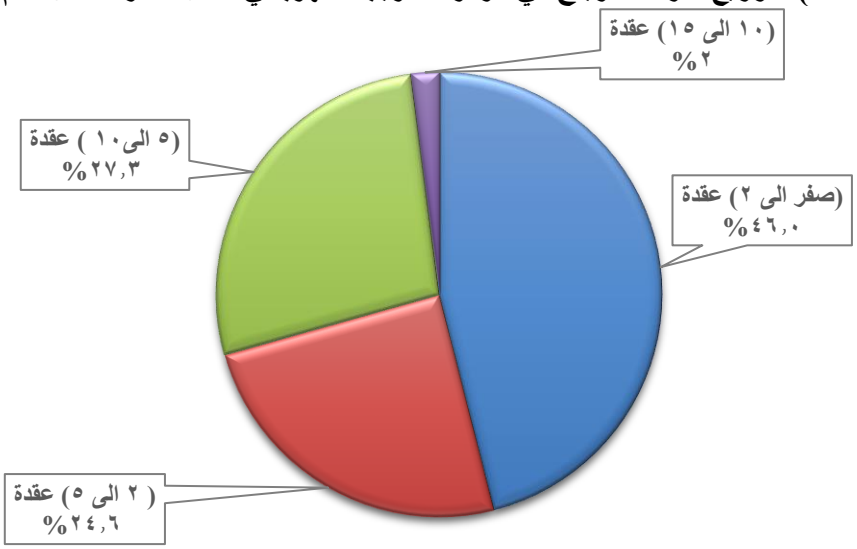
٦-٢ سرعة واتجاه الرياح

تم رصد سرعة واتجاه الرياح في موقع مركز التدريب الكهربائي، وتظهر الأشكال رقم (٢-٤٥ و٢-٤٦) توزيع اتجاه وسرعة الرياح خلال عام ٢٠١٨ أظهرت نتائج الرصد أن الرياح الساكنة هي الرياح السائدة في منطقة الهاشمية بنسبة ٤٦% تليها الرياح الغربية بنسبة ٢٦% ومن ثم الرياح الشمالية الغربية بنسبة ١٧%. وقد سادت الرياح التي تقل سرعتها عن ٢ عقدة خلال فترة الرصد حيث بلغت نسبتها ٤٦% تلتها الرياح التي تقع سرعتها بين ٥-١٠ عقدة بنسبة ٢٧,٣ %.

الشكل رقم (٢-٤٥): توزيع اتجاه الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال الفترة خلال عام ٢٠١٨.

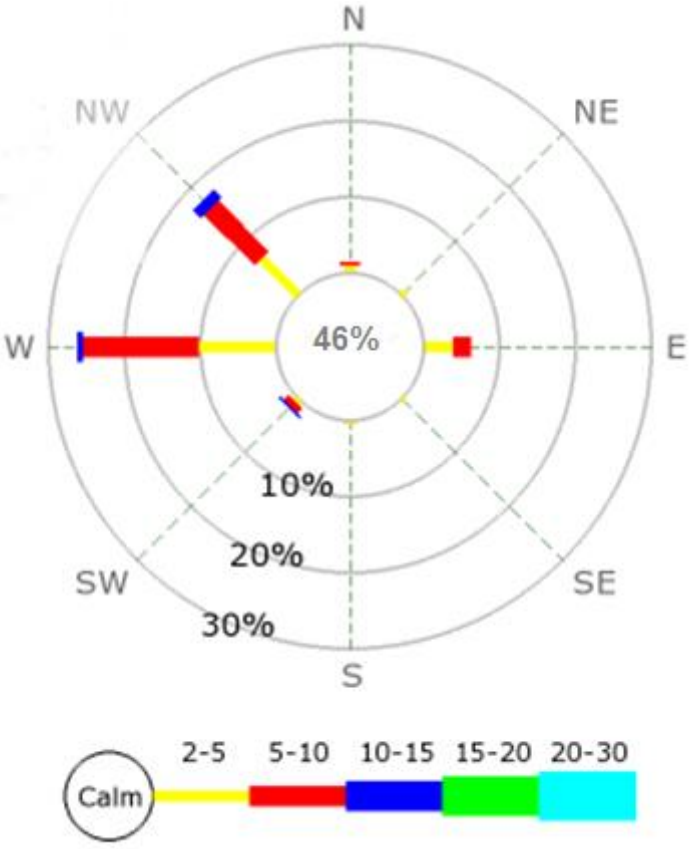


الشكل رقم (٢-٤٦): توزيع سرعة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال الفترة خلال عام ٢٠١٨.



يبين الشكل رقم (٢-٤٧) وردة الرياح (Wind Rose) في منطقة الهاشمية، ويظهر هذا الشكل اتجاه الرياح السائدة بالإضافة إلى توزيع سرعة واتجاه الرياح. ويمكن الملاحظة بأن الرياح كانت في أغلب الأحيان من الاتجاه الغربي والشمالي الغربي.

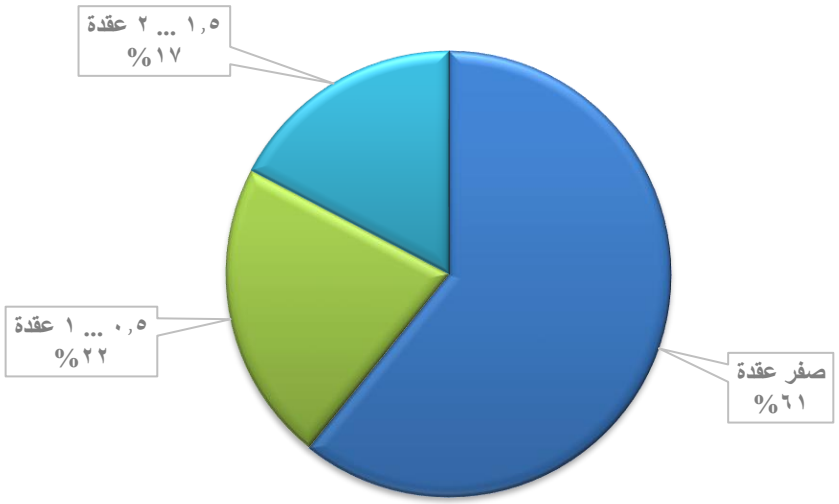
الشكل رقم (٢-٤٧): مخطط لوردة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٨.



٣. مناقشة نتائج الدراسة

تواجدت الرياح الساكنة بسرعة صفر عقدة بنسبة عالية (٦١ %) من مجموع نسبة الرياح الساكنة التي تقل سرعتها عن ٢ عقدة في منطقة الهاشمية في معظم أيام الرصد كما هو مبين في الشكل رقم (٣-١) أدناه حيث تعمل هذه الرياح على تراكم تراكيز الملوثات حول المصدر المنبعثة منه دون نقلها إلى مسافات بعيدة مشكلةً بذلك ما يشبه الغيمة تزداد مساحتها ومحتواها من الملوثات كلما طالت فترة سكون الرياح. مما يعني أن مواقع الرصد المحيطة بمصدر التلوث الثابت أصبحت معرضة للتلوث ليس فقط بالغازات المنبعثة من المصدر نفسه (مداخن (Point Stationary Sources) أو/و انبعاثات من مصادر أخرى (Fugitive Emissions)) وإنما من الغيمة التي تشكلت نتيجة لسكون الرياح.

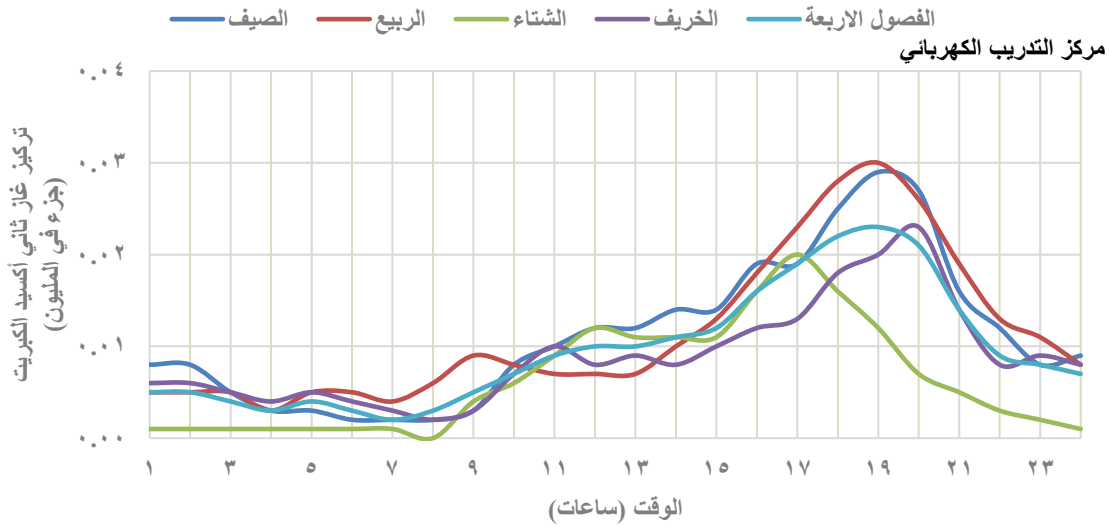
الشكل رقم (٣-١): توزيع سرعة الرياح الساكنة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٨.

