وزارة البيـــئة

مراقبة الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية – محافظة الزرقاء

التقرير النهائي لعام ٢٠٢٠

(كانون ثاني ٢٠٢٠ – كانون أول ٢٠٢٠)

الجَمعيّـة العِلميّـة المَلكيّـة
Royal Scientific Society
For Jordan, since 1970 • في خدمة الوطن منذ ١٩٧٠

وزارة البيـــئة

مراقبة الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية / محافظة الزرقاء

التقريـر النهائي

(٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١)

مقدم إلى

وزارة البيئـــة

إعـداد

قسم دراسات الهـواء

مركز المياه والبيئة

الجمعيـة العلميـة الملكيـة

حقــوق النشـــر

حقوق النشر محفوظة لوزارة البيئــة

ولا يجوز استعمال المعلومات الواردة في هذا التقرير

إلا بعد الحصول على موافقة خطية من الوزارة

المحتويـــات

	رقم الصفحة
قائمة الجداول الواردة ضمن نص التقرير	**و**
قائمة الأشكال الواردة ضمن نص التقرير	**ز**
الخلاصـة باللغة العربية	**ل**
الخلاصـة باللغة الانجليزية	**ن**
١ المقدمة	**١**
١-١ أهداف الدراسة	٢
١-٢ ملوثات الهواء المحيط التي رُصدت في الدراسة	٢
١-٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	٢
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	٧
٢ نتائج الدراسة	**٨**
٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	٨
٢-١-١ مركز التدريب الكهربائي	٨
٢-١-٢ مدرسة أمينة الغفارية	١١
٢-١-٣ حديقة الهاشمية	١٤
٢-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)	١٦
٢-٢-١ مدرسة أمينة الغفارية	١٦
٢-٢-٢ حديقة الهاشمية	١٩
٢-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x)	٢٢
٢-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)	٢٥
٢-٤-١ مركز التدريب الكهربائي	٢٦
٢-٤-٢ مدرسة أمينة الغفارية	٢٨
٢-٥ درجة الحرارة والرطوبة النسبية	٣٠
٢-٦ سرعة وإتجاه الرياح	٣١

٣ مناقشة نتائج الدراسة **٣٣**
٣-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) ٣٣
٣-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S) ٣٨
٣-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x) ٤٢
٣-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2) ٤٤

٤ مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة **٤٧**
٤-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) ٤٧
٤-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S) ٤٧
٤-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x) ٤٨
٤-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2) ٤٩
٤-٥ سرعة واتجاه الرياح ٥٠
٥ التوصيـــات **٥٢**

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

قائمــة الجـداول الواردة ضمن نص التقرير

رقم الصفحة

جدول رقم (١-١): الحدود القصوى المسموح بها لملوثات الهواء المحيط المتضمنة في الدراسة (القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠). ٢

جدول رقم (١-٢): مواقع رصد الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية/ الزرقاء. ٤

جدول رقم (١-٣): الأجهزة المستخدمة في رصد نوعية الهواء المحيط في منطقة الهاشمية. ٧

جدول رقم (٤-١): مقارنة بين إتجاه الرياح السائدة وسرعة الرياح السائدة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ -٢٠٢٠). ٥١

جدول رقم (٤-٢): الرياح السائدة وتوزيع سرعة واتجاه الرياح خلال أشهر الرصد في الهاشمية خلال عام ٢٠٢٠ وفترات الرصد السابقة. ٥٢

قائمــة الأشكال الواردة ضمن نص التقرير

رقم الصفحة

الشكل (١-١): مصفاة البترول الأردنية ١

الشكل (١ – ٢): خارطة تبين مواقع الرصد ومصادر التلوث في منطقة الهاشمية ٦

الشكل (٢-١): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال عام ٢٠٢٠ ٨

الشكل (٢-٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٩

الشكل (٢-٣): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ٩

الشكل (٢-٤): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ١٠

الشكل (٢-٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ١٠

الشكل (٢-٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠) ١١

الشكل (٢-٧): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠ ١٢

الشكل (٢-٨): عدد 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 الانباري، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ١٢

الشكل (٢-٩): عدد 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 الانباري، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ١٣

الشكل (٢-١٠): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠ ١٣

الشكل (٢-١١): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠) ١٤

الشكل (٢-١٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠ ١٥

الشكل (٢-١٣): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ١٥

الشكل (٢-١٤): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ١٦

الشكل (٢-١٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠ ١٦

الشكل (٢-١٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩-٢٠٢٠) ١٧

الشكل (٢-١٧): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠٢٠ ١٧

الشكل (٢-١٨): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠ ١٨

الشكل (٢-١٩): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ١٩

الشكل (٢-٢٠): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ١٩

الشكل (٢-٢١): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠ ٢٠

الشكل (٢-٢٢): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠) ٢٠

الشكل (٢-٢٣): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠ ٢١

الشكل (٢-٢٤): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ٢١

الشكل (٢-٢٥): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩– ٢٠٢٠) ٢٢

الشكل (٢-٢٦): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠ ٢٢

الشكل (٢-٢٧): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩-٢٠٢٠) ٢٣

الشكل (٢-٢٨): أعلى المعدلات الساعية واليومية والمعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين المسجلة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠ ٢٤

الشكل (٢-٢٩): المعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٢٤

الشكل (٢-٣٠): المعدلات اليوميّة لتركيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٢٥

الشكل (٢-٣١): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٢٥

الشكل (٢-٣٢): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠) ٢٦

الشكل (٢-٣٣): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية وأعلى معدل ٨ ساعات لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠٢٠ ٢٦

الشكل (٢-٣٤): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكربون في موقعي الرصد خلال عام ٢٠٢٠ ٢٧

الشكل (٢-٣٥): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٢٨

الشكل (٢-٣٦): المعدلات الشهرية لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٢٨

الشكل (٢-٣٧): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠) ٢٩

الشكل (٢-٣٨): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠ ٣٠

الشكل (٢-٣٩): المعدلات الشهرية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠ ٣٠

الشكل (٢-٤٠): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠) ٣١

الشكل (٢-٤١): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي للرطوبة النسبية في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٣١

٢٠٢٠

الشكل (٢-٤٢): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي لدرجة الحرارة في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٣٢

الشكل (٢-٤٣): توزيع اتجاه الرياح في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠ ٣٢

الشكل (٢-٤٤): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠ ٣٣

الشكل (٢-٤٥): مخطط لوردة الرياح (wind rose plot) في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠. ٣٣

الشكل (٣-١): توزيع سرعة الرياح الساكنة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠ ٣٤

الشكل (٣-٢): معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠. ٣٥

الشكل (٣-٣): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٣٧

الشكل (٣-٤): توزيع اتجاه الرياح خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٣٧

الشكل (٣-٥): توزيع سرعة الرياح (عقدة) خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (٢٠٠٦/١١٤٠) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٣٨

الشكل (٣-٦): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٣٨

الشكل (٣-٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في حديقة الهاشمية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٣٩

الشكل (٣-٨): معدلات تراكيز غاز كبريتيد الهيدروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠ ٤٠

الشكل (٣-٩): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٤١

الشكل (٣-١٠): 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 ٢٠٢٠ ٤٢

الشكل (٣-١١): توزيع سرعة الرياح (عقدة) 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 ٢٠٢٠ ٤٢

الشكل (٣-١٢): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في حديقة الهاشمية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٤٣

الشكل (٣-١٣): معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٤٣

الشكل (٣-١٤): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٤٤

الشكل (٣-١٥): معدلات تراكيز غاز أول أكسيد الكربون وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠ ٤٥

الشكل (٣-١٦): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٤٧

الشكل (٣-١٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ ٤٧

الشكل (٤-١): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠) ٤٨

الشكل (٤-٢): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠) ٤٩

الشكل (٤-٣): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين االمسجلة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠) ٤٩

الشكل (٤-٤): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠) ٥٠

الشكل (٤-٥): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكربون المسجلة في في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠) ٥٠

الخلاصــة

تقع بلدة الهاشمية في المنطقة الشمالية الشرقية من محافظة الزرقاء ويُقدر عدد سكانها حتى نهاية عام ٢٠٢٠ بحسب دائرة الإحصاءات العامة بـ ٩١١٩٨ نسمة وهي 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 المنزلية في محطة السمرا 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.

هدفت هذه الدراسة والتي امتدت لمدة عام (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) إلى رصد وتقييم مستويات الملوثات الغازية 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 للوزارة في مراقبة نوعية الهواء في المملكة استناداً إلى قانون حماية البيئة رقم ٦ لعام ٢٠١٧.

وقد تم اختيار 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، وحديقة الهاشمية القريبة من محطة السمرا لتنقية المياه العادمة المنزلية ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء. كما تم رصد درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة واتجاه الرياح في منطقة الهاشمية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي لما للظروف الجوية من أهمية كبيرة في انتشار الملوثات في الهواء المحيط. أظهرت نتائج الدراسة التالي، انظر الجدول رقم (١):

- كانت مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع الرصد في حديقة الهاشمية ضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠. وعلى الرغم من تسجيل تجاوزين للحد الساعي في موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية، إلا أن عدد التجاوزات كان ضمن العدد المسموح به في القاعدة الفنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغ ٣ تجاوزات ساعية لأي ١٢ شهر في السنة. كذلك تم تسجيل تجاوز واحد للحد الساعي لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي وهو ضمن العدد المسموح به للتجاوزات الساعية. بينما بلغت نسبة التجاوزات للمعدلات اليومية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي ٠,٨٦٢%.
- كانت مستويات غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع الرصد في حديقة الهاشمية ضمن الحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠، وسُجِّل تجاوزان للحد الساعي في هذا الموقع وهي ضمن العدد المسموح به والبالغ ٣ تجاوزات ساعية لأي ١٢ شهر في السنة. بلغت نسبة التجاوزت الساعية ٠,١٩٣% ونسبة التجاوزات اليومية ٠,٥٦٣% لغاز كبريتيد الهيدروجين في موقع الرصد 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 المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

❖ كانت الرياح السائدة في منطقة الهاشمية للفترة المعنية هي الرياح الساكنة بنسبة ٣٧,٥% تلتها الرياح الشمالية بنسبة ١٨,٢%. وتواجدت الرياح الغربية والشمالية الغربية بنسبة ١٦,٩% و١٤,٦% على التوالي.

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

الملوث	الموقع	أعلى معدل ساعي (جزء في المليون)	أعلى معدل يومي (جزء في المليون)	المعدل السنوي (جزء في المليون)
ثاني أكسيد الكبريت	مركز التدريب الكهربائي	٠,٣٠٨	٠,١٨٢	٠,٠٢٨
	مدرسة أمينة الغفارية	٠,٣٥٢	٠,١٠٢	٠,٠١٧
	حديقة الهاشمية	٠,٠٥٨	٠,٠١٤	٠,٠٠٢
ثاني أكسيد النيتروجين	مركز التدريب الكهربائي	٠,١٤٤	٠,٠٦١	٠,٠٠٩
كبريتيد الهيدرجين	مدرسة أمينة الغفارية	٠,٤٦٠	٠,٠٨٠	٠,٠٠٤
	حديقة الهاشمية	٠,٠٣٣	٠,٠٠٨	٠,٠٠٣
أول أكسيد الكربون	مركز التدريب الكهربائي	٤,٤٣	*٣,٨٢	٠,٣١١
	مدرسة أمينة الغفارية	٢,٩٤	*٢,٠٢	٠,٤٦٣
ثاني أكسيد الكربون	مركز التدريب الكهربائي	٥٠٤	٤٦٦	٤٢١
	مدرسة أمينة الغفارية	٥٣٨	٤٦٤	٤٣٢

الحدود القصوى المسموح بها 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 with total population 91198 as estimated in 2020. It 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, 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 91198 as estimated in the year 2020.

The overall objective of this monitoring program, which extended for one year (January 2020 – December 2020) 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 Al-Hasimyiah Garden. 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 at Al-Hasimyiah Garden. Inspite of recording two hourly exceedances at Amina Al-Ghafarahi School, the number of exceedances was within the permissible number of exceedances stated in JS 1140/2006, which is 3 hourly exceedances per year. Also, one hourly exceedance was recorded at ETC sit, while the percentage of daily exceedances was 0.862%.

- The levels of H_2S at Al-Hasimyiah Garden were within the daily limit stated in JS 1140/2006, 2 hourly exceedances were recorded which were within the number of permissible hourly exceedances as stated in JS 1140/2006. While, the percentages of hourly and daily exceedances of H_2S at Amina Al-Ghafariah School were 0.193% and 0.563%, respectively.

- The levels of NO_2 gas at ETC site were within the hourly and daily limits stated in JS 1140/2006.

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

- The prevailing wind direction at Al-Hashemia town was calm wind with 37.5% followed by northern wind with 18.2 %. West and northwest winds were present at percentages of 16.9% and 14.6%, respectively.

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	0.308	0.182	0.028
	Amina A-Gafariah school	0.352	0.102	0.017
	Al-Hasimyiah Garden	0.058	0.014	0.002
NO_2	ETC	0.144	0.061	0.009
H_2S	Amina A-Gafariah school	0.460	0.080	0.004
	Al-Hasimyiah garden	0.033	0.008	0.003

Gas	Site name	Max .Hourly average (ppm)	Max .Daily average (ppm)	Annual average (ppm)
CO	ETC	4.43	3.82*	0.311
	Amina A-Gafariah school	2.94	2.02*	0.463
CO_2	ETC	504	466	421
	Amina A-Gafariah school	538	464	432

Maximum allowable limits as 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

The study recommens continuing the monitoring program and expanding its scope to monitor $PM_{2.5}$, black carbon and ozone.

١. مقدمـــة

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 (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 ومحطة 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 (كانون ثاني ٢٠٢٠ – كانون أول ٢٠٢٠) مع مركز المياه والبيئة في الجمعية العلمية الملكية للقيام بذلك. ومن الجدير بالذكر بأن قسم دراسات الهواء حاصل على الاعتماد الأردني في (ISO-17025:2017) شهادة رقم (JAS-TEST-075) من قبل وحدة الاعتماد الوطني (JAS) لقياسات غازات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) وأكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NOx) وأول أكسيد الكربون (CO) في الهواء المحيط

١-١ أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة والتي استمرت لمدة عام كامل (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) إلى:

- ❖ تحديد مستويات الملوثات الغازية في بلدة الهاشمية / محافظة الزرقاء خلال فترة الرصد لسنة ٢٠٢٠ ومقارنتها بالحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط (جدول رقم (١ – ١)).
- ❖ مقارنة نتائج مستويات الملوثات الغازية لسنة ٢٠٢٠ 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 ٢٠٢٠ الى كانون أول ٢٠٢٠.

جدول (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 رُصدت 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 كبريتيد الهيدروجين للهواء المحيط. وكذلك فإنه من الممكن أن يوجد هذا الغاز في المياه الجوفية خصوصاً في الآبار قرب حقول النفط. كما يتم إنتاج غاز كبريتيد الهيدروجين من الأنشطة الصناعية بما فيها معامل تكرير البترول. تختلف الآثار الصحية الناجمة عن التعرض لهذا الغاز 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 أول أكسيد النيتروجين والذي لا يعتبر ذو تأثير سيئ على صحة الإنسان. غاز ثاني أكسيد النيتروجين هو غاز بني يميل إلى الحمرة. ينطلق جزء من غاز ثاني أكسيد النيتروجين نتيجة الاحتراق بينما تكون معظم تراكيزه في الهواء المحيط نتيجة أكسدة غاز أول أكسيد النيتروجين 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 ثاني أكسيد النيتروجين 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 ثاني أكسيد النيتروجين 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_2 & CO)

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 أول أكسيد الكربون يسبب أخطاراً صحية.

يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) أهم غازات الدفيئة التي تساهم في ظاهرة التغير المناخي والاحترار العالمي، ومن أهم مصادر انبعاث هذا الغاز حرق مختلف أنواع الوقود في محطات توليد الكهرباء والنشاطات الصناعية المختلفة.

١-٣ مواقع الرصد

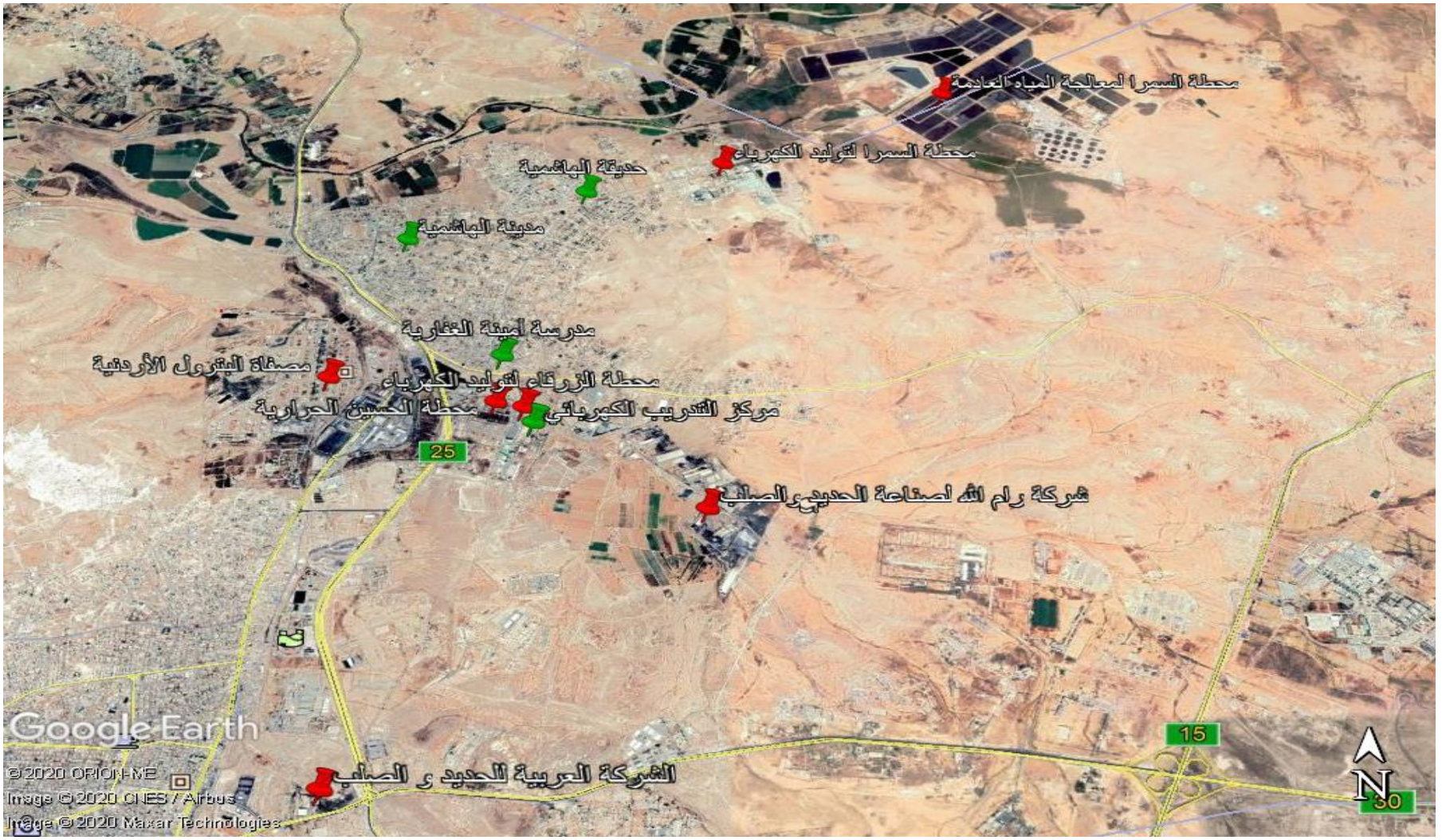
تم اختيار ثلاثة مواقع رصد في منطقة الهاشمية لرصد مستويات الملوثات الغازية المنبعثة من مصادر تلوث الهواء المختلفة المحيطة بتلك المنطقة. يبين الجدول (١ – ٢) مواقع الرصد بالإضافة إلى بعد واتجاه مصادر التلوث بالنسبة لمواقع الرصد والملوثات التي يتم رصدها في كل موقع. ويوضح الشكل رقم (١-٢) خارطة منطقة الهاشمية 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 (١ – ٢): مواقع رصد الملوثات الغازية في منطقة الهاشمية/ الزرقاء

مواقع الرصد	الاحداثيات (UTM)	مصادر التلوث	بُعد واتجاه مصادر التلوث بالنسبة لموقع الرصد	الملوثات التي يتمّ رصدها
مركز التدريب الكهربائي	E: 229084.91 N: 3557059.25	– محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء – 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,NO_x,CO & CO_2
مدرسة أمينة الغفارية	E: 228774.61 N: 3557721.77	– محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء – 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

حديقة الهاشمية	E: 229353.49 N: 3559577.16	– محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء – مصفاة البترول – محطة السمرا لتنقية المياه العادمة – محطة السمرا لتوليد الكهرباء – شركة رام الله لصناعة الحديد والصلب. – الشركة العربية للحديد والصلب	حوالي ٢,٤ كم جنوب. حوالي ٢,٤ كم جنوب غرب. حوالي ٣,٧ كم شرق – شمال شرق. حوالي ١,٣ كم شرق – شمال شرق. حوالي ٣,٩ كم جنوب شرق حوالي ٦ كم جنوب غرب	SO_2 & H_2S



الشكل (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 الجهـاز	الموقع	مواصفات فنية
Sulfur Dioxide Analyzer UV- Fluorescence	رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط بشكل متواصل	مركز التدريب الكهربائي	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
		مدرسة أمينة الغفارية	Measurement range: 0.0004 – 10 ppm Response time:20-120 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 0.415 l/min Working temperature: 10-35 ºC
		حديقة الهاشمية	Measurement range: 0.001 – 10 ppm Response time:60 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 1.0 l/min Working temperature: 15-35 ºC
Nitrogen Oxides (NO, NO_2 & NOx) Analyzer Chemiluminescence	رصد غازات أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x) في الهواء المحيط بشكل متواصل	مركز التدريب الكهربائي	Measurement range: 0.2 – 10 ppm Response time: 120 sec or shorter Measurement units: ppm Sample flow rate: 0.8 l/min Working temperature: 5-40 ºC
Hydrogen Sulfide Analyzer UV-Fluorescence	رصد غاز كبريتيد الهيدروجين في الهواء المحيط بشكل متواصل	حديقة الهاشمية	Measurement range: 0.001 – 10 ppm Response time:60 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 1.0 l/min Working temperature: 15-35 ºC
		مدرسة أمينة الغفارية	Measurement range: 0.0004 – 10 ppm Response time:20-120 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 0.415 l/min Working temperature: 10-35 ºC
Carbon Oxides (CO & CO_2) Analyzer Infrared	رصد غاز أول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الهواء المحيط بشكل متواصل	مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية	Measurement range: 0.05 – 300 ppm Response time: 20-90 sec Measurement unit: ppm Sample flow rate: 1.0 l/min Working temperature: 5-40 ºC
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	-----

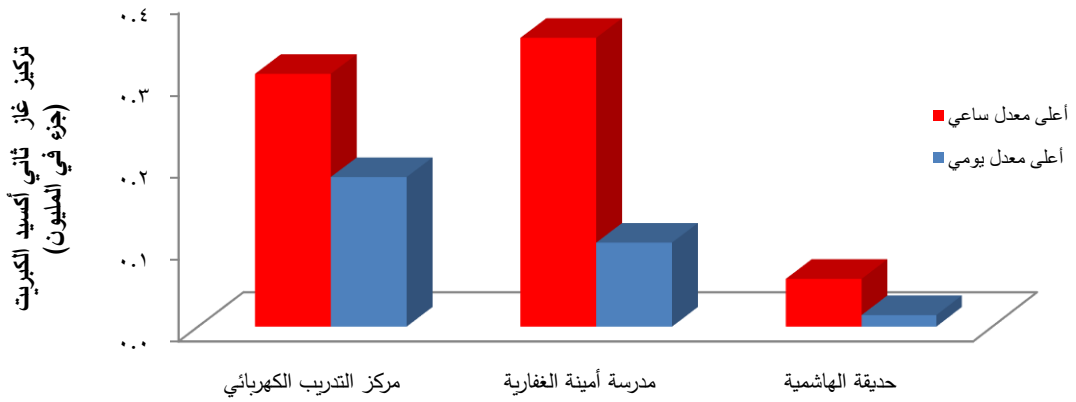
٢. نتائج الدراسة

٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

إن 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 بالإضافة إلى حرق الديزل في مصانع الحديد وصهر المعادن والمركبات.

تم رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في مواقع الرصد الثلاثة وقد أظهرت نتائج الرصد لفترة الدراسة (خلال عام ٢٠٢٠) والمبينة في الشكل رقم (٢-١) أدناه أنه لم يتم تسجل تجاوزات للمعدلات الساعية واليومية في موقع الرصد في حديقة الهاشمية للحدين المنصوص عليهما 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 حين تم تسجيل تجاوزات ساعية في موقعي الرصد في مدرسة أمينة الغفارية ومركز التدريب الكهربائي، وتجاوزات يومية في موقع مركز التدريب الكهربائي.

الشكل (٢-١): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال عام ٢٠٢٠



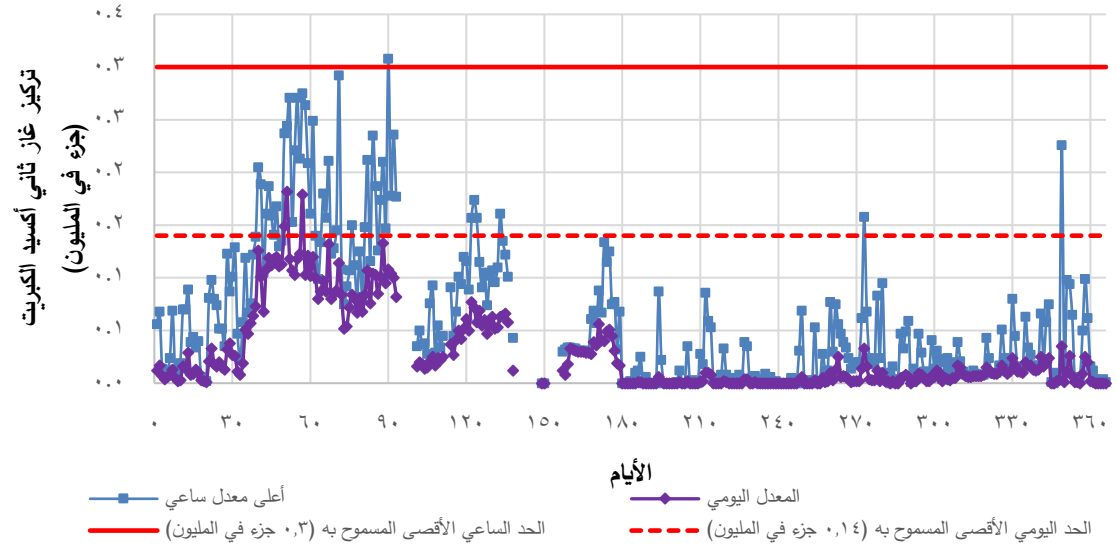
٢-١-١ مركز التدريب الكهربائي

وصل أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد الكبريت في هذا الموقع إلى ٠,٣٠٨ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/٣/٣٠ (الساعة الثانية صباحاً)، وهو التجاوز الساعي الوحيد الذي سُجل خلال كامل فترة الرصد أي ما نسبته ٠,٠١٢% وهو ضمن عدد التجاوزات الساعية المسموح بها في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغ ٣ مرات في السنة. فيما تم تسجيل ٣ تجاوزات للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية أي ما نسبته ٠,٨٦٢% وبلغ أعلى معدل يومي ٠,١٨٢ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/٢/٢٠ (الأشكال رقم ((٢-٢) و (٢-٣) و (٢-٤)).