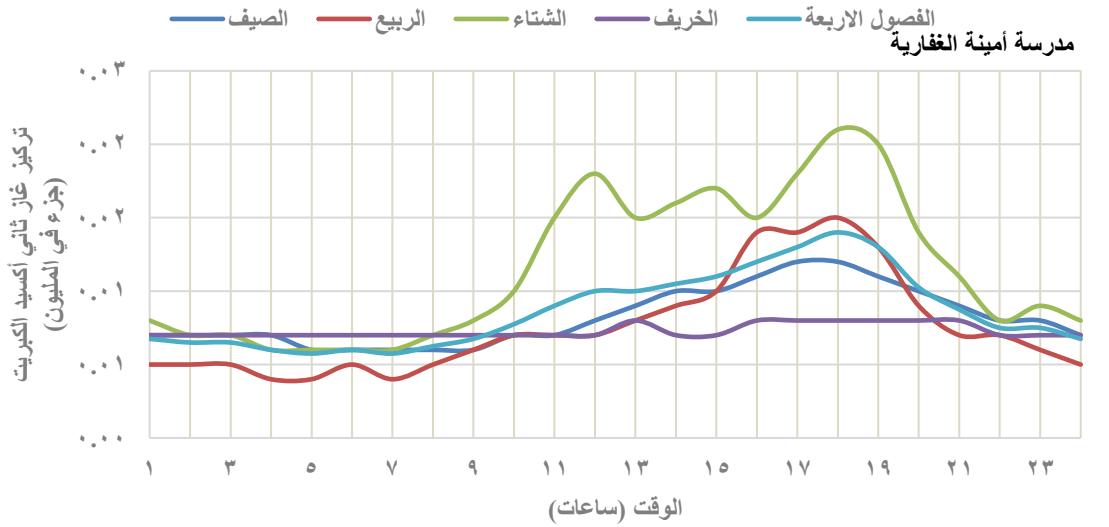


٣-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

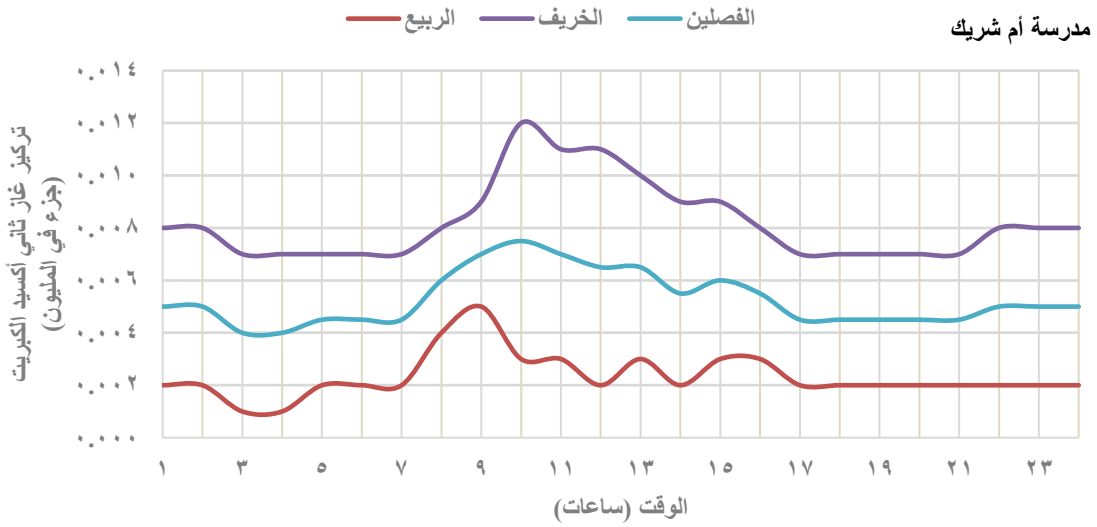
يُبيّن الشكل رقم (٣-٢) معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في جميع مواقع الرصد، حيث يلاحظ أن مستويات هذا الغاز في مواقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية تتناسب طردياً مع سرعة الرياح حيث تصل إلى أعلى مستوياتها في مركز التدريب الكهربائي عند الساعة السابعة مساءً، ووصلت الى أعلى مستوياتها في مدرسة أمينة الغفارية عند الساعة السادسة مساءً، و كانت في مدرسة أم شريك متقاربة نسبياً حيث وصلت الى أعلى مستوياتها عند الساعة العاشرة.

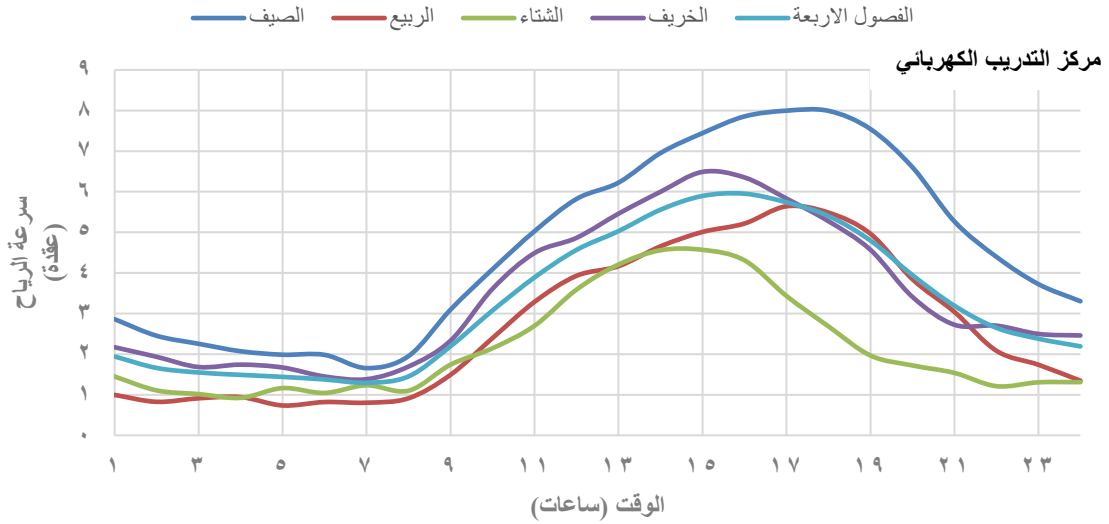
الشكل رقم (٣-٢): معدلات تراكيزغاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠١٨.





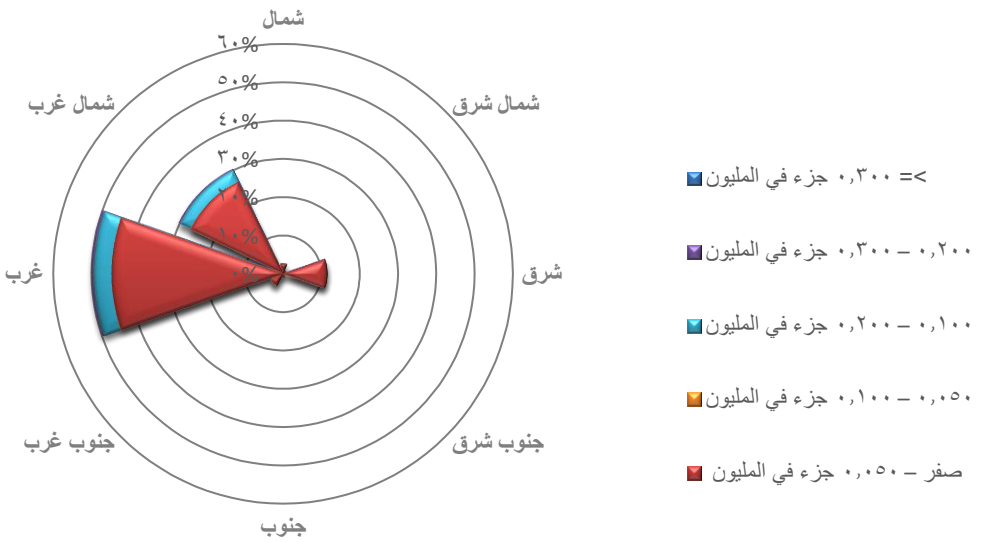
تابع شكل (٣-٢)





يبين الشكل رقم (٣-٣) أدناه توزيع للمعدلات الساعية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨ لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، حيث يلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في هذا الموقع كانت منخفضة حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠٥ جزء من المليون، وكانت الرياح السائدة هي الرياح الغربية والشمالية الغربية مما يفسر أن موقع الرصد والذي يقع جنوب شرق مصدر التلوث (مصفاة البترول) قد تأثر بإنبعاثاتها من غاز ثاني أكسيد الكبريت أثناء هبوب هذه الرياح.

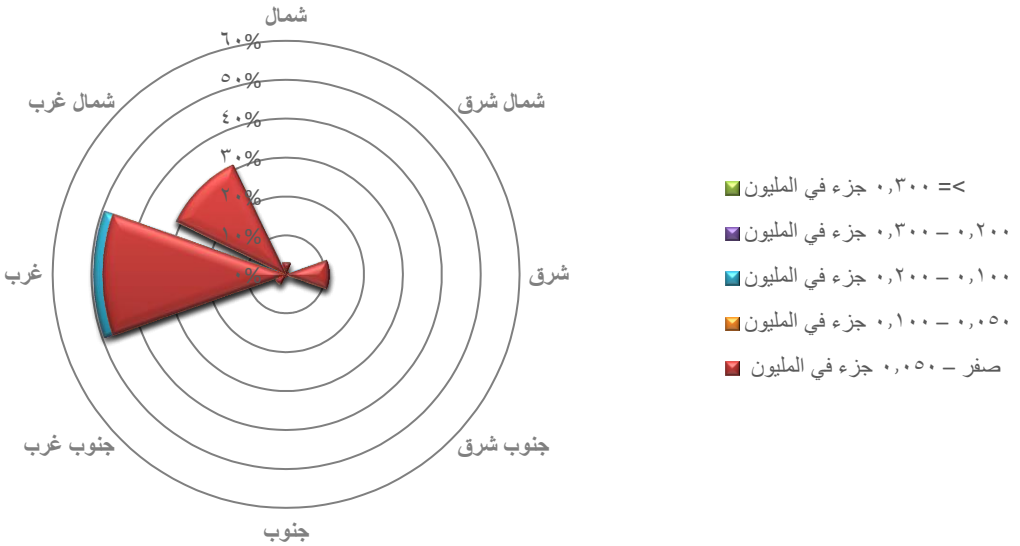
الشكل رقم (٣-٣): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



*توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

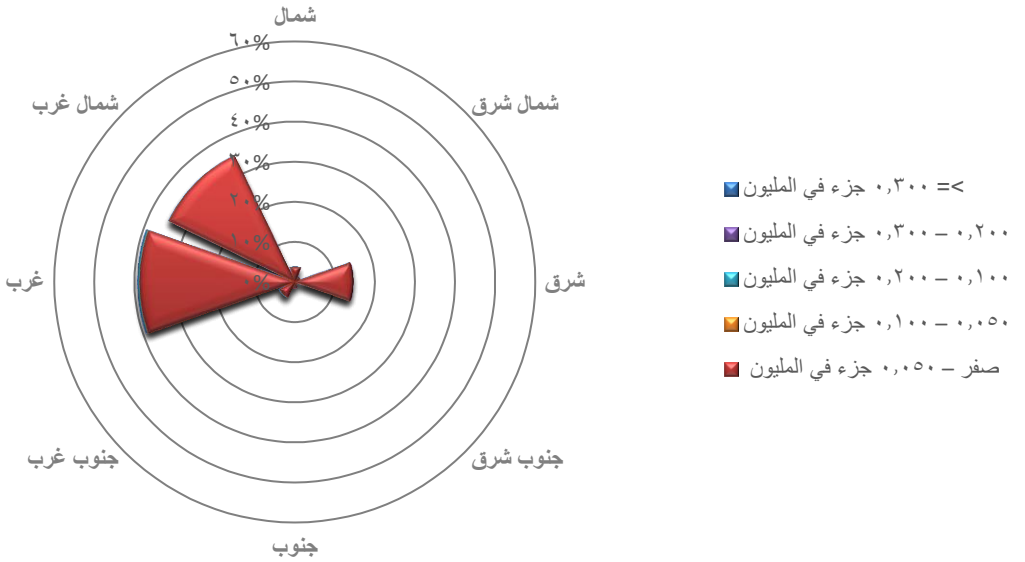
ويبين الشكل رقم (٣-٤) أدناه توزيع للمعدلات الساعية مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد الحالية لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، حيث يلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في هذا الموقع كانت منخفضة حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠٥ جزء من المليون، كما يلاحظ بأن الرياح السائدة الرياح الغربية والرياح الشمالية الغربية مما يفسر تأثر موقع الرصد بإنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكبريت من مصفاة البترول وذلك لوقوع موقع الرصد إلى الشرق-الجنوب الشرقي منها.

الشكل رقم (٣-٤): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



أما بالنسبة لموقع الرصد في مدرسة أم شريك، فقد تعرض لمستويات منخفضة من غاز ثاني أكسيد الكبريت حيث كانت غالبية النتائج ما بين صفر الى ٠,٠٥ جزء من المليون. فكما هو مبين في الشكل رقم (٣-٥) أدناه أن أغلب المعدلات الساعية لغاز ثاني أكسيد الكبريت كانت منخفضة وضمن الحد الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

الشكل رقم (٣-٥): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أم شريك مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



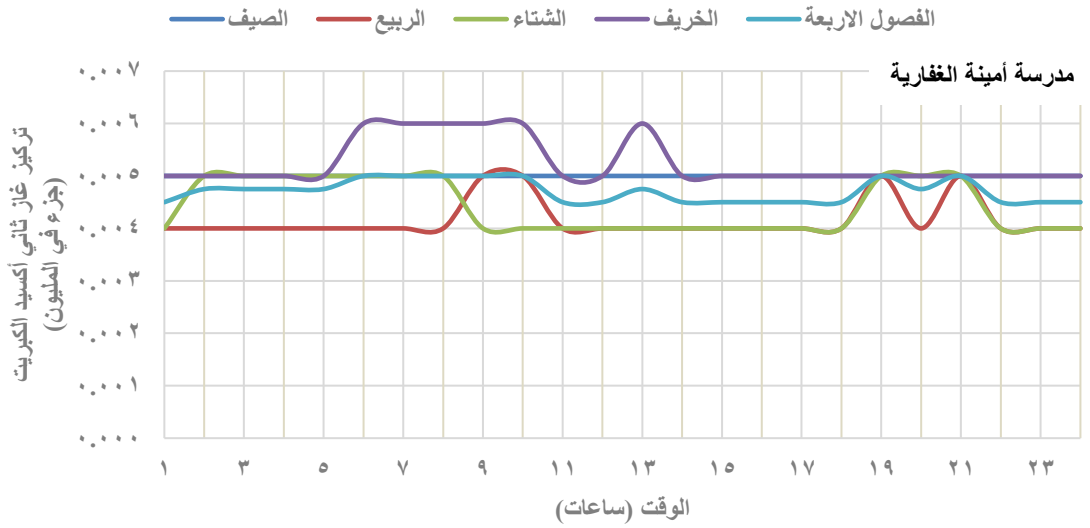
*توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

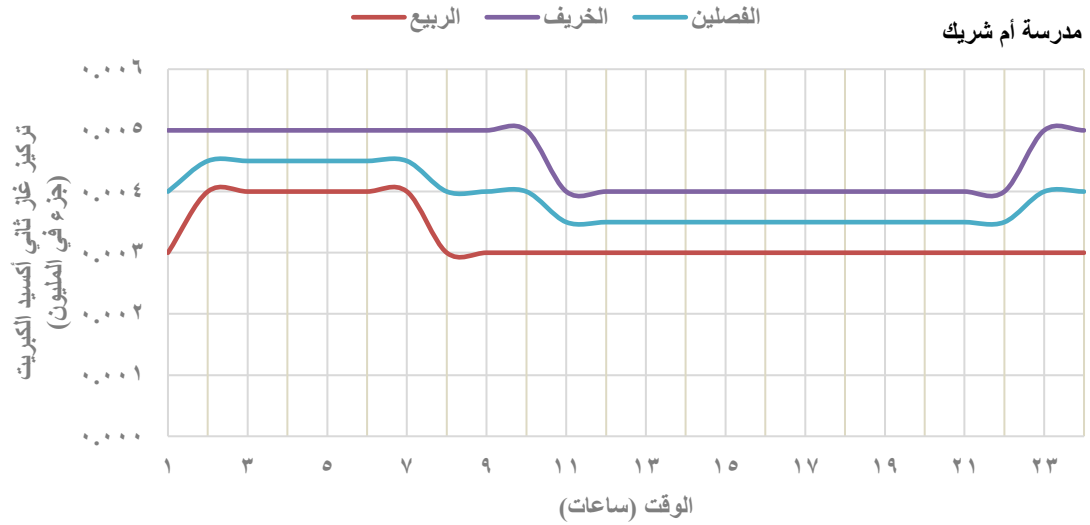
٣-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

إن مصفاة البترول الأردنية ومحطة السمرا لتنقية المياه العادمة المنزلية هما المصدران الرئيسان لانبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين إلى الهواء المحيط في منطقة الهاشمية. فقد بينت نتائج الدراسة الحالية تعرض موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية إلى مستويات أعلى من غاز كبريتيد الهيدروجين مقارنةً بموقع الرصد في مدرسة أم شريك.

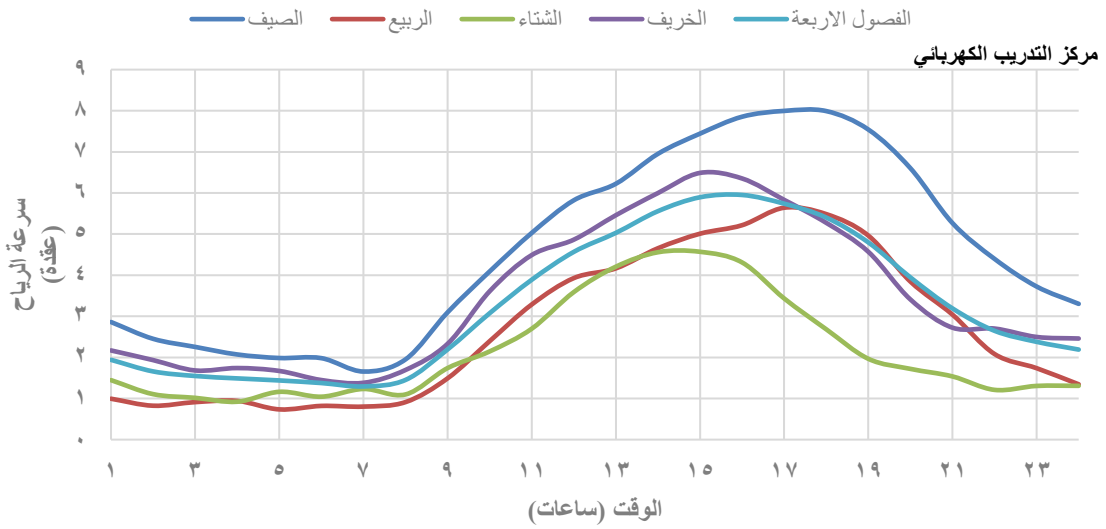
يُبيّن الشكل رقم (٣-٦) أدناه معدلات تراكيزغاز كبريتيد الهيدروجين وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في موقعي الرصد، حيث يلاحظ أن مستويات هذا الغاز في موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية كانت متقاربة نسبياً، حيث تصل الى أعلى مستوياتها خلال ساعات الصباح الباكر، في حين يلاحظ أن مستويات هذا الغاز في موقع الرصد في مدرسة أم شريك كانت متقاربة نسبياً ، حيث تصل الى أعلى مستوياتها في فترات الصباح الباكر.

الشكل رقم (٣-٦): معدلات تراكيزغاز كبريتيد الهيدروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠١٨.



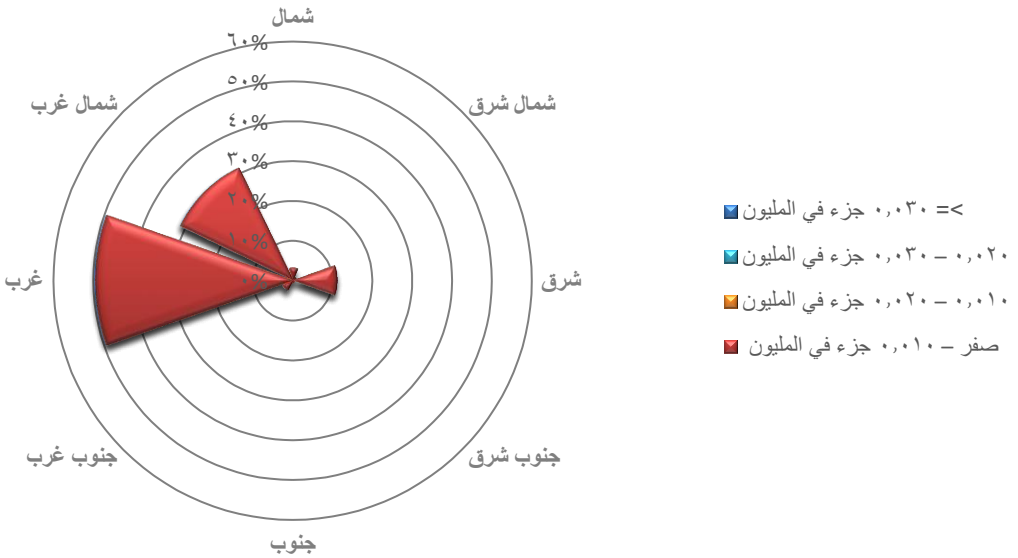


تابع شكل(٣-٦)



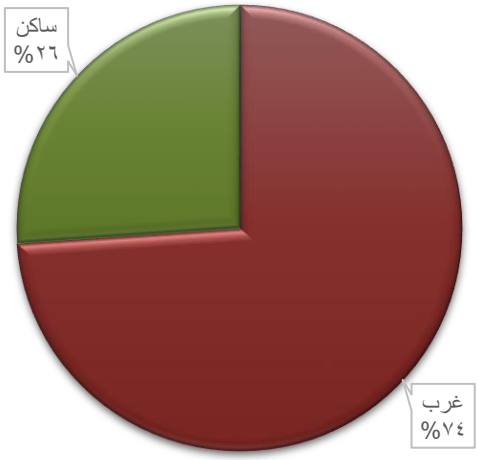
يتأثر موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية بانبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين من مصفاة البترول عند هبوب الرياح الغربية والشمالية الغربية. فكما هو مبين في الشكل رقم (٣-٧) أدناه تأثر موقع الرصد بإنبعاثات غاز كبريتيد الهيدروجين من مصفاة البترول وذلك لتواجد الرياح الغربية والشمالية الغربية خلال فترة الرصد. كما تتميز منطقة الهاشمية بالرياح الساكنة إلى معتدلة السرعة التي لا تساعد على تشتت الانبعاثات وتخفيفها بل تعمل على زيادة تركيزها خاصة في المناطق القريبة من مصدر التلوث. وتواجدت الرياح الغربية بنسبة ٧٤% و الساكنة بنسبة ٢٦% خلال اليوم الذي سجل فيه تجاوزاً للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ في هذا الموقع (الأشكال رقم (٣-٨) و(٣-٩)).

الشكل رقم (٣-٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.

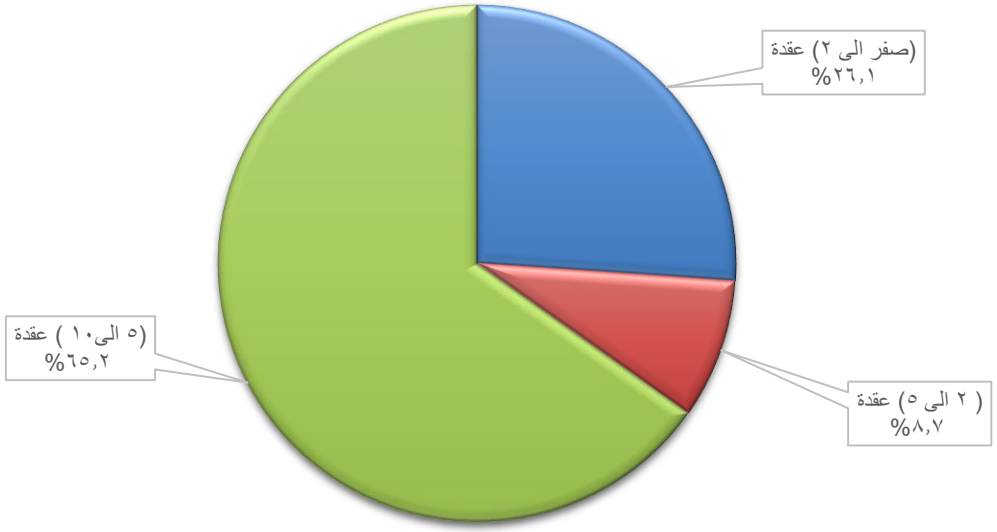


* توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

الشكل رقم (٣-٨): توزيع اتجاه الرياح خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) لغاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.