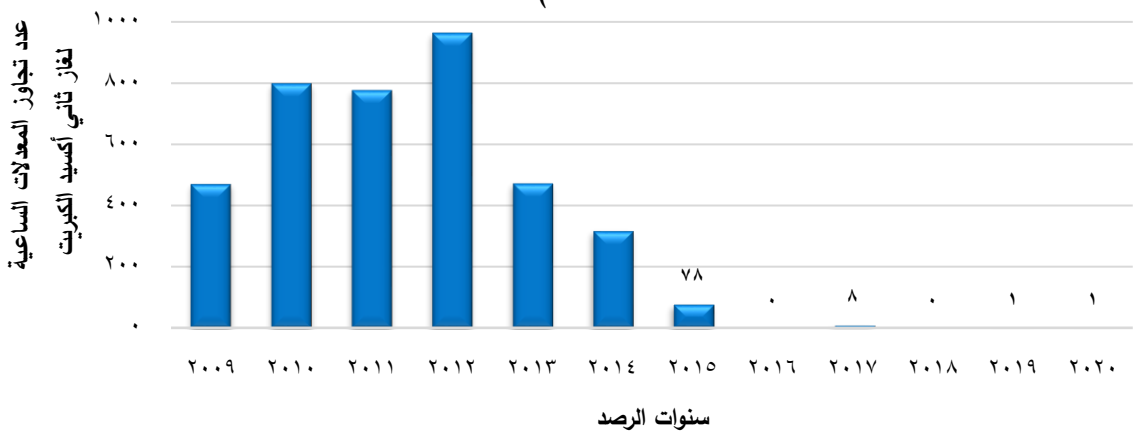
سُجلت أعلى تراكيز لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهر شباط وآذار ٢٠٢٠. وبلغت المعدلات الشهرية خلال هذين الشهرين ٠,٠٩٨ جزء في المليون و٠,٠٩١ جزء في المليون، على التوالي. حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهري نيسان وأيار ٢٠٢٠ بسبب انقطاع التيار الكهربائي. لذلك لم تُحتسب المعدلات الشهرية لهذين الشهرين حيث تجاوزت نسبة انقطاع الرصد ٢٥% .

وبلغ المعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٠٢٨ جزء في المليون وكان ضمن الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ٠,٠٤ جزء في المليون، (الشكل رقم (٢-٦)).

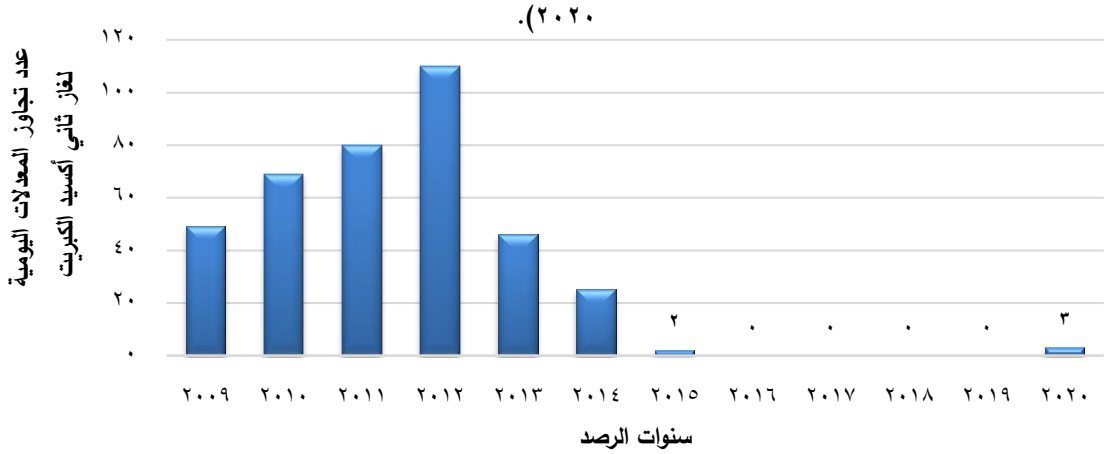
الشكل (٢-٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠.



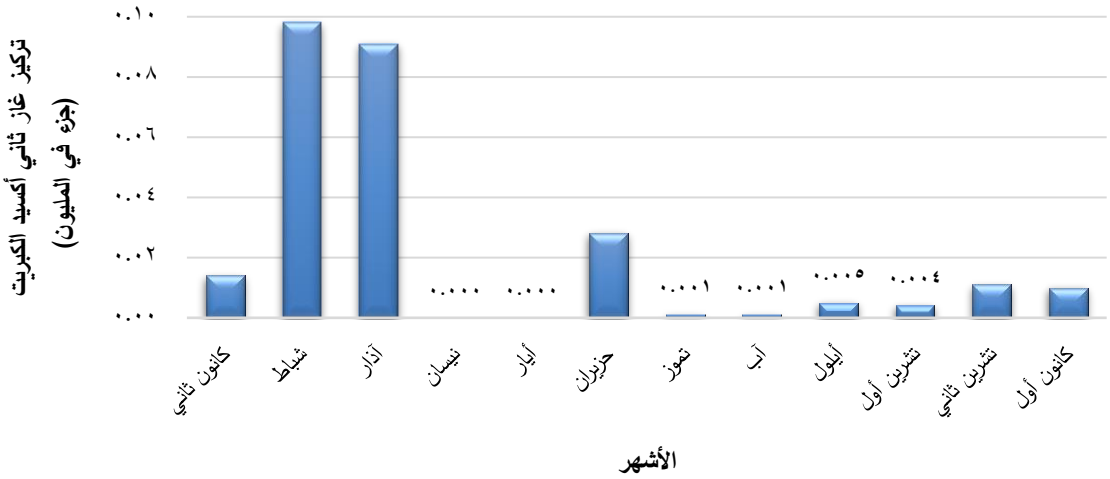
الشكل (٢-٣): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩-٢٠٢٠).



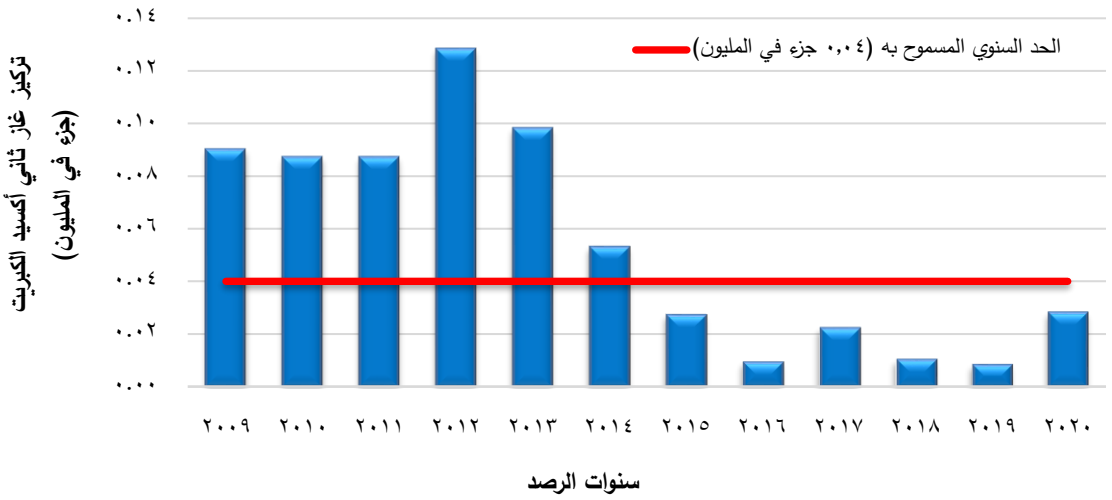
الشكل (٢-٤): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩-٢٠٢٠).



الشكل (٢-٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٢-٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠)



٢-١-٢ مدرسة أمينة الغفارية[١]

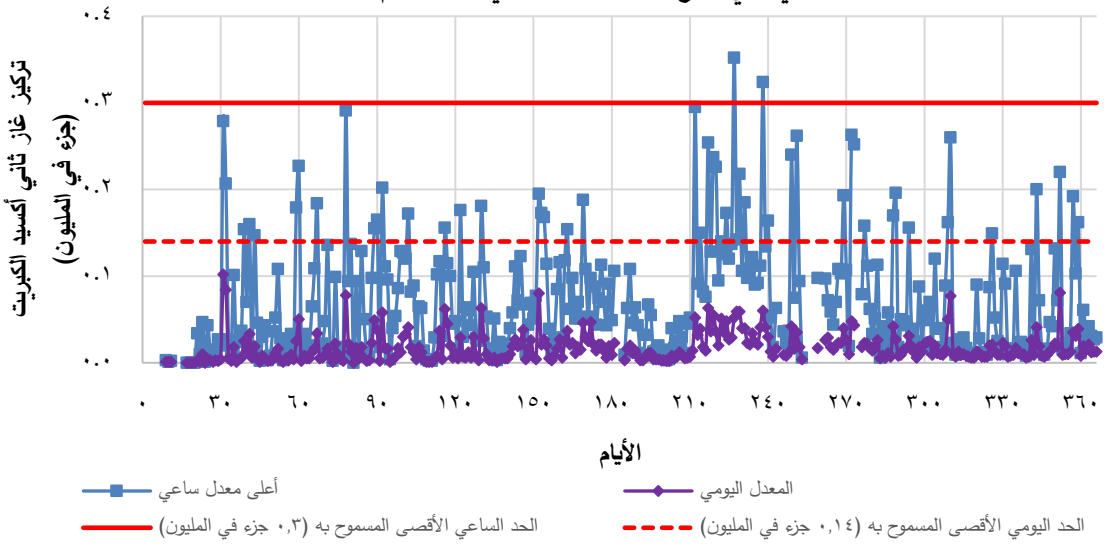
وصل أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد الكبريت في هذا الموقع إلى ٠,٣٥٢ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/٨/١٤ (الساعة العاشرة مساءً)، وعلى الرغم من تسجيل تجاوزين للحد الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية أي ما نسبته ٠,٠٢٤% إلا أن عدد التجاوزات الساعية كانت ضمن العدد المسموح به في القاعدة الفنية الأردنية والبالغ ٣ تجاوزات في السنة. ووصل أعلى معدل يومي إلى ٠,١٠٢ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/١/٣١ (الأشكال رقم ((٢-٧) و(٢-٨) و(٢-٩)).

سجلت أعلى تراكيز لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مدرسة أمينة الغفارية خلال شهر آب ٢٠٢٠، فقد بلغ المعدل الشهري خلال هذا الشهر ٠,٠٣٥ جزء في المليون، حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهري كانون ثاني وأيلول ٢٠٢٠ بسبب انقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية خلال هذين الشهرين حيث تجاوزت نسبة انقطاع الرصد ٢٥% (الشكل رقم (٢-١٠)).

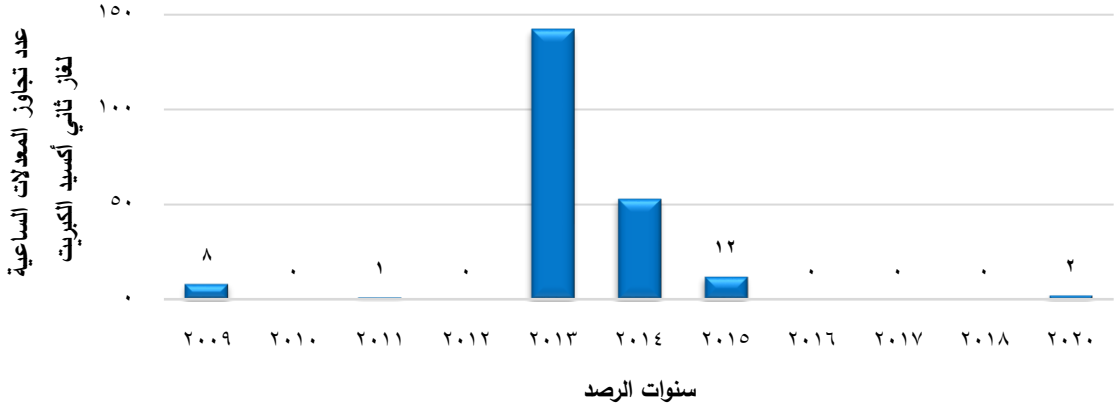
وبلغ المعدل السنوي لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٠١٧ جزء في المليون ولم يتجاوز هذا المعدل الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ٠,٠٤ جزء في المليون (الشكل رقم (٢-١١)).

[١] تم الرصد في مدرسة ابن الأنباري الملاصقة لمدرسة أمينة الغفارية للفترة ما بين (٢٠٠٩ - ٢٠١٤)، لم يتم رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل موقع الرصد.

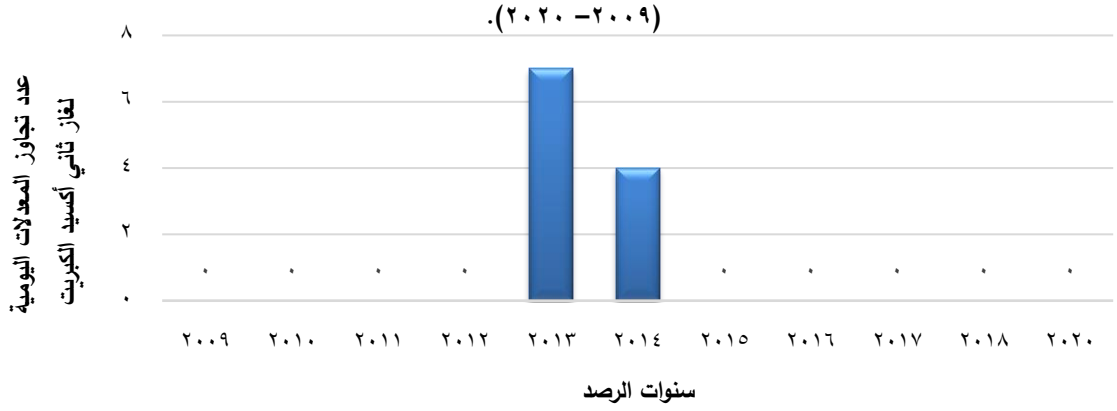
الشكل (٢-٧): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠.