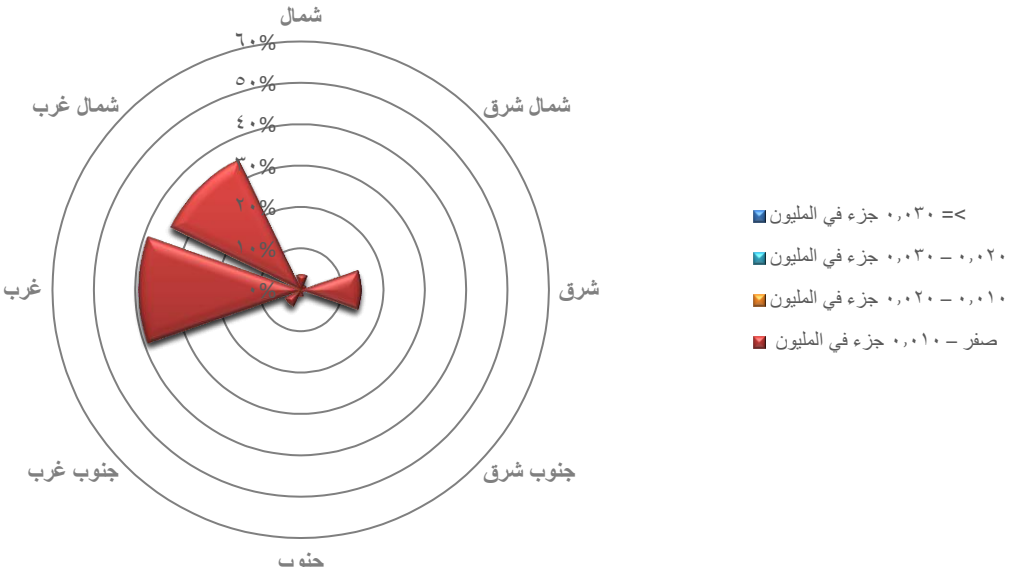


الشكل رقم (٣-٩): توزيع سرعة الرياح خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) لغاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠١٨.



أما بالنسبة لموقع الرصد في مدرسة أم شريك فهو الموقع الأقرب إلى محطة السمرا لتنقية المياه العادمة المنزلية ويقع إلى الغرب والجنوب الغربي منها، لذلك يتعرض هذا الموقع للتلوث بغاز كبريتيد الهيدروجين من المحطة أثناء هبوب الرياح الشرقية والرياح الشمالية الشرقية وأثناء سكون الرياح، حيث يلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في هذا الموقع كانت منخفضة حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠١ جزء من المليون، وكانت الرياح السائدة هي الرياح الغربية والشمالية الغربية، (الشكل رقم (٣-١٠)).

الشكل رقم (٣-١٠): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أم شريك مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.

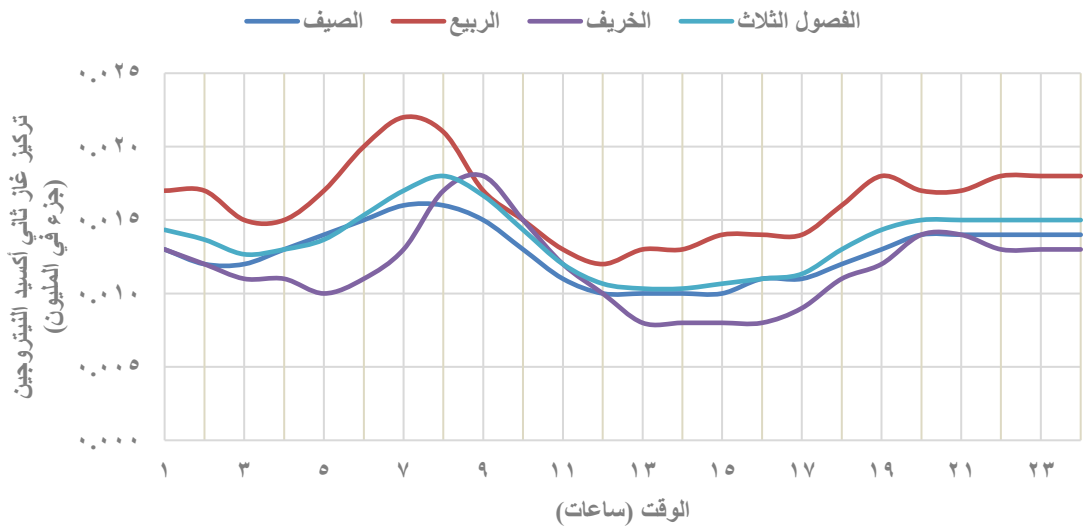


* توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

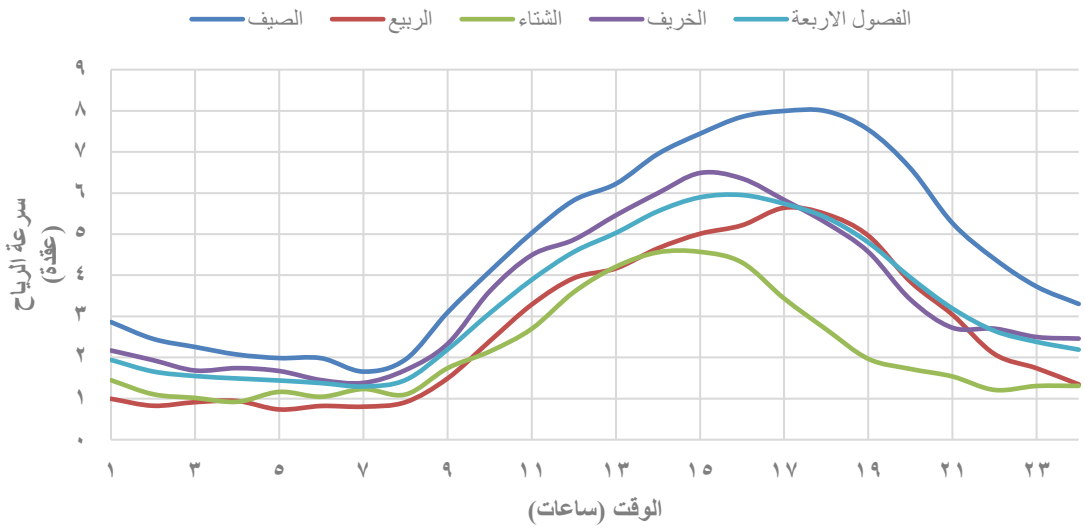
٣-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NOx)

يظهر الشكل رقم (٣-١١) أن معدلات تراكيزغاز ثاني أكسيد النيتروجين وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي تتناسب عكسياً مع معدل سرعة الرياح معظم فصول السنة حيث وصلت تراكيز هذا الغاز إلى أعلى مستوياتها عند الساعة السابعة صباحاً.

الشكل رقم (٣-١١): معدلات تراكيزغاز ثاني أكسيد النيتروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٨.

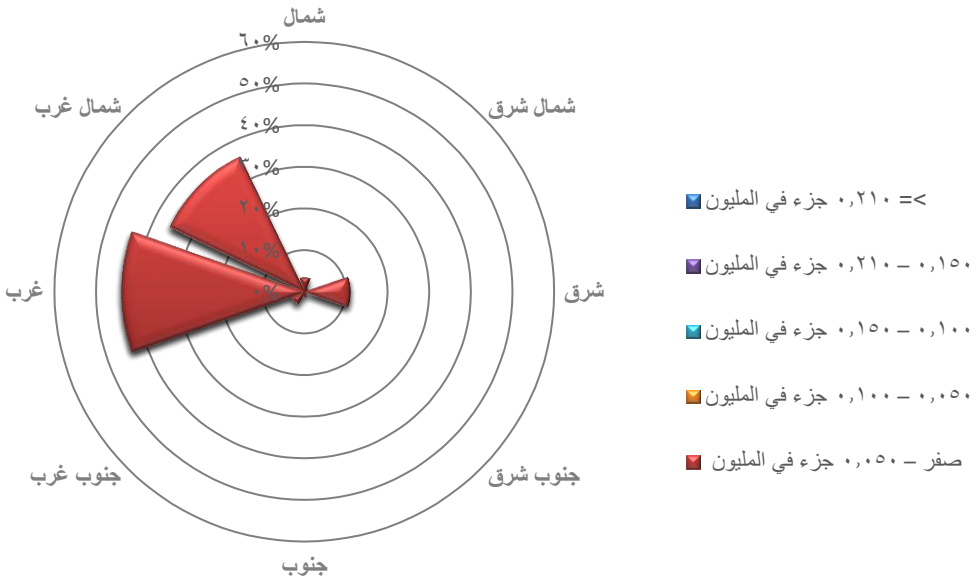


تابع شكل(٣-١١)



يبين الشكل رقم (٣-١٢) أدناه توزيع للمعدلات الساعية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٨ لغاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، حيث يلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في هذا الموقع كانت منخفضة حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠٥ جزء من المليون، وكانت الرياح السائدة هي الرياح الغربية والشمالية الغربية.

الشكل رقم (٣-١٢): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



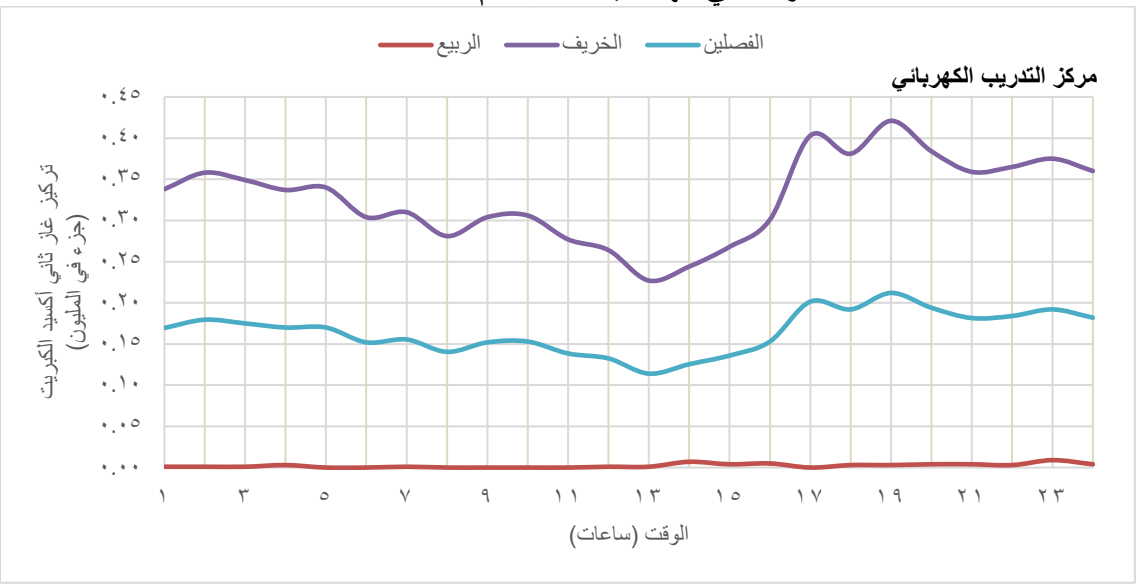
* توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

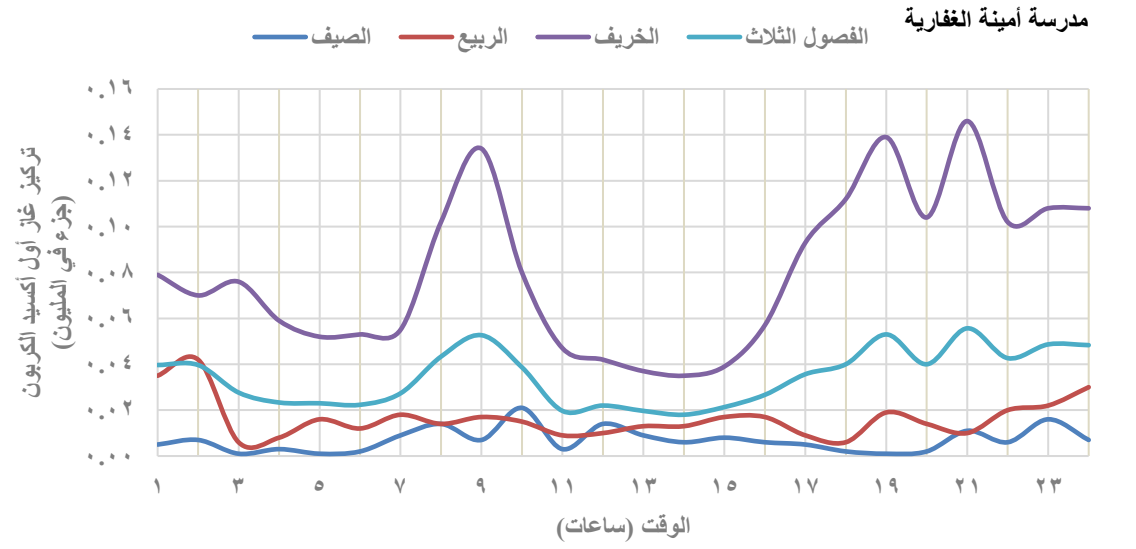
٣-٤ أكاسيد الكربون (CO_2 & CO)

أظهرت نتائج الدراسة الحالية تعرض موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية إلى مستويات منخفضة من غاز أول أكسيد الكربون. كما وتجدر الإشارة هنا إلى أنه لا توجد حدود في القاعدة الفنية الأردنية لغاز ثاني أكسيد الكربون ولا يُعّد ملوثاً للهواء المحيط وإنما هو الغاز الرئيس من غازات الدفيئة والتي تسبب زيادة كميات انبعاثاتها بفعل نشاطات الإنسان إلى ظاهرة التغير المناخي.

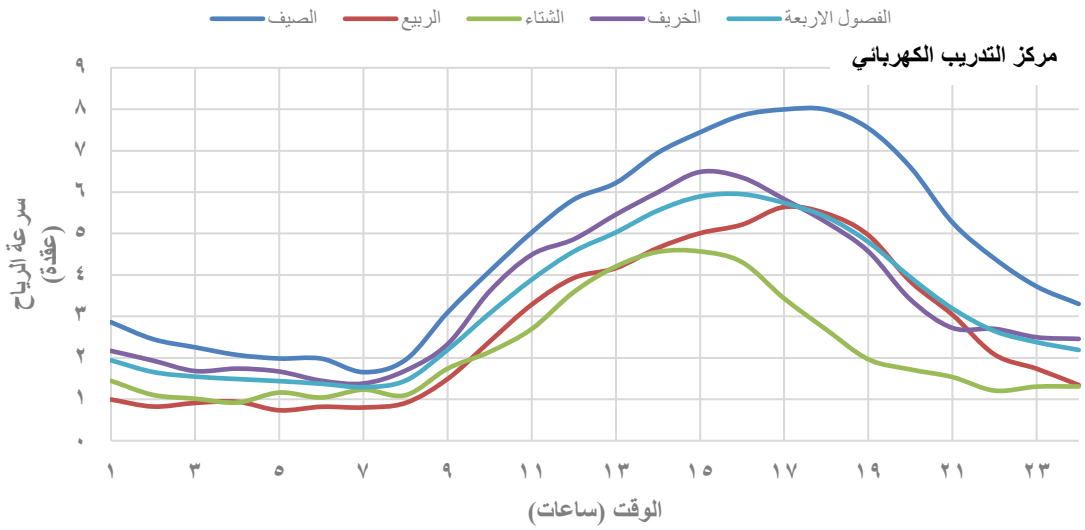
يُبيّن الشكل رقم (٣-١٣) معدلات تراكيزغاز أول أكسيد الكربون وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في موقعي الرصد. ويلاحظ بأنّ معدلات أول أكسيد الكربون في مركز التدريب الكهربائي كانت متقاربة خلال أوقات اليوم، فقد وصلت أعلى مستويات لهذا الغاز في الساعة السابعة مساءً. كما أن معدلات أول أكسيد الكربون في مدرسة أمينة الغفارية كانت متقاربة ومتذبذبة في أغلب الأوقات، فقد وصلت أعلى مستويات لهذا الغاز في الساعة التاسعة مساءً.

الشكل رقم (٣-١٣): معدلات تراكيزغاز أول أكسيد الكربون وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠١٨.



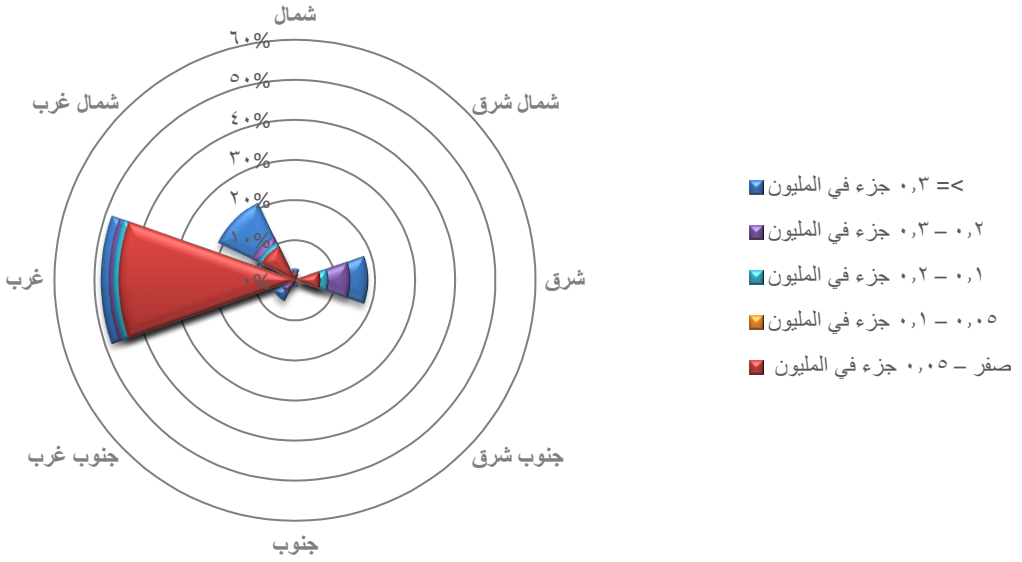


تابع شكل (٣-١٣)



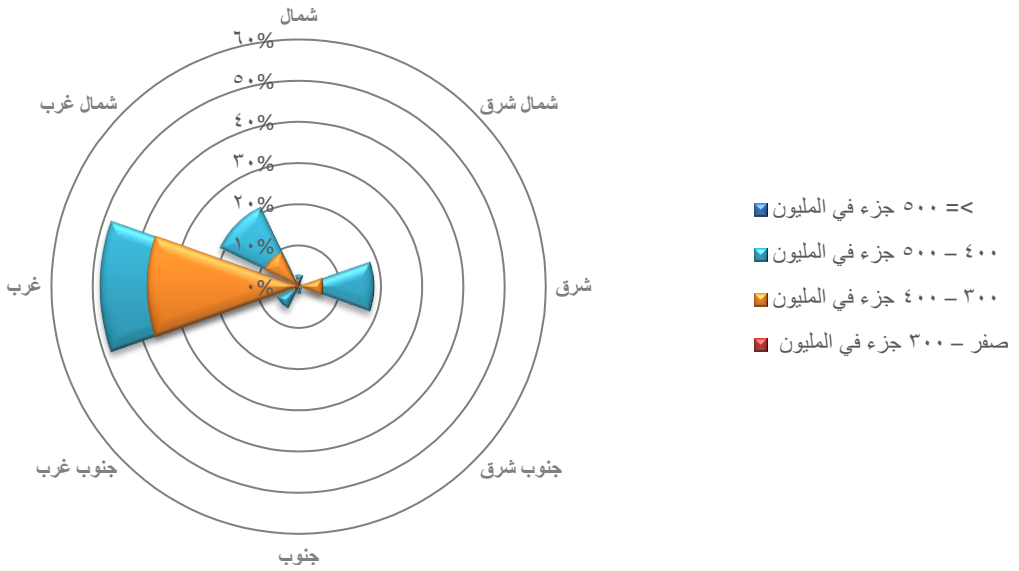
يبين الشكلان رقم ((٣-١٤) و (٣-١٥)) أدناه أن الرياح السائدة خلال فترة الرصد كانت الرياح الغربية والشمالية الغربية بالإضافة إلى تواجد الرياح الساكنة بنسبة عالية.

الشكل رقم (٣-١٤): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



* توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

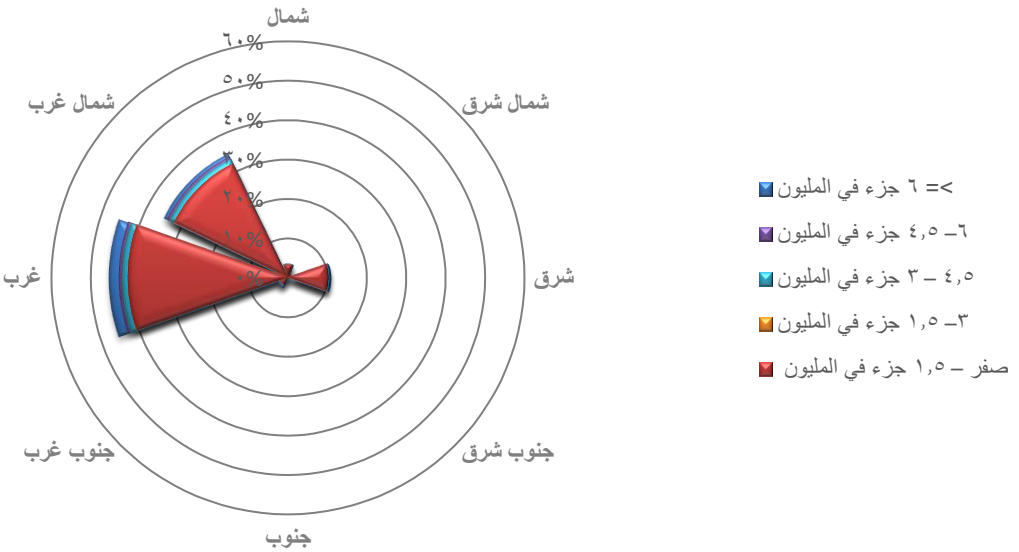
الشكل رقم (٣-١٥): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



تبين الأشكال رقم (٣-١٦) و (٣-١٧) أدناه تسجيل مستويات أعلى لتراكيز المعدلات الساعية لغازات أكاسيد الكربون في مدرسة أمينة الغفارية عند هبوب الرياح الغربية والشمالية الغربية وهذه الرياح هي القادرة على نقل الانبعاثات من مصفاة البترول إلى هذا الموقع.