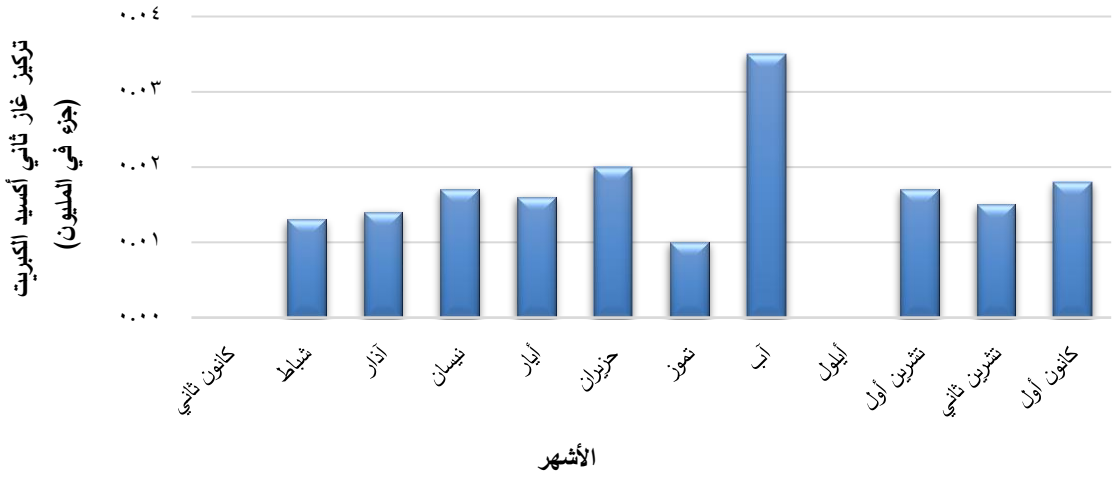
الشكل (٢-٨): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



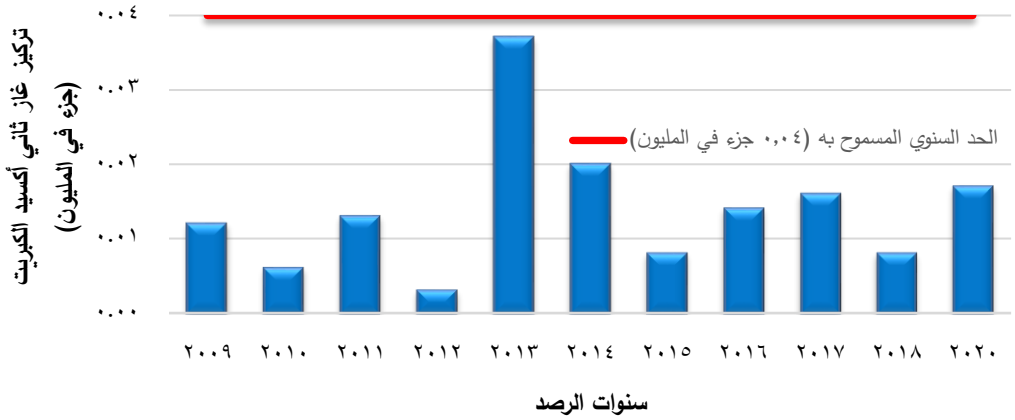
الشكل (٢-٩): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



الشكل (٢-١٠): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٢-١١): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



٢-١-٣ حديقة الهاشمية[٢]

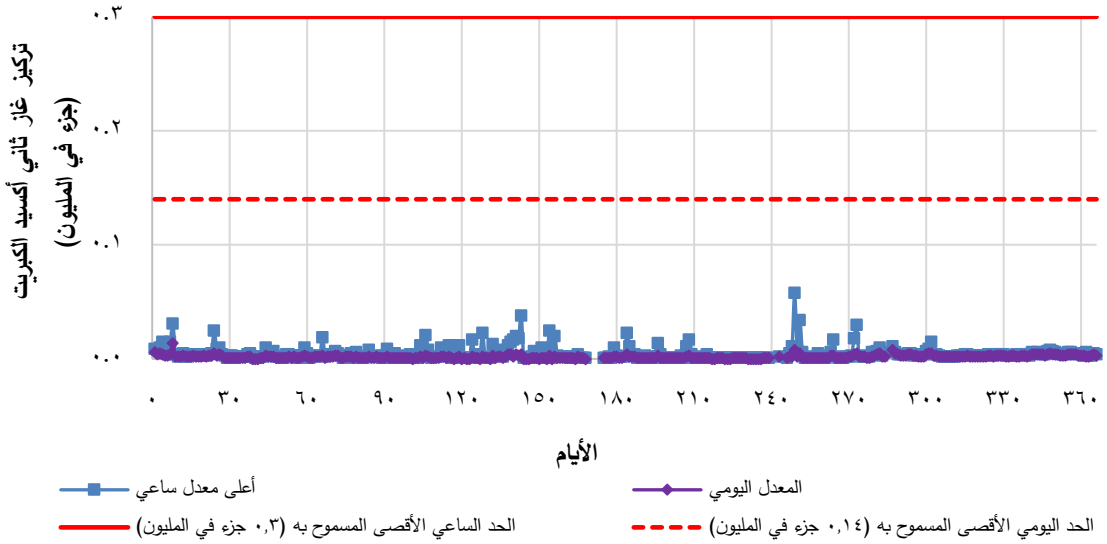
كانت تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في حديقة الهاشمية منخفضة مقارنةً مع مواقع الرصد الأخرى وكانت ضمن الحدين الساعي واليومي المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغان ٠,٣٠٠ جزء في المليون للحد الساعي و٠,١٤٠ جزء في المليون للحد اليومي، فقد بلغ أعلى معدل ساعي ٠,٠٥٨ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/٩/٥ (الساعة الحادية عشر صباحاً)، في حين بلغ أعلى معدل يومي ٠,٠١٤ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/١/٨ (الأشكال رقم ((٢-١٢) و (٢-١٣) و (٢-١٤)).

[٢] تم الرصد في مدرسة أم شريك القريبة من حديقة الهاشمية للفترة ما بين (٢٠٠٩ – ٢٠١٨) ولم يتم رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل موقع الرصد.

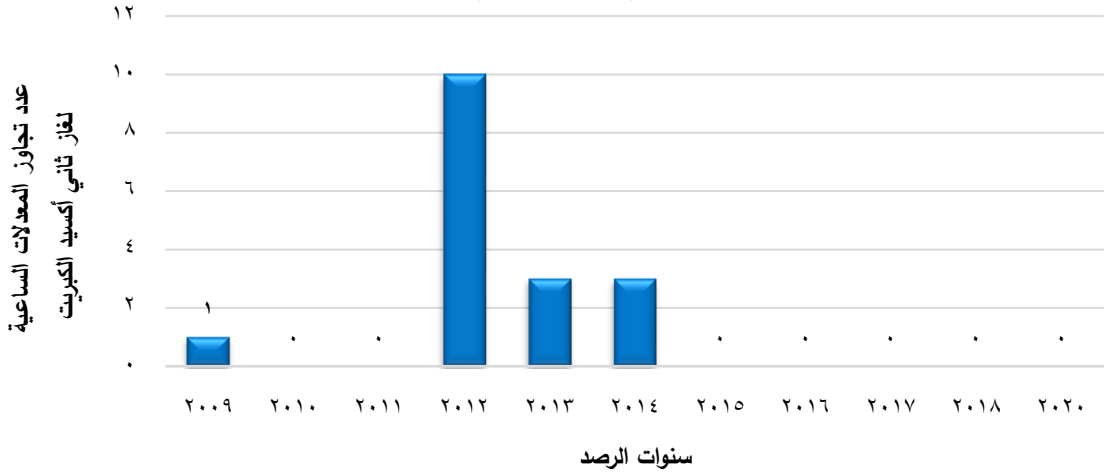
يلاحظ من الشكل رقم (٢-١٥) بأن المعدلات الشهرية كانت منخفضة ومتقاربة خلال جميع الأشهر وتراوحت بين ٠,٠٠١ جزء في المليون و٠,٠٠٣ جزء في المليون.

بلغ المعدل السنوي خلال فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٠٠٢ جزء في المليون ولم يتجاوز هذا المعدل الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ٠,٠٤ جزء في المليون (الشكل رقم ((٢-١٦)).

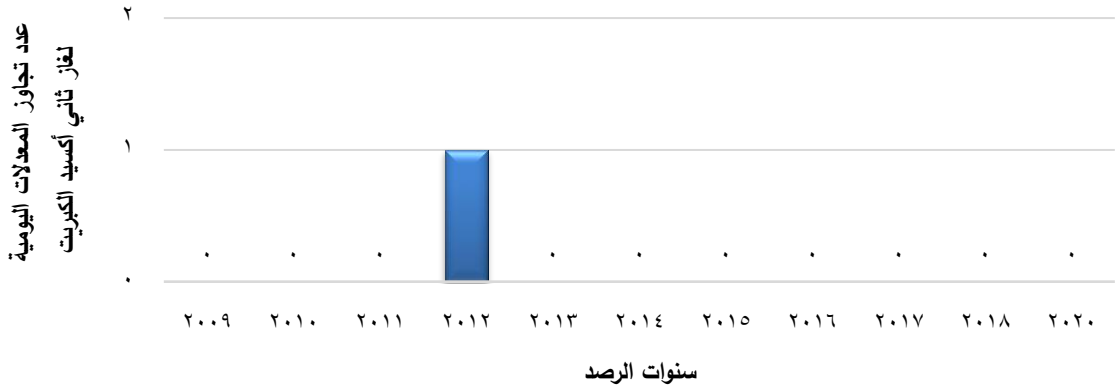
الشكل (٢-١٢): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠.



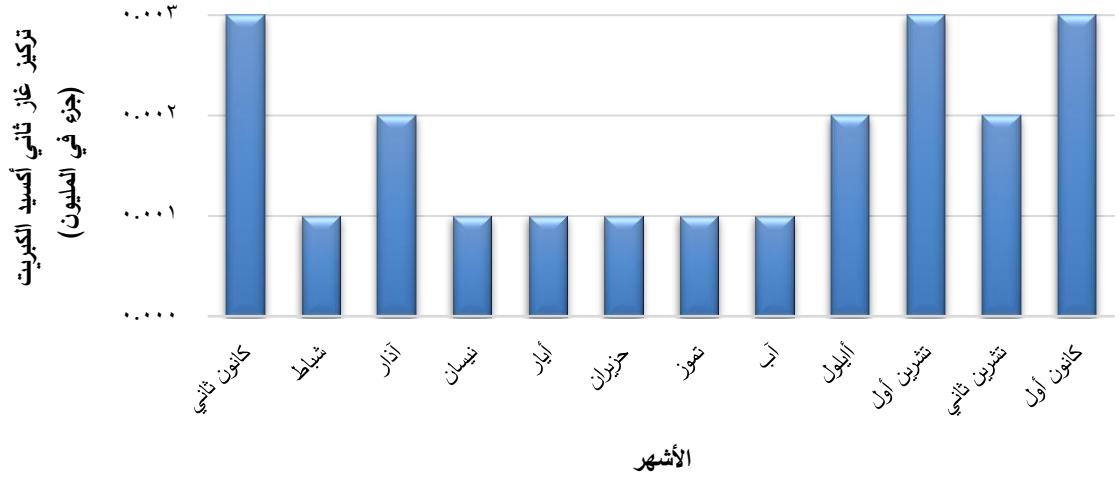
الشكل (٢-١٣): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩ –٢٠٢٠).



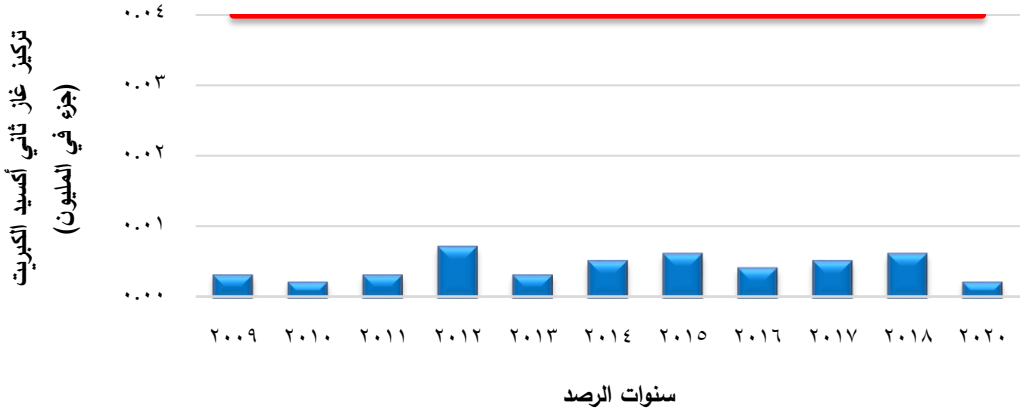
الشكل (٢-١٤): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



الشكل (٢-١٥): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠



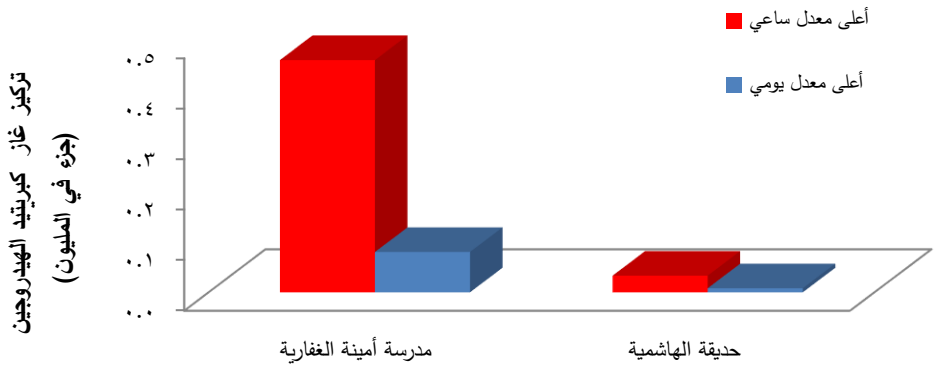
الشكل (٢-١٦): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



٢-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

تم رصد غاز كبريتيد الهيدروجين في موقعي الرصد في مدرسة أمينة الغفارية وحديقة الهاشمية خلال عام ٢٠٢٠. فكما هو مبين في الشكل (٢-١٧) أدناه أن أعلى المعدلات الساعية واليومية سُجلت في موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية وتجاوزت الحدين الساعي واليومي المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

الشكل (٢-١٧): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠٢٠



٢-٢-١ مدرسة أمينة الغفارية[٣]

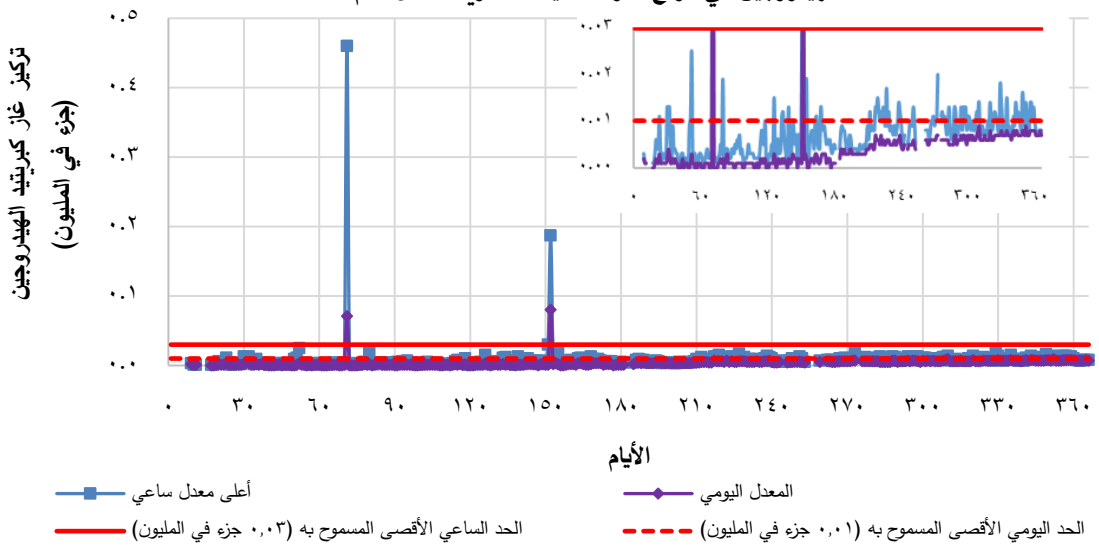
وصل أعلى معدل ساعي إلى ٠,٤٦٠ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/٣/١١ (الساعة الثانية عشر ظهراً)، ووصل عدد التجاوزات لحد المعدل الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية إلى ١٦ تجاوزاً وبنسبة ٠,١٩٣%. فيما بلغ أعلى معدل يومي ٠,٠٨٠ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/٥/٣١ وسُجل تجاوزان للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية أي ما نسبته ٠,٥٦٣% (الأشكال رقم ((٢-١٨) و(٢-١٩) و(٢-٢٠)).