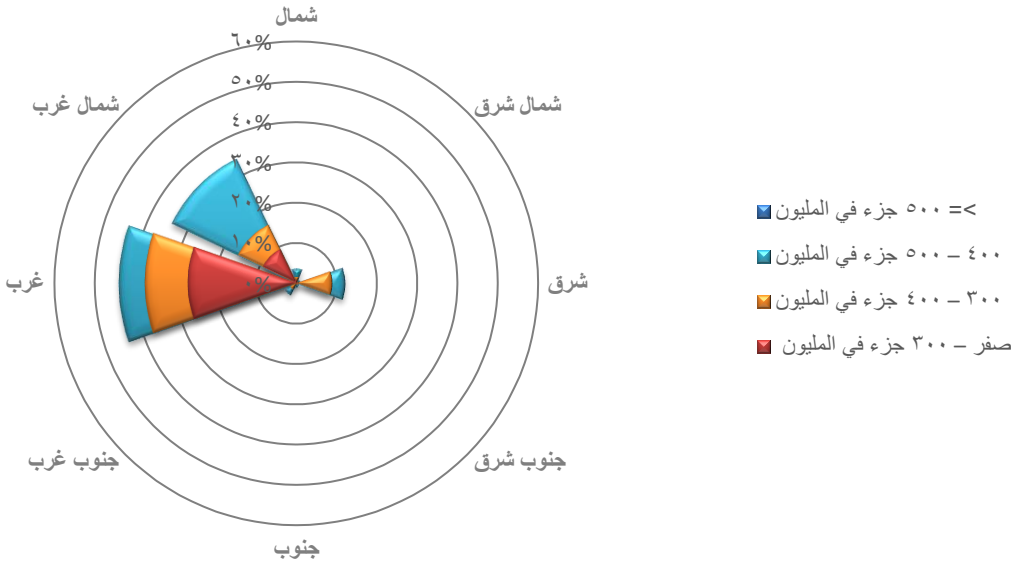
* توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

الشكل رقم (٣-١٦): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



* توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

الشكل رقم (٣-١٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٨*.



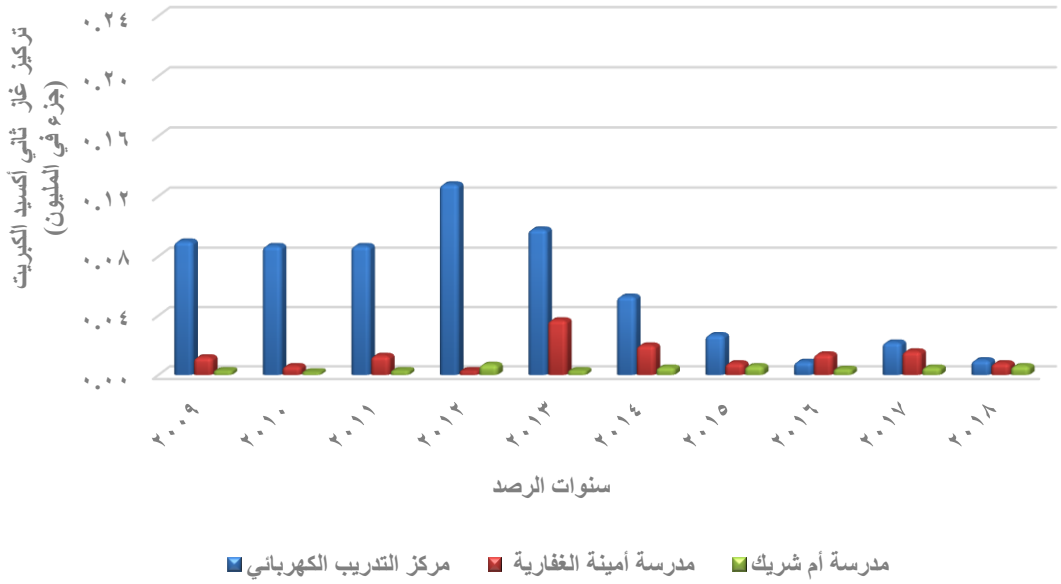
* توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مع اتجاه الرياح مستثنى منها المعدلات الساعية المسجلة اثناء تواجد الرياح الساكنة.

٤. مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة

٤-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

بمقارنة نتائج رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال الدراسة الحالية بالدراسات السابقة في جميع مواقع الرصد (شكل رقم (٤-١))، لوحظ خلال فترة الدراسة الحالية انخفاض تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية وارتفاع طفيف في مستويات هذا الغاز في مدرسة أم شريك عن فترة الرصد السابقة، إلا أنه بقي ضمن الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

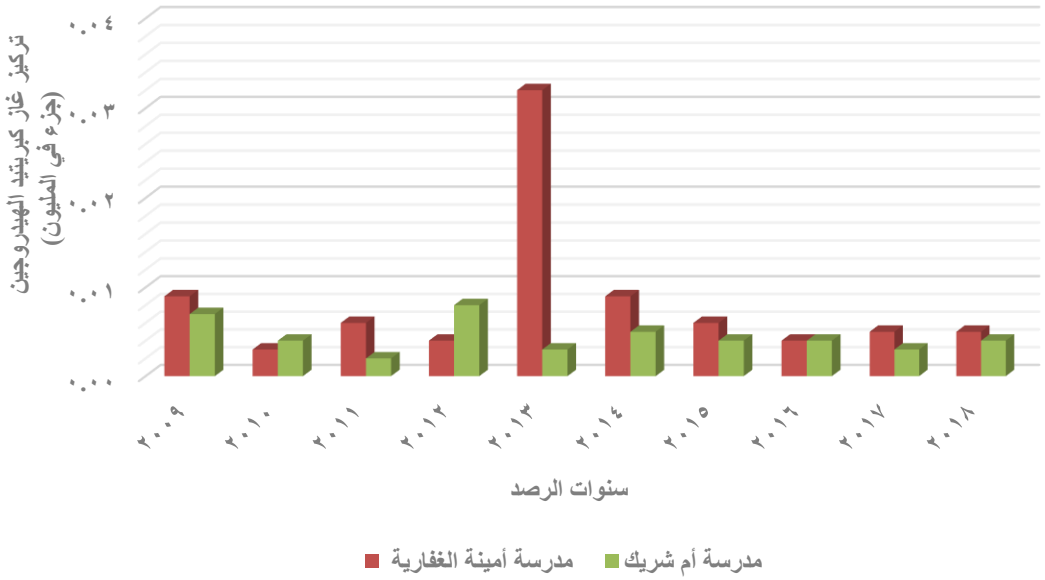
الشكل رقم (٤-١): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨)



٢-٤ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

تبين المعدلات السنوية لغاز كبريتيد الهيدروجين والتي تظهر في الشكل رقم (٤-٢) حدوث ارتفاع طفيف في المعدل السنوي لسنة الدراسة الحالية (خلال عام ٢٠١٨) عن الدراسة السابقة في موقع الرصد في مدرسة أم شريك وبقائه في نفس المستوى في موقع مدرسة أمينة الغفارية.

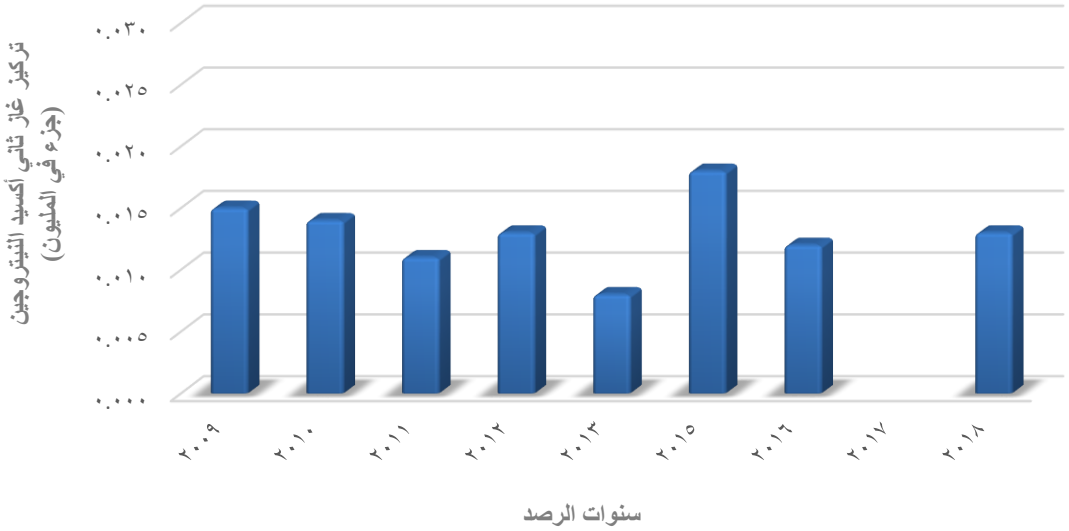
الشكل رقم (٤-٢): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ -٢٠١٨).



٤-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NOx)

يظهر الشكل رقم (٤-٣) مقارنة لنتائج الدراسة الحالية مع نتائج الدراسات السابقة فيما يخص تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين والتي تظهر إرتفاعاً طفيفاً لتركيز هذا الغاز في موقع الرصد لسنة الدراسة الحالية نسبة إلى سنة ٢٠١٦، ويعود ذلك لتوقف محطة الحسين الحرارية عن العمل منذ بداية سنة ٢٠١٦، وتشغيل محطة التوليد الجديدة التابعة لشركة الزرقاء لتوليد الكهرباء منذ منتصف سنة ٢٠١٨، ولم يتم رصد هذا الغاز في سنة ٢٠١٧.