كانت المعدلات الشهرية لغاز كبريتيد الهيدروجين متقاربة خلال جميع الأشهر وتراوحت بين ٠,٠٠١ جزء في المليون و٠,٠٠٧ جزء في المليون، سُجلت أعلى المعدلات الشهرية خلال شهري تشرين ثاني وكانون أول ٢٠٢٠. حدث انقطاع في رصد غاز كبريتيد الهيدروجين خلال شهري كانون ثاني و أيلول ٢٠٢٠ بسبب انقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية خلال هذين الشهرين حيث تجاوزت نسبة انقطاع الرصد ٢٥% (الشكل رقم (٢-٢١)).

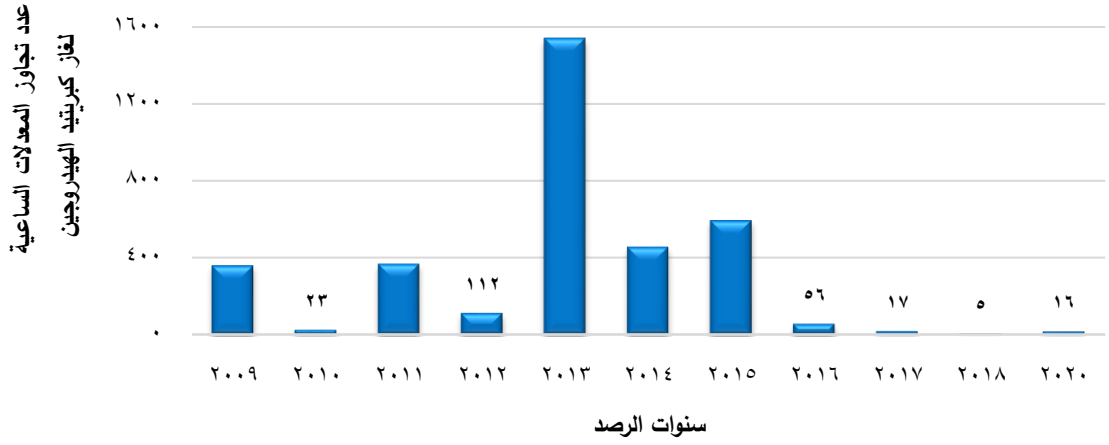
وبلغ المعدل السنوي لغاز كبريتيد الهيدروجين فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٠٠٤ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٢٢).

[٣] تم الرصد في مدرسة ابن الأنباري الملاصقة لمدرسة أمينة الغفارية للفترة ما بين (٢٠٠٩ – ٢٠١٤)، لم يتم رصد غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل موقع الرصد.

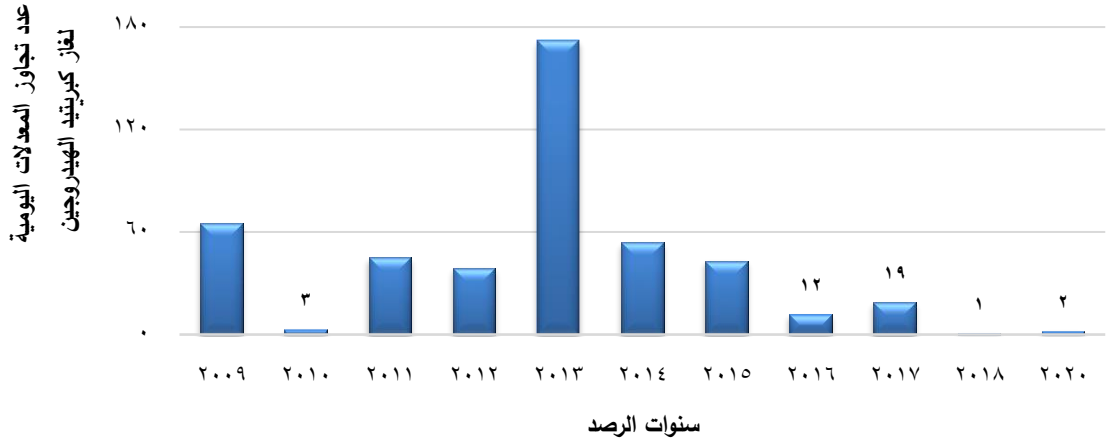
الشكل رقم (٢-١٨): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠.



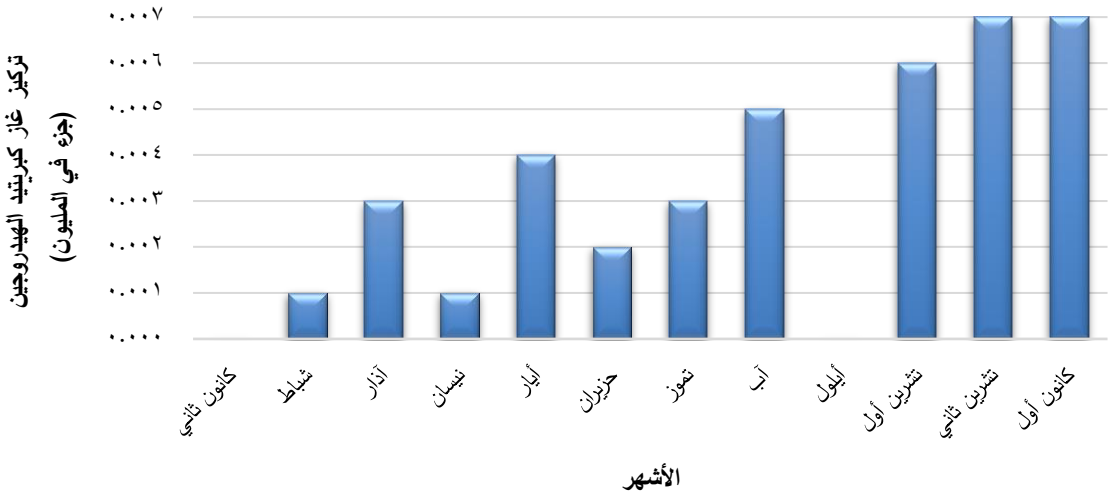
الشكل (٢-١٩): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



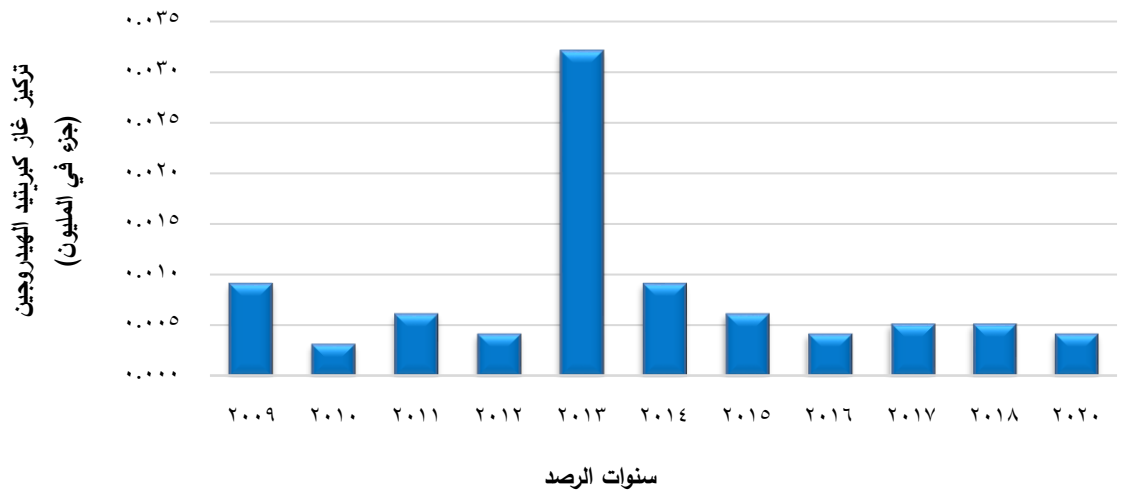
الشكل (٢-٢٠): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



الشكل (٢-٢١): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٢-٢٢): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠)



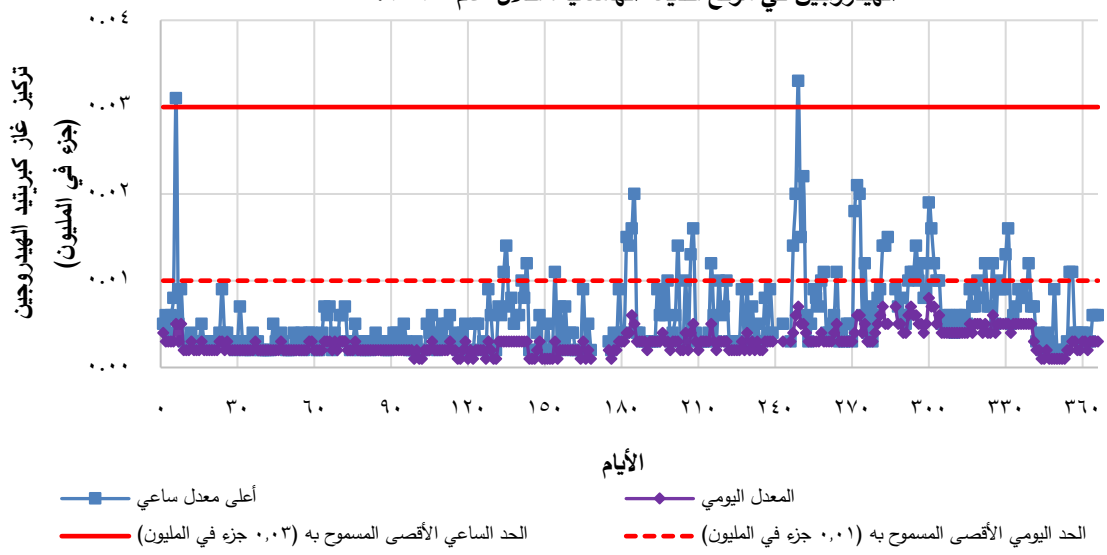
٢-٢-٢ حديقة الهاشمية[٤]

وصل أعلى معدل ساعي إلى ٠,٠٣٣ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/٩/٥ (الساعة الحادية عشر صباحاً)، وسُجل تجاوزان لحد المعدل الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط بما نسبته ٠,٠٢٤% وكان ضمن العدد المسموح به للتجاوزات الساعية والبالغ ٣ مرات في السنة. وبلغ أعلى معدل يومي ٠,٠٠٨ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/١٠/٢٦ ولم يسجل أي تجاوز لحد المعدل اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط (الأشكال رقم ((٢-٢٣) و (٢-٢٤) و (٢-٢٥)).

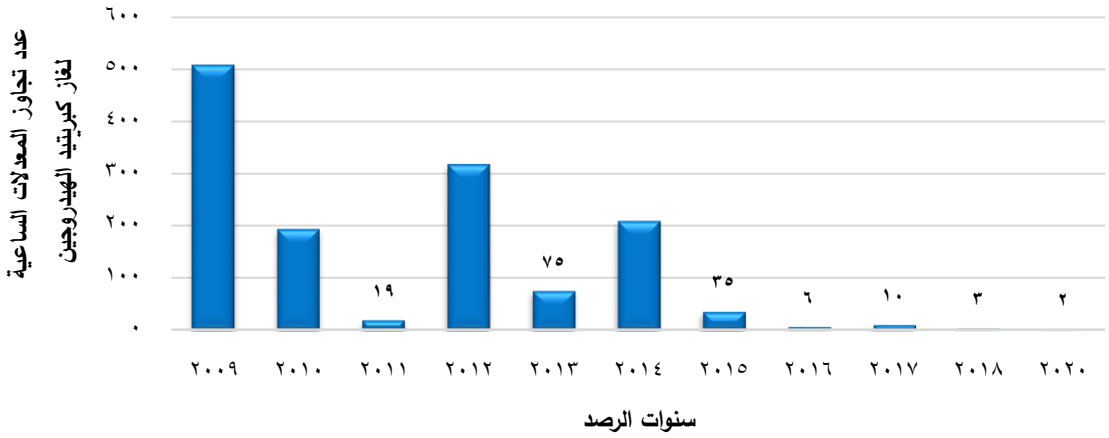
تراوحت المعدلات الشهرية لغاز كبريتيد الهيدروجين في هذا الموقع وتراوحت بين ٠,٠٠٢ جزء في المليون و٠,٠٠٥ جزء في المليون (الشكل رقم ٢-٢٦). وبلغ المعدل السنوي لغاز كبريتيد الهيدروجين خلال فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٠٠٣ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٢٧) .

[٤] تم الرصد في مدرسة أم شريك القريبة من حديقة الهاشمية للفترة ما بين (٢٠٠٩ – ٢٠١٨) ولم يتم رصد غاز كبريتيد الهيدروجين خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل موقع الرصد.

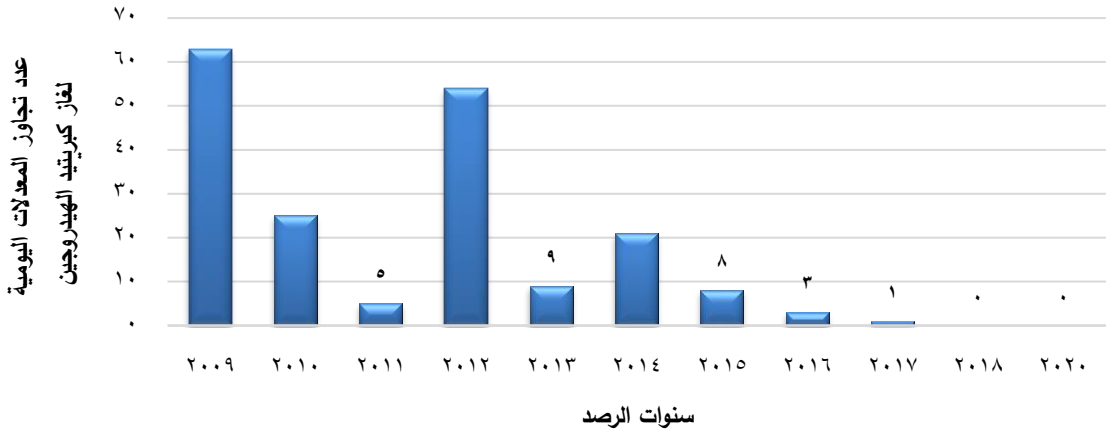
الشكل رقم (٢-٢٣): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠.



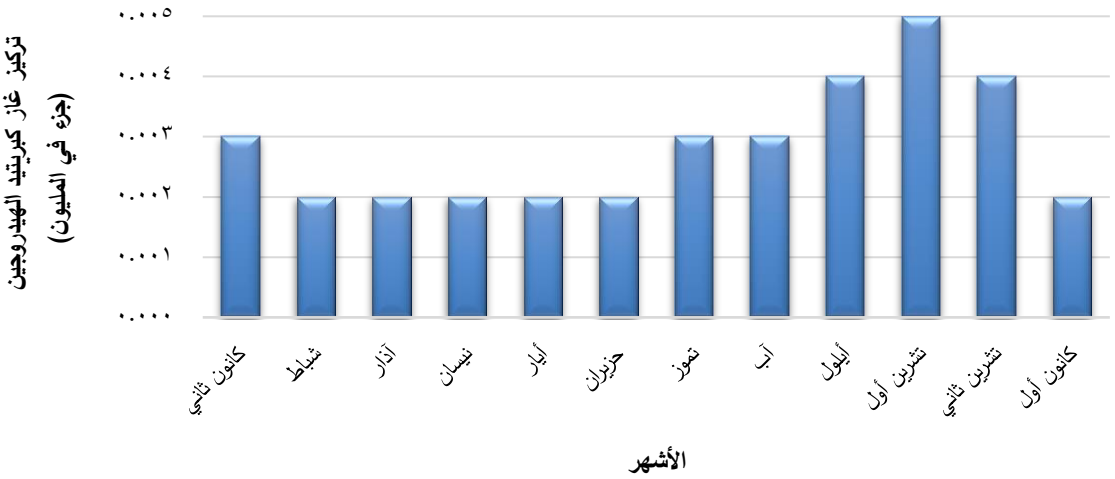
الشكل (٢-٢٤): عدد تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



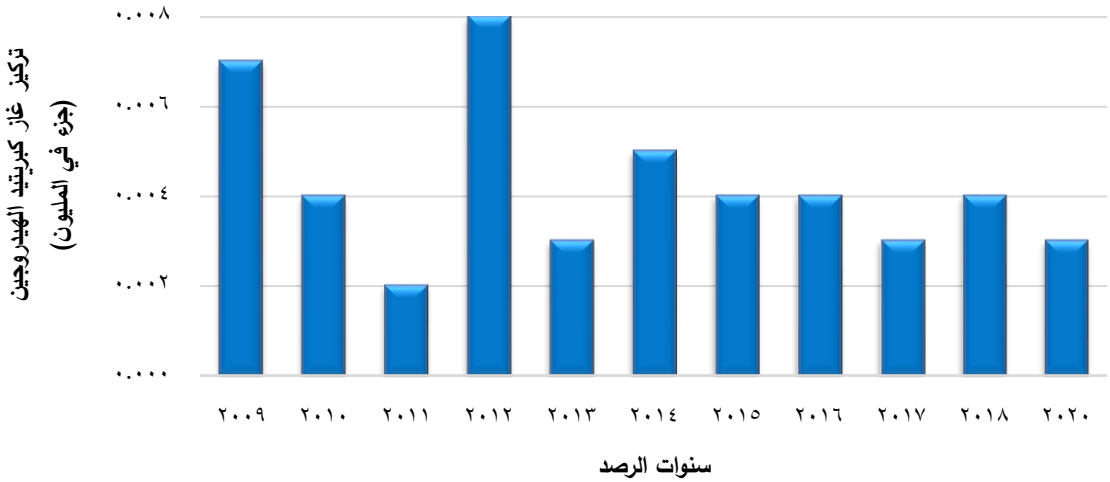
الشكل (٢-٢٥): عدد تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



الشكل (٢-٢٦): المعدلات الشهرية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع حديقة الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٢-٢٧): المعدلات السنوية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع حديقة الهاشمية/مدرسة أم شريك، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠)



٢-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NO_x) [٥]

المصادر الرئيسة لانبعاث غازات أكاسيد النيتروجين في منطقة الهاشمية هي مصفاة البترول ومحطة الزرقاء لتوليد الكهرباء ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء نتيجة لحرق الوقود عند درجات حرارة عالية بالإضافة إلى مصانع الحديد وصهر المعدن والمركبات.

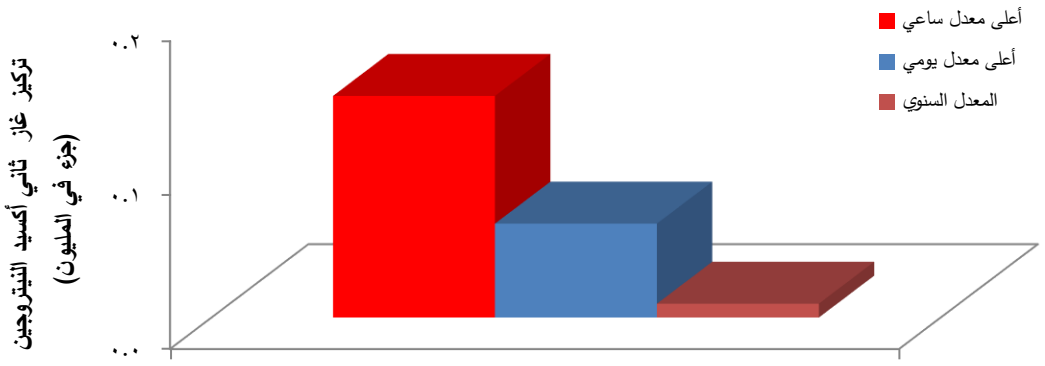
تم رصد غازات (NO, NO_2 & NO_x) في مركز التدريب الكهربائي وقد أظهرت نتائج الرصد لسنة ٢٠٢٠ أن مستويات غاز ثاني أكسيد النيتروجين كانت متدنية وضمن الحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠. بلغ أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين ٠,١٤٤ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/١٠/٢٧ (الساعة التاسعة مساءً) في حين بلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين ٠,٠٦١ جزء في المليون والذي سُجل بتاريخ ٢٧/ ١٠/ ٢٠٢٠ (الأشكال رقم ((٢-٢٨) و (٢-٢٩) و(٢-٣٠)).

وبلغ أعلى معدل شهري لغاز ثاني أكسيد النيتروجين في هذا الموقع ٠,٠٢ جزء في المليون والذي سُجل خلال شهر تشرين أول ٢٠٢٠. وحدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال الأشهر نيسان وأيار وأيلول ٢٠٢٠ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية خلال هذه الأشهر حيث تجاوزت نسبة انقطاع الرصد ٢٥% (الشكل رقم (٢-٣١)).

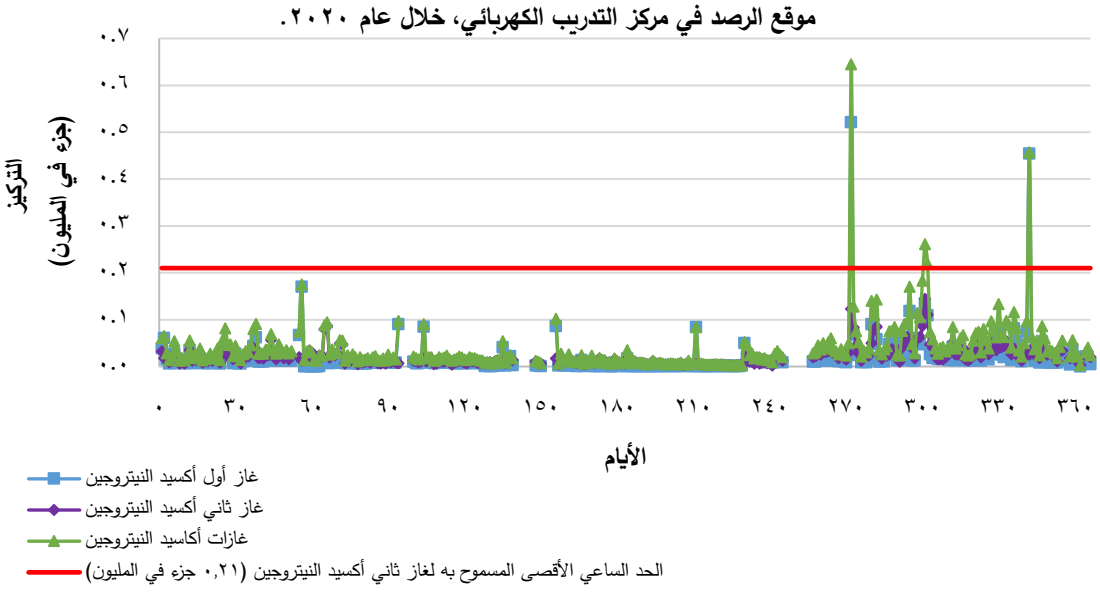
وبلغ المعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين خلال فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٠٠٩ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٣٢).

[٥] لم يتم رصد غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال الأعوام ٢٠١٤ و٢٠١٧ و٢٠١٩ بسبب عطل فني في الجهاز

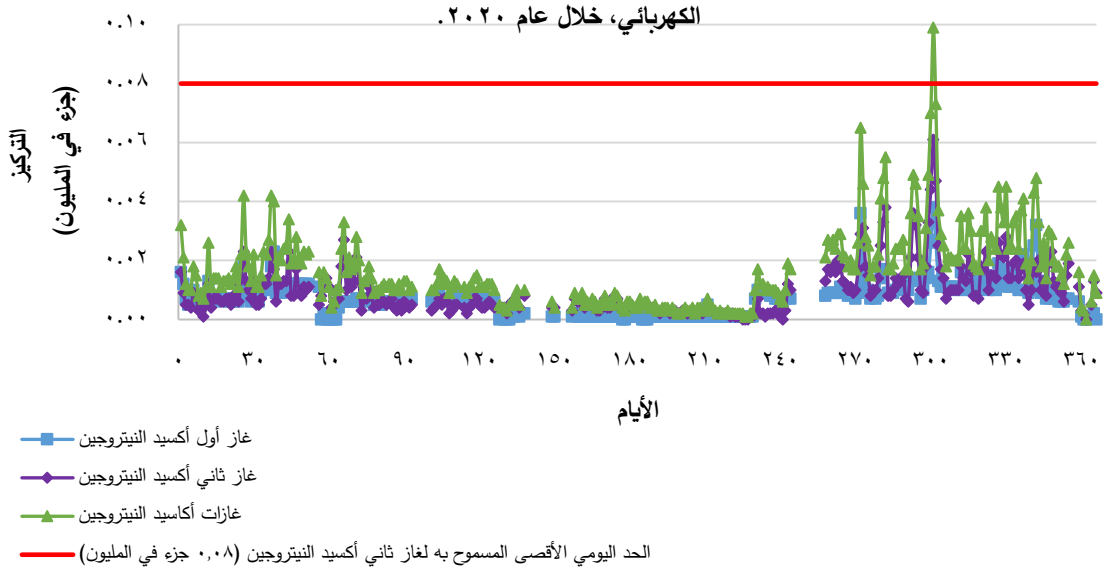
الشكل (٢-٢٨): أعلى المعدلات الساعية واليومية والمعدل السنوي لغاز ثاني أكسيد النيتروجين المسجلة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠



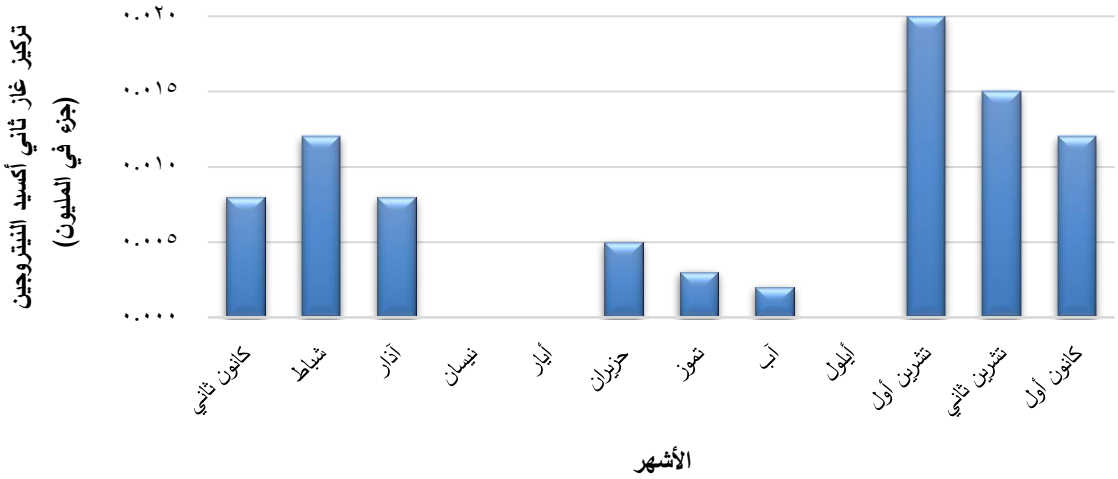
الشكل (٢-٢٩): المعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتراكيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠.