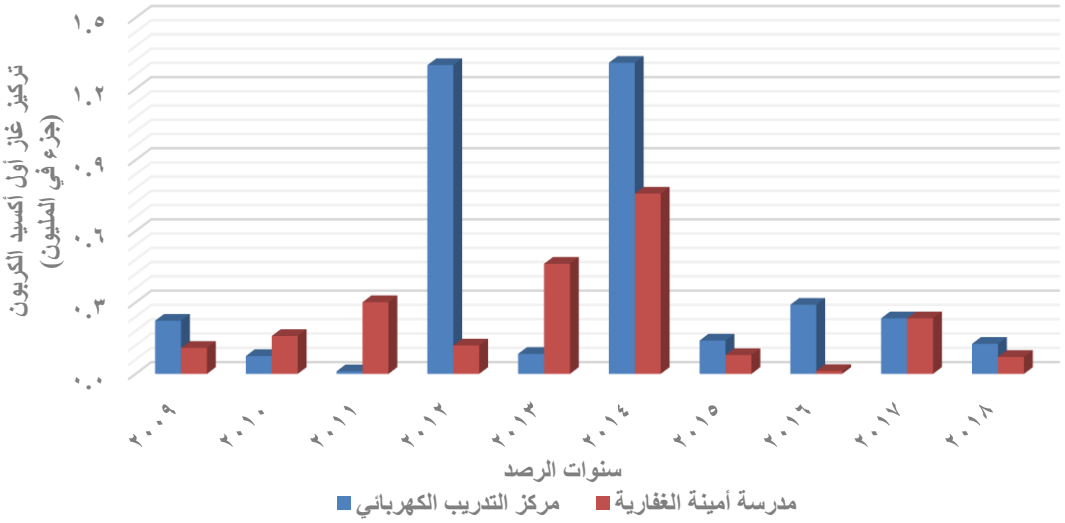
الشكل رقم (٤-٣): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين المسجلة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٨)



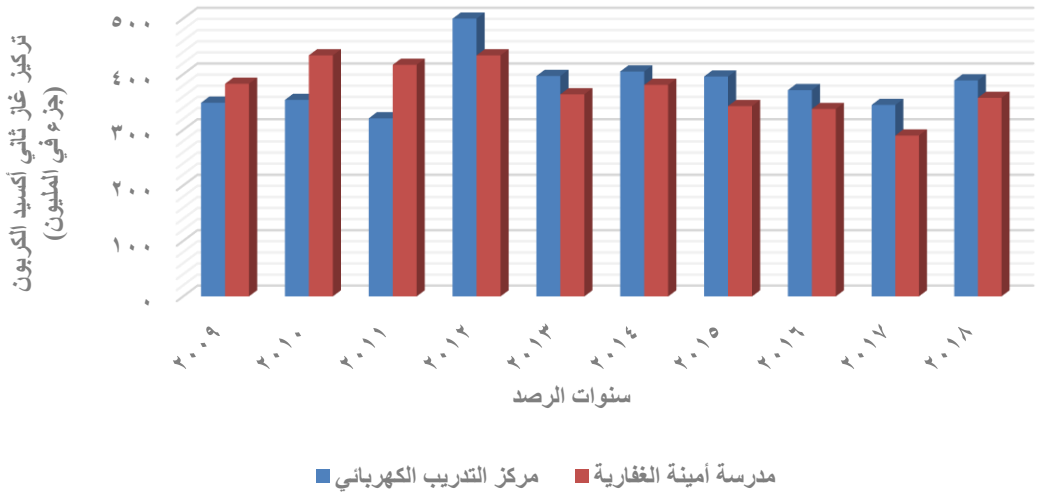
٤-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)

توضح الاشكال رقم ((٤-٤) و (٤-٥)) أدناه المعدلات السنوية لغازات أكاسيد الكربون في موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية، حيث تبين النتائج انخفاض المعدل السنوي لغاز أول اكسيد الكربون في مركز التدريب الكهربائي و مدرسة أمينة الغفارية لفترة الدراسة الحالية مقارنةً بفترة الرصد السابقة. في حين ارتفعت المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترة الدراسة الحالية مقارنةً بفترة الرصد السابقة في موقعي الرصد.

الشكل رقم (٤-٤): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ ـ ٢٠١٨)



الشكل رقم (٤-٥): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ ـ٢٠١٨).



٤-٥ سرعة واتجاه الرياح

يبين الجدول (٤-١) أدناه توزيع اتجاه الرياح في منطقة الهاشمية حيث يلاحظ إنخفاض نسبة الرياح الساكنة بشكل بسيط إلا انها بقيت الرياح السائدة في منطقة الهاشمية مع الرياح الغربية وإرتفاع نسبة الرياح الشمالية الغربية مما يجعل موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية تحت تأثير هذه الرياح التي تنقل الانبعاثات من مصفاة البترول معظم الوقت مما يفسر أنه من أنسب المواقع التي يجب استمرار الرصد فيه لتقييم وضع نوعية الهواء المحيط في منطقة الهاشمية،علماً انه تم قطع التيار الكهربائي عن هذا الموقع من قبل المدرسة منذ نصف شهر كانون أول ٢٠١٨.

جدول (٤-١): مقارنة بين إتجاه الرياح السائدة و سرعة الرياح السائدة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ -٢٠١٨).

السنة	اتجاه الرياح السائدة و نسبتها
٢٠١٨	ساكنة (٤٦ %) غربية (٢٦ %) شمالية غربية (١٧ %)
٢٠١٧	ساكنة (٥٢ %) غربية (٢٩ %) شمالية غربية (٩ %)
٢٠١٦	ساكنة (٤٢ %) غربية (٣٠ %) شمالية غربية (١٩ %)
٢٠١٥	ساكنة (٣٩ %) غربية (٢٢ %) شمالية غربية (٢٢ %)
٢٠١٤	ساكنة (٤٧ %) شمالية غربية (٢٣ %) غربية (٢٢ %)
٢٠١٣	ساكنة (٥٠ %) غربية (٢٤ %) شمالية غربية (١٧ %)
٢٠١٢	ساكنة (٥٤ %) غربية (٢٠ %) جنوبية غربية (١٢ %)
٢٠١١	ساكنة (٣١ %) شمالية غربية (٢٠ %) جنوبية غربية (١٢ %)
٢٠١٠	ساكنة (٤٢ %) شمالية غربية (١٦ %) غربية (١٢ %)
٢٠٠٩	ساكنة (٣٣ %) شمالية غربية (٢٤ %) غربية (٢١ %)

جدول(٤-٢): الرياح السائدة وتوزيع سرعة واتجاه الرياح خلال أشهر الرصد في الهاشمية خلال عام ٢٠١٨ وفترات الرصد السابقة.

الشهر	اتجاه الرياح السائدة	سرعة الرياح السائدة	توزيع اتجاه الرياح (%)												توزيع سرعة الرياح (عقدة) (%)					
			شمالي	ش.شرقي	ش.غربي	جنوبي	ج.شرقي	ج.غربي	شرقي	غربي	ساكن	٢-٠	٥-٢	١٠-٥	١٥-١٠	٢٠-١٥	٢٠<
كانون الثاني ٢٠١٨	ساكن	٢-٠	٠,٠	٠,٠	٢,٨	٠,٢	٠,٠	٢,٥	٣,٩	٣١,٦	٥٩,٠	٥٩,٠	٢١,٥	١٧,٨	١,٥	٠,٣	٠,٠
شباط ٢٠١٨	ساكن	٢-٠	٠,٤	١,٣	٢,٣	٠,٠	٠,٠	٠,٤	٥,٦	٢٢,٣	٦٧,٨	٦٧,٨	١٩,٢	١٣,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠
آذار ٢٠١٨	ساكن	٢-٠	١,٤	٠,٢	٣,٣	٠,٠	٠,٠	١,٠	٧,٠	٣٣,٩	٥٣,٣	٥٣,٣	٢٧,٩	١٨,٧	٠,٢	٠,٠	٠,٠
نيسان ٢٠١٨	ساكن	٢-٠	٢,٠	١,١	٩,١	٠,٠	٠,٠	٠,٨	٦,٧	٢٤,٧	٥٥,٦	٥٥,٦	٢٦,٦	١٧,٥	٠,٣	٠,٠	٠,٠
أيار ٢٠١٨	ساكن	٢-٠	١,٢	١,١	٧,٩	٠,٧	٠,٢	١,٩	٧,٩	٣٢,١	٤٧,١	٤٧,١	٢٨,٥	٢٣,٩	٠,٥	٠,٠	٠,٠
حزيران ٢٠١٨	غربي	١٠-٥	١,٩	٠,٠	٦,٦	٠,٠	٠,٠	٠,٣	٠,٩	٥٦,٠	٣٤,٣	٣٤,٣	٢٩,٠	٣٦,٥	٠,١	٠,٠	٠,٠
تموز ٢٠١٨	غربي	١٠-٥	٠,٨	٠,٠	٢٦,٩	٠,٠	٠,٠	٠,٦	٠,٠	٤٧,٣	٢٤,٤	٢٤,٤	٢٧,٣	٤٥,١	٣,٢	٠,٠	٠,٠
آب ٢٠١٨	شمالي غربي	١٠-٥	١,٠	٠,١	٣٨,٩	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٣	٣٦,٣	٢٣,٤	٢٣,٤	٢١,٦	٤٩,٥	٥,٤	٠,٠	٠,٠
أيلول ٢٠١٨	شمالي غربي	٢-٠	٢,٤	٠,٩	٣٨,٦	٠,٠	٠,٠	٠,٠	١,٦	١٩,٠	٣٧,٦	٣٧,٦	٢٣,٧	٣٥,٥	٣,٣	٠,٠	٠,٠
تشرين الأول ٢٠١٨	شمالي غربي	١٠-٥	٦,٤	١,٨	٣٤,٩	١,٢	١,٠	٢,٩	١١,٣	٨,٠	٣٢,٧	٣٢,٧	٢٥,٩	٣٥,٠	٦,٤	٠,٠	٠,٠
تشرين الثاني ٢٠١٨	ساكن	٢-٠	٢,٤	٠,٤	١٣,١	٠,١	١,٥	٠,٧	١٩,٩	١,٧	٦٠,٣	٦٠,٣	٢١,٥	١٧,٥	٠,٧	٠,٠	٠,٠
كانون الأول ٢٠١٨	ساكن	٢-٠	٠,٣	٠,٠	١٥,١	٤,٢	٠,٤	١٠,١	٨,٩	٦,٧	٥٤,٤	٥٤,٤	٢٢,٩	٢٠,٣	٢,٤	٠,٠	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٨ - كانون أول ٢٠١٨)	ساكن	٢-٠	١,٧	٠,٥	١٦,٧	٠,٥	٠,٣	١,٧	٦,٢	٢٦,٣	٤٦,٠	٤٦,٠	٢٤,٦	٢٧,٣	٢,٠	٠,٠	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٧ - كانون أول ٢٠١٧)	ساكن	٢-٠	٠,٨	٠,٦	٨,٦	٠,٦	١,٩	٠,٨	٣,٨	٢٧,٩	٤٨,٥	٤٨,٥	٢٠,١	٢٣,٣	١,٤	٠,٠	٠,٠
سنوي (شباط ٢٠١٦ - كانون ثاني ٢٠١٧)	ساكن	٢-٠	٠,٣	٠,٥	١٨,٤	٠,١	٦,٣	١,٦	٠,٧	٢٩,٠	٤٣,١	٤٣,١	٢١,٢	٣٢,٧	٢,٨	٠,٢	٠,٠
سنوي (شباط ٢٠١٥ - كانون ثاني ٢٠١٦)	ساكن	٢-٠	٠,٤	٢,٦	٢٠,٨	٠,٩	٥,٦	٥,٢	١,٩	٢٢,٠	٤٠,٧	٤٠,٧	١٩,٩	٣١,١	٥,٢	٢,٨	٠,٤
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٤ - كانون أول ٢٠١٤)	ساكن	٢-٠	٠,٦	٠,٦	٢٢,٦	٠,٢	٢,٩	٤,٠	٠,٥	٢١,٥	٤٧,٢	٤٧,٢	٢٢,٤	٢٧,٧	٢,٧	٠,١	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٣ - كانون أول ٢٠١٣)	ساكن	٢-٠	٠,٩	٠,٩	١٧,٣	٠,١	٣,٠	٣,٤	٠,٨	٢٣,٦	٥٠,٠	٥٠,٠	١٩,٣	٢٧,٦	٣,١	٠,١	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٢ - كانون أول ٢٠١٢)	ساكن	٢-٠	٠,٣	٠,٧	٨,٣	٠,٧	٣,٩	١١,٨	٠,٥	١٩,٧	٥٤,٣	٥٤,٣	٢٥,٧	١٨,٧	١,٣	٠,٠	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١١ - كانون أول ٢٠١١)	ساكن	٢-٠	٨,٤	٥,٣	٢٠,٢	١,٨	٦,٦	١١,٧	٣,٠	١٢,٤	٣٠,٥	٣٠,٥	٢٨,٩	٢٩,٢	١٠,٦	٠,٧	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٠ - كانون أول ٢٠١٠)	ساكن	٢-٠	٤,٥	٨,٧	١٦,٠	٠,٥	٥,٣	٨,٠	٣,٢	١١,٧	٤٢,١	٤٢,١	٢٣,٩	٢٧,٩	٥,٤	٠,٤	٠,٤
سنوي (كانون ثاني ٢٠٠٩ - كانون أول ٢٠٠٩)	ساكن	٢-٠	١,٨	٠,١	٢٤,١	٣,٩	٨,٢	٤,٨	٢,٢	٢١,٤	٣٣,٤	٣٣,٤	٢٠,٨	٢٨,١	١٦,٢	١,٥	٠,١
سنوي (كانون ثاني ٢٠٠٨ - كانون أول ٢٠٠٨)	ساكن	٢-٠	١,٣	١,٦	٢٦,٠	٢,٣	٦,٨	٥,٧	٢,٣	١٨,٣	٣٥,٦	٣٥,٦	٢٥,٥	٢٩,٨	٨,٢	٠,٨	٠,٢
سنوي (تشرين ثاني ٢٠٠٦ - تشرين أول ٢٠٠٧)	ساكن	٢-٠	١,١	٢,٤	١٣,٧	٢,٣	٤,٩	٧,٧	٥,٥	٢٨,٩	٣٣,٤	٣٣,٦	٣٢,٥	٢٨,٦	٤,٧	٠,٦	٠,١
سنوي (تشرين ثاني ٢٠٠٥ - تشرين أول ٢٠٠٦)	غربي	٥-٢	١,٠	٢,٣	١٠,٢	١,٥	٤,١	٨,٩	٤,٣	٣٧,٤	٣٠,٤	٣٠,٦	٣٣,٢	٣١,٩	٣,٨	٠,٣	٠,٢
سنوي (تشرين ثاني ٢٠٠٤ - تشرين أول ٢٠٠٥)	غربي	٥-٢	٠,٨	٢,٦	٤,٧	١,٧	٤,٤	١٢,١	٥,٥	٣٨,٠	٣٠,٣	٣٠,٤	٣٢,٣	٣٠,٤	٦,١	٠,٧	٠,١
سنوي (تشرين ثاني ٢٠٠٣ - تشرين أول ٢٠٠٤)	غربي	٥-٢	٤,٠	٣,٣	١٢,٠	٣,١	٢٠,٤	٨,٧	٢,٨	٢٨,١	١٧,٧	١٧,٧	٤٠,٦	٢٨,٦	١٠,١	٢,٤	٠,٢