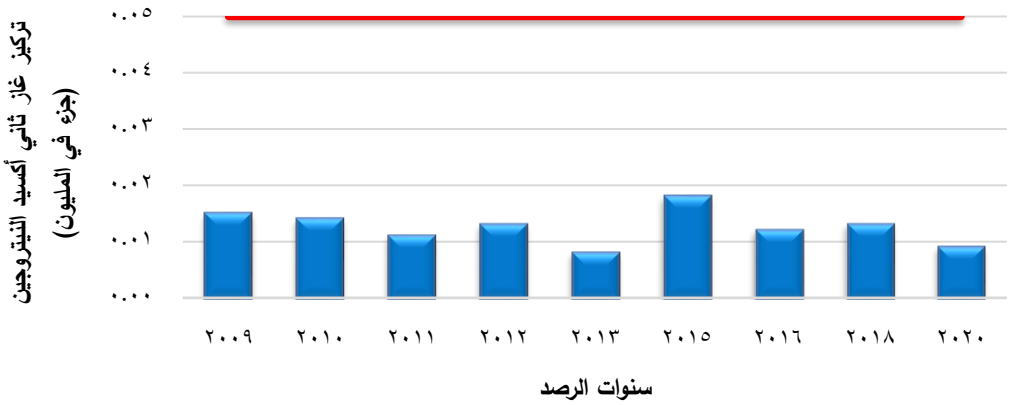
الشكل (٢-٣٠): المعدلات اليوميّة لتركيز غازات أكاسيد النيتروجين في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠.



الشكل (٢-٣١): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠



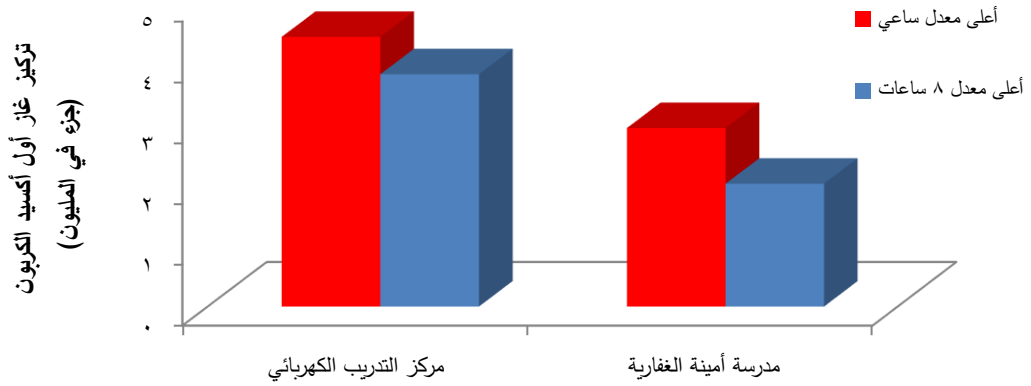
الشكل (٢-٣٢): المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠).



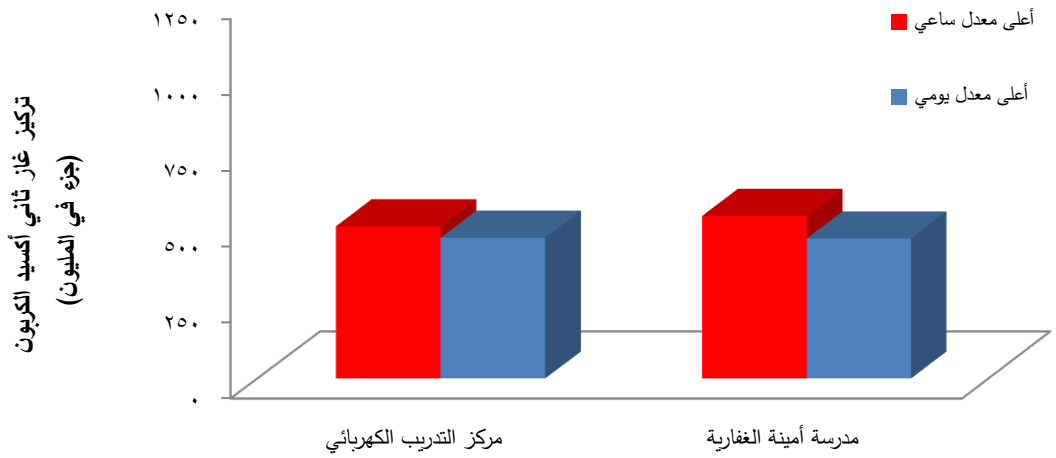
٢-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)

المصادر الرئيسة لانبعاث غازات أكاسيد الكربون في منطقة الهاشمية هي مصفاة البترول ومحطة الزرقاء ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء بالإضافة إلى مصانع الحديد وصهر المعادن والمركبات، 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 خلال عام ٢٠٢٠. يبين الشكلان (٢-٣٣) و(٢-٣٤) 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 (٢-٣٣): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية وأعلى معدل ٨ ساعات لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال عام ٢٠٢٠.



الشكل رقم (٢-٣٤): مقارنة بين أعلى المعدلات الساعية واليومية لغاز ثاني أكسيد الكربون في موقعي الرصد خلال عام ٢٠٢٠



٢-٤-١ مركز التدريب الكهربائي[٦]

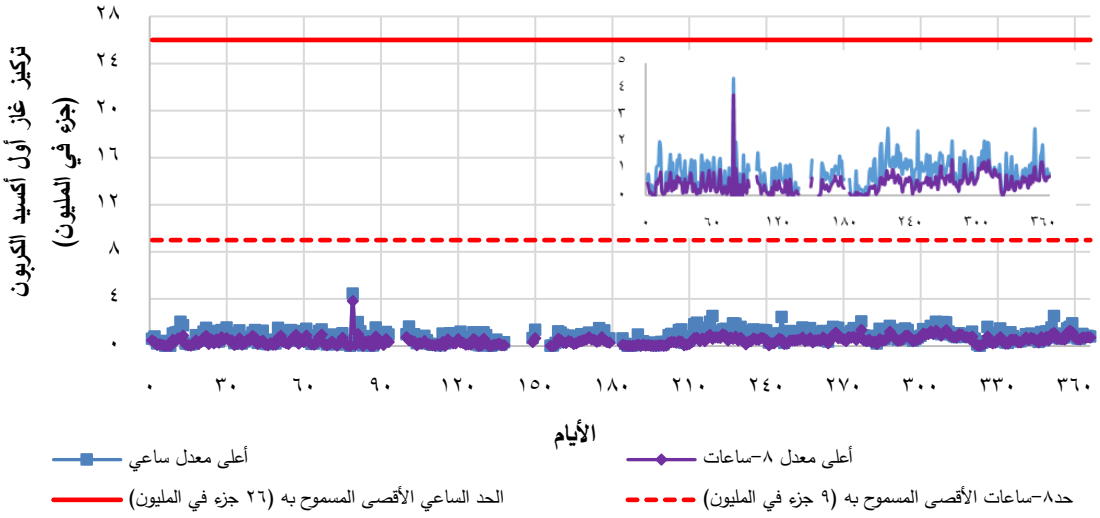
بلغ أعلى معدل ساعي لغاز أول أكسيد الكربون ٤,٤٣ جزء في المليون بتاريخ ٢٠٢٠/٣/١٩ (الساعة السابعة مساءً) وبلغ أعلى معدل ٨-ساعات ٣,٨٢ جزء في المليون والذي سُجل بتاريخ ٢٠٢٠/٣/١٩ (الشكل رقم (٢-٣٥)). وكانت تراكيز غاز أول أكسيد الكربون ضمن الحد الساعي وحد الـ٨-ساعات المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغان ٢٦ جزء في المليون للحد الساعي و٩ جزء في المليون لحد ٨-ساعات. وبلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد الكربون ٤٦٦ جزء في المليون والذي سُجل بتاريخ ٢٠٢٠/٦/٢٣.

سُجل أعلى معدل شهري لغاز أول أكسيد الكربون خلال شهر تشرين أول ٢٠٢٠ حيث بلغ ٠,٥٥٢ جزء في المليون. حدث انقطاع في الرصد لعدة أيام خلال شهري نيسان وأيار ٢٠٢٠ بسبب انقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية لغاز أول أكسيد الكربون خلال هذين الشهرين حيث تجاوزت نسبة انقطاع الرصد ٢٥% (الشكل (٢-٣٦)).

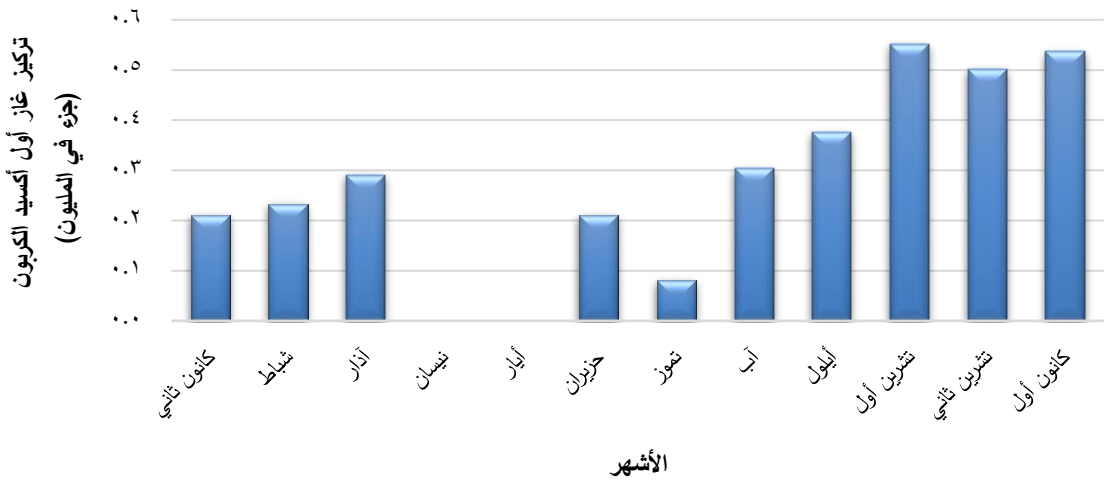
وبلغ المعدل السنوي لغاز أول أكسيد الكربون خلال فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٣١١ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل (٢-٣٧).

[٦] لم يتم رصد غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩ بسبب عطل فني في الجهاز

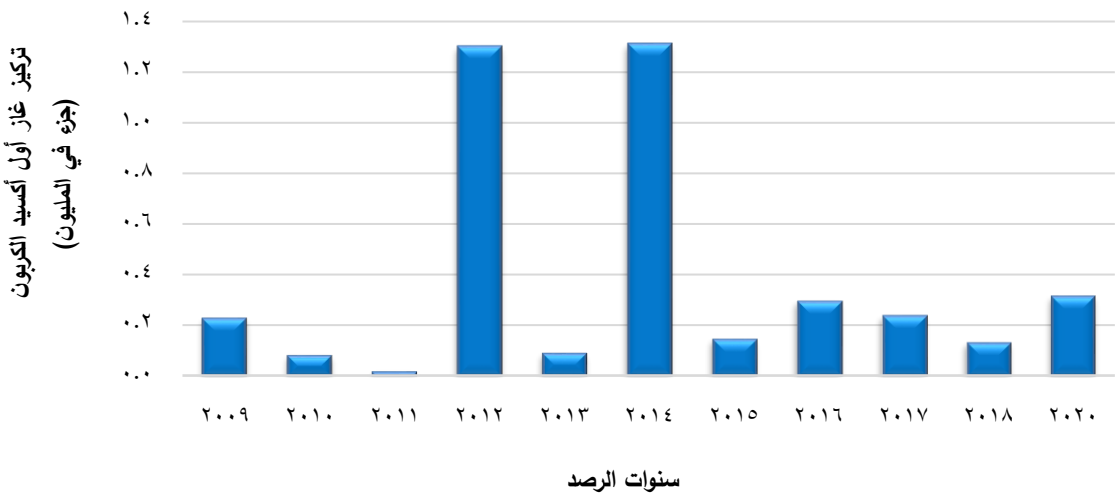
الشكل رقم (٢-٣٥): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠.



الشكل (٢-٣٦): المعدلات الشهرية لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٢-٣٧): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠)



٢-٤-٢ مدرسة أمينة الغفارية[٧]

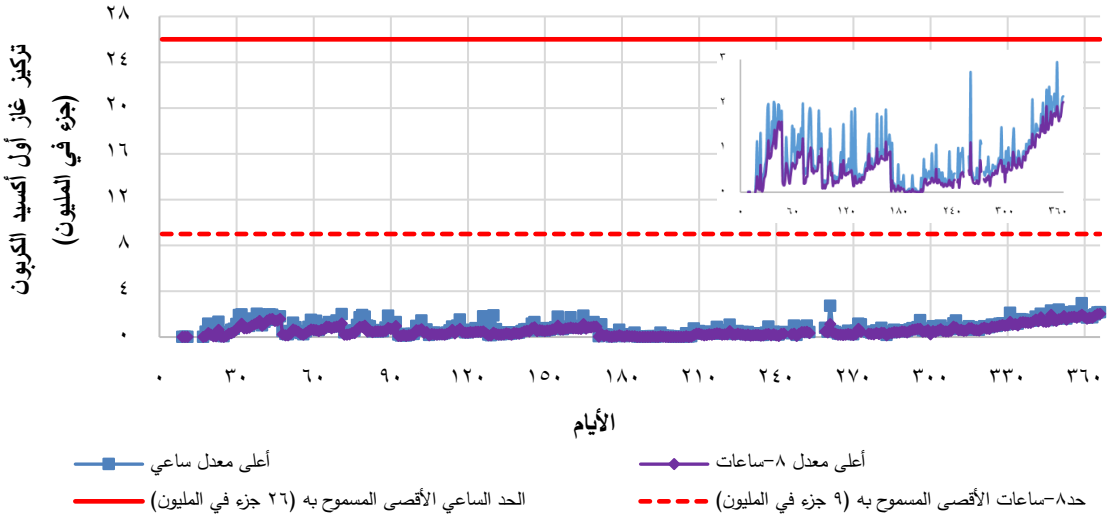
بلغ أعلى معدل ساعي لغاز أول أكسيد الكربون ٢,٩٤ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠٢٠/١٢/٢٤ (الساعة الواحدة صباحاً) وبلغ أعلى معدل ٨-ساعات ٢,٠٢ جزء في المليون الذي سُجل بتاريخ ٢٠٢٠/١٢/٣١. وكانت تراكيز غاز أول أكسيد الكربون ضمن الحد الساعي وحد ٨- ساعات المنصوص عليهما في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠ والبالغان ٢٦ جزء في المليون للحد الساعي و٩ جزء في المليون لحد ٨-ساعات (الشكل رقم (٢-٣٨)). وبلغ أعلى معدل يومي لغاز ثاني أكسيد الكربون ٤٦٤ جزء في المليون والذي سُجل بتاريخ ٢٠٢٠/١١/٧.

سُجل أعلى معدل شهري لغاز أول أكسيد الكربون خلال شهر كانون أول ٢٠٢٠ حيث بلغ ١,٤٧ جزء في المليون (الشكل رقم (٢-٣٩)). حدث انقطاع في الرصد لعدة أيام خلال شهري كانون ثاني وأيلول ٢٠٢٠ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم احتساب المعدلات الشهرية لغاز أول أكسيد الكربون خلال هذين الشهرين حيث تجاوزت نسبة انقطاع الرصد ٢٥%.