٥. التوصيـــات

تؤكد نتائج الدراسة الحالية على ضرورة تطبيق التوصيات التالية:

- يوصى بتوسيع دائرة الرصد من حيث عدد الملوثات المرصودة بحيث تشمل الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$)، والكربون الاسود والأوزون.
- عمل قياسات لتركيز الملوثات المنبعثة من المصادر الثابتة التابعة للمصفاة ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء وشركات الحديد ومقارنتها بالحدود القصوى المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء من المصادر الثابتة رقم (٢٠٠٦/١١٨٩).
- يوصى باستخدام النمذجة الرياضية لانتشار الملوثات من المصادر الثابتة التابعة للمصانع القائمة والتي لم يطلب منها دراسة تقييم أثر بيئي لقدمها وذلك لتقييم تأثيرها على نوعية الهواء المحيط والعمل على التحكم بنوعية الهواء المنبعث من نشاطاتها المختلفة. وكذلك لإعادة تحديد مواقع الرصد بحيث تكون ممثلة ومتلائمة مع النقاط المتوقع تسجيل التراكيز الأعلى للملوثات الغازية عندها.
- نظراً لوجود مصادر ثابتة رئيسة في منطقة الهاشمية فإنه يوصى بإلزام هذه الشركات بعمل دراسة تدقيق بيئي يتم من خلالها قياس تراكيز الملوثات الغازية المنبعثة من المصادر الثابتة التابعة لها وتقييم مدى تأثيرها على نوعية الهواء المحيط واعداد خطة ادارة بيئية لكل شركة من هذه الشركات من شأنها الحد أو التخفيف من تلوث الهواء في منطقة الهاشمية. وتشمل هذه الشركات مصفاة البترول الأردنية وكافة المنشآت التابعة لها في الهاشمية وشركات الحديد.
- يوصى بدراسة الآثار المحتملة لملوثات الهواء على الصحة العامة لسكان منطقة الهاشمية وكذلك العمل على مؤشر وطني لنوعية الهواء (National Air Quality Index) يتم حسابه بناءً على المواصفات الوطنية وعلاقتها بالصحة العامة.
- زيادة المساحة الجغرافية المشمولة بالرصد بحيث تشمل المناطق المأهولة والقريبة من النشاطات الصناعية الأخرى مثل مصانع الحديد وصهر المعادن.
- استمرارية الرصد في موقع مدرسة أمينة الغفارية او موقع قريب منها حيث انها من أنسب المواقع التي يجب استمرار الرصد فيها، لانها تقع تحت تأثير الرياح التي تنقل الانبعاثات من مصفاة البترول لمنطقة الهاشمية.
- تجدر الإشارة إلى أن المصفاة تعمل على زيادة سعتها الإنتاجية من خلال مشروع التوسعة الرابع ويجب أن يؤخذ بعين الاعتبار الانبعاثات التي ستنجم من هذه التوسعة في المستقبل على برنامج الرصد.

ملحـــق (١)

برامج الصيانة الدورية والمعايرة لأجهزة القياس المستخدمة

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

Equipment model	PM	Frequency
AF 22M	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 model	PM	Frequency
450i	Inspect the sample filter and replace it if necessary	Biweekly
	Conduct inspection for obvious visible defects	Monthly
	Clean the outside case using a damp cloth	Monthly
	Check of electrical parameters (flow rate, chamber pressure and lamp voltage)	Monthly
	Clean the inside of the instrument	Semi annual
	Check the flow rate and as necessary: 1- Apply leak test (block the sample bulkhead and check the values of the flow rate and pressure) and accordingly 2- check to see that all fittings are tight and that none of the input lines are cracked or broken	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	Semi-annual
	Check the capillary and the O-ring of the capillary holder and replace any if necessary	When the instrument performance indicates that there may be a flow problem or gives high pressure value.
	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.
	Check the lamp voltage and either adjust the lamp voltage control circuit or replace the lamp as necessary	When the lamp voltage is not within 500 V and 1200 V

Table 2: Preventive Maintenance Schedule for NOx Analyzer (model 42i)

Equipment	PM	Frequency
NOx Analyzer Model 42i	Inspect the sample filter and replace if necessary	Biweekly
	Clean the outside case using a damp cloth	Monthly
	Check of electrical parameters (flow rate, chamber pressure, cooler temp. and internal temp.)	Monthly
	Replacement of ozonator air feed drying column*	If required
	Inspect and replace (if required) the capillaries	When the instrument performance indicates that there may be a flow problem or gives high pressure value.
	Inspect and clean (if required) the thermoelectric cooler fins	When the cooler temp. parameter is very close to the acceptable limits
	Inspect and clean (if required) the fan filters	When the cooler temp. and the internal temp. parameters are very close to the acceptable limits
	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.
	Replace the NO_2 converter	***Annually, check the analyzer's response to NO_2 reference material and replace the converter if the efficiency is less than 90%.***

* Calibration is required after replacing the ozonator air feed drying column.

** The reaction chamber pressure should be checked.

Table 2: The schedule of the preventive maintenance of carbon monoxide/carbon dioxide (CO/CO_2) analyzer

Equipment model	PM	Frequency
CO 12M	Replacement of sample inlet filter	Biweekly
	Checking on electrical parameters	Biweekly
	Check and change (if required) the pump valves and diaphragms	Annually
	Cleaning of optical bench	Annually

Equipment	PM	Frequency
CO/CO_2 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

Equipment	PM	Frequency
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)*	Quarterly
	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.

Table 3: The schedule and type of calibration.

No.	Equipment name	Calibration type
1	**Sulfur dioxide/ Hydrogen sulfide analyzer**	- Check of zero point This operation consists of comparing the monitor response for zero air. *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 ± 2 weeks.
2	**Carbon monoxide/ Carbon dioxide analyzer**	
3	**Nitrogen oxide analyzer**	
4	**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

ملحـــق (٢)

قيم الارتياب لأعلى المعدلات الساعية واليومية المُسجلة في كل موقع للملوثات الغازية

تم حساب قيمة الارتياب في فترة الثقة ٩٥% لأعلى معدل ساعي وأعلى معدل يومي وأعلى معدل ٨ ساعات لغاز أول أكسيد الكربون لفترة الدراسة الحالية (خلال عام ٢٠١٨) لكل ملوث على حده بالإعتماد على تعليمات العمل التي تم وضعها من قبل قسم دراسات الهواء في الجمعية العلمية الملكية. علماً بأن حساب قيمة الارتياب لكل ملوث يعتمد على عدة عوامل وهي مواصفات الجهاز وتركيز الغاز المرجعي الذي تم استخدامه في المعايرة وقيمة الارتياب لهذا الغاز وفيما يلي ملخص لقيم الارتياب المحسوبة لكل ملوث في كل موقع.

الموقع	الملوث	وحدة القياس	أعلى معدل ساعي	قيمة الارتياب
مركز التدريب الكهربائي	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٢٣٤	٠,٠٠٧
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	٢,١٥٥	٠,١٧٩
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,٠٨٢	٠,٠٠٨
مدرسة أمينة الغفارية	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,١٧٧	٠,٠٢٤
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٠٥٧	٠,٠١٣
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	٢,٣٨٢	٠,١٤٥
مدرسة أم شريك	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠٨٣	٠,٠٠٨
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٠٣٦	٠,٠٠٧

الموقع	الملوث	وحدة القياس	أعلى معدل يومي	قيمة الارتياب
مركز التدريب الكهربائي	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠٦٣	٠,٠٠٧
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	*١,٩٥٨	٠,١٧٨
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,٠٤٧	٠,٠٠٦
	غاز ثاني أكسيد الكربون	جزء في المليون	٥٠٠	١٣
مدرسة أمينة الغفارية	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠٧	٠,٠١١
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٠١٦	٠,٠٠٧
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	*١,٩٨٨	٠,١٣٧
	غاز ثاني أكسيد الكربون	جزء في المليون	٨١٠	٢١
مدرسة أم شريك	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠٤٠	٠,٠٠٧
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٠٠٩	٠,٠٠٦

* أعلى معدل ٨ - ساعات