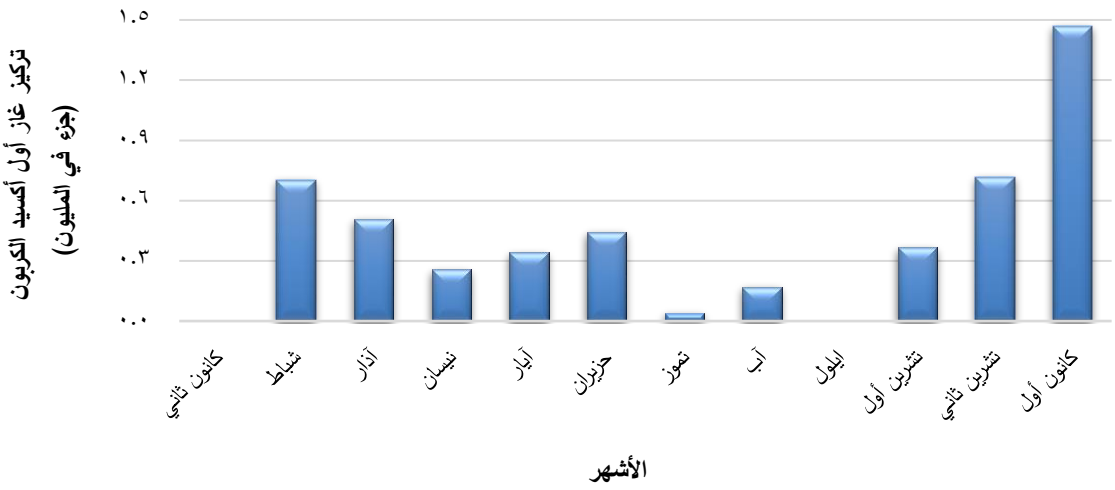
وبلغ المعدل السنوي لغاز أول أكسيد الكربون خلال فترة الرصد (٢٠٢٠/١/١ – ٢٠٢٠/١٢/٣١) ٠,٤٦٣ جزء في المليون كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٤٠).

[٧] تم الرصد في مدرسة ابن الأنباري الملاصقة لمدرسة أمينة الغفارية للفترة ما بين (٢٠٠٩ – ٢٠١٤)، لم يتم رصد غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل موقع الرصد.

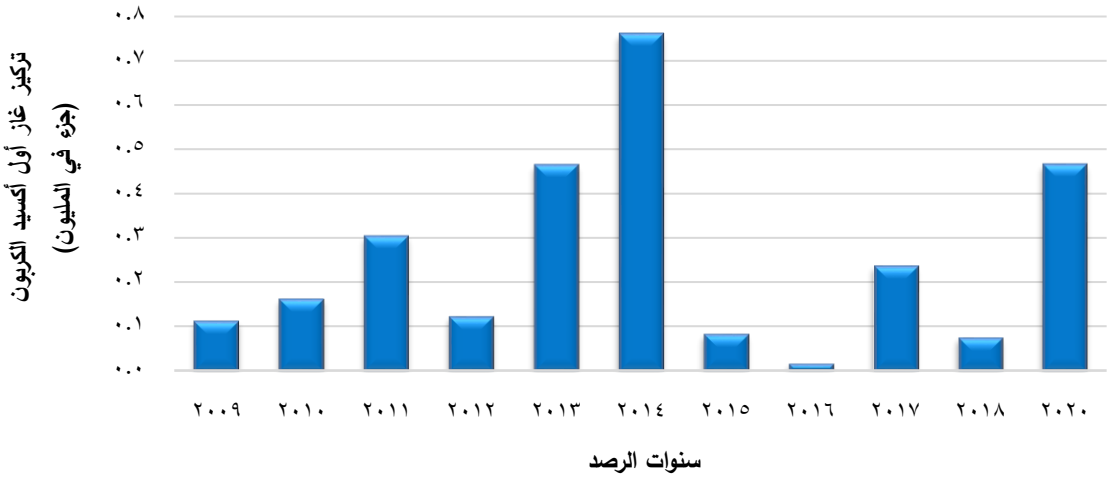
الشكل (٢-٣٨): المعدلات الساعية ومعدل ٨-ساعات القصوى المسجلة يومياً لغاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠.



الشكل (٢-٣٩): المعدلات الشهرية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠



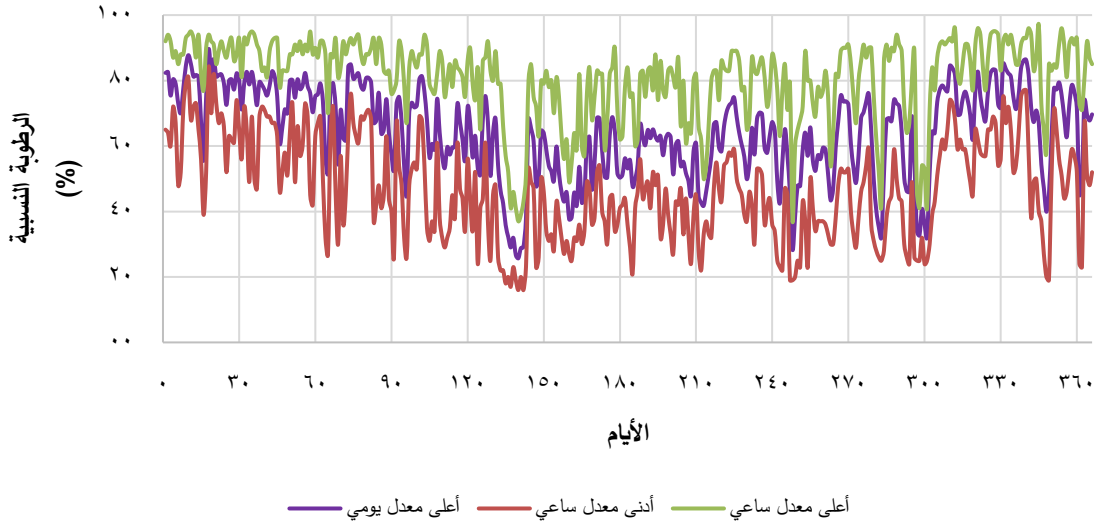
الشكل (٢-٤٠): المعدلات السنوية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع مدرسة أمينة الغفارية/مدرسة ابن الانباري، (٢٠٠٩- ٢٠٢٠)



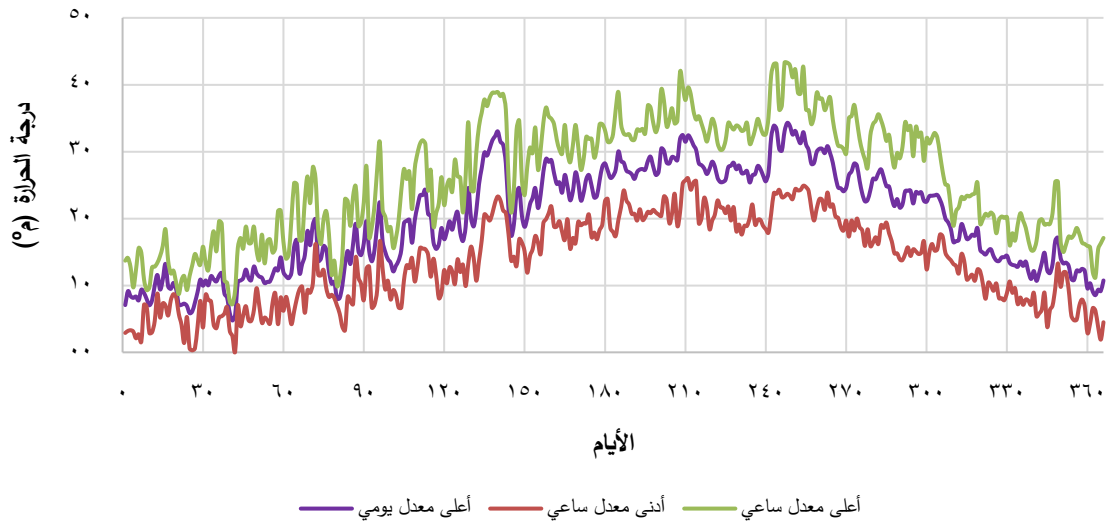
٢-٥ درجة الحرارة والرطوبة النسبية

تم رصد درجة الحرارة والرطوبة النسبية في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠، وتظهر الأشكال (٢-٤١ و ٢-٤٢) المعدلات اليومية وأعلى وأدنى المعدلات الساعية في موقع الرصد.

الشكل (٢-٤١): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي للرطوبة النسبية في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠



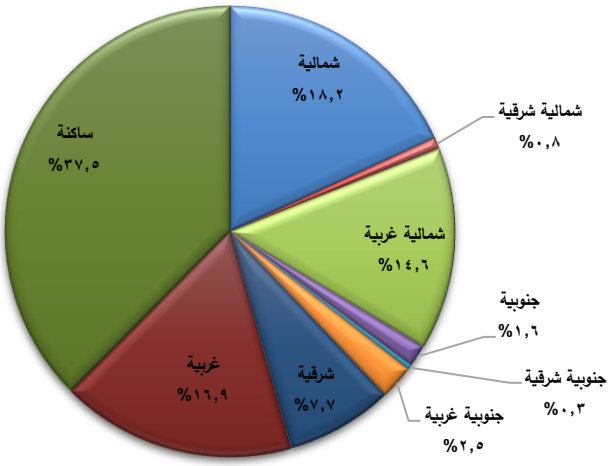
الشكل (٢-٤٢): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي لدرجة الحرارة في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠



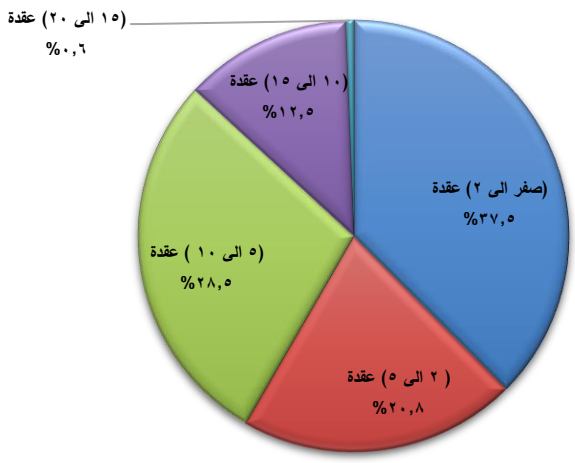
٢-٦ سرعة واتجاه الرياح

تم رصد سرعة واتجاه الرياح في موقع مركز التدريب الكهربائي، وتظهر الأشكال (٢-٤٣ و ٢-٤٤) توزيع اتجاه وسرعة الرياح خلال عام ٢٠٢٠. بينت نتائج الرصد أن الرياح الساكنة هي الرياح السائدة في منطقة الهاشمية بنسبة ٣٧,٥% تليها الرياح الشمالية بنسبة ١٨,٢% ومن ثم الرياح الغربية بنسبة ١٦,٩%. وقد سادت الرياح التي تقل سرعتها عن ٢ عقدة خلال فترة الرصد حيث بلغت نسبتها ٣٧,٥% تلتها الرياح التي تقع سرعتها بين ٥-١٠ عقدة بنسبة ٢٨,٥%.

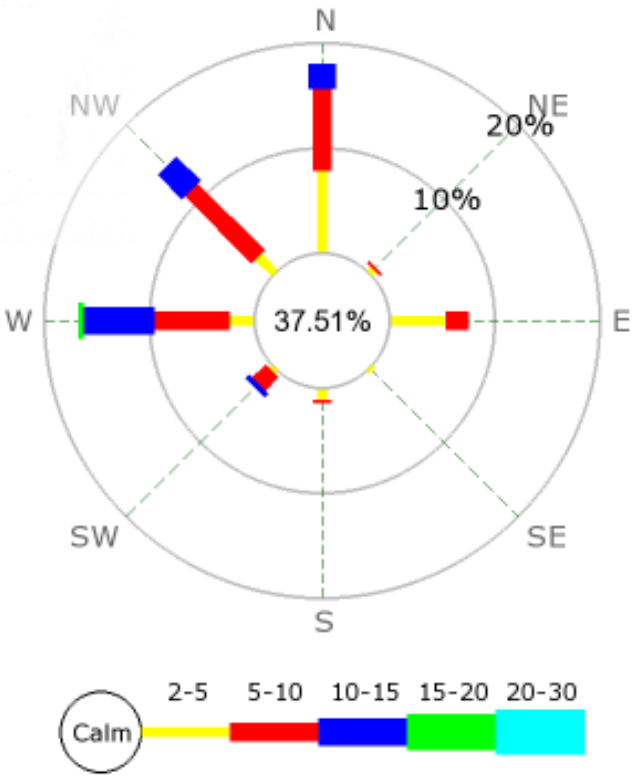
الشكل (٢-٤٣): توزيع اتجاه الرياح في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٢-٤٤): توزيع سرعة الرياح (عقدة) في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠



يبين الشكل رقم (٢-٤٥) 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 الشمالي والغربي.

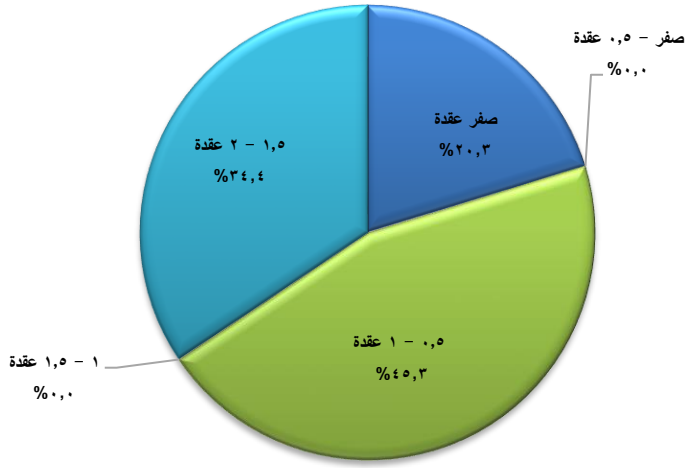


الشكل (٢-٤٥): مخطط لوردة الرياح (wind rose plot) في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠.

٣. مناقشة نتائج الدراسة

تواجدت الرياح الساكنة بسرعة صفر بنسبة (٢٠,٣%) وبسرعة ٠,٥ – ١ عقدة بنسبة عالية (٤٥,٣ %) 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.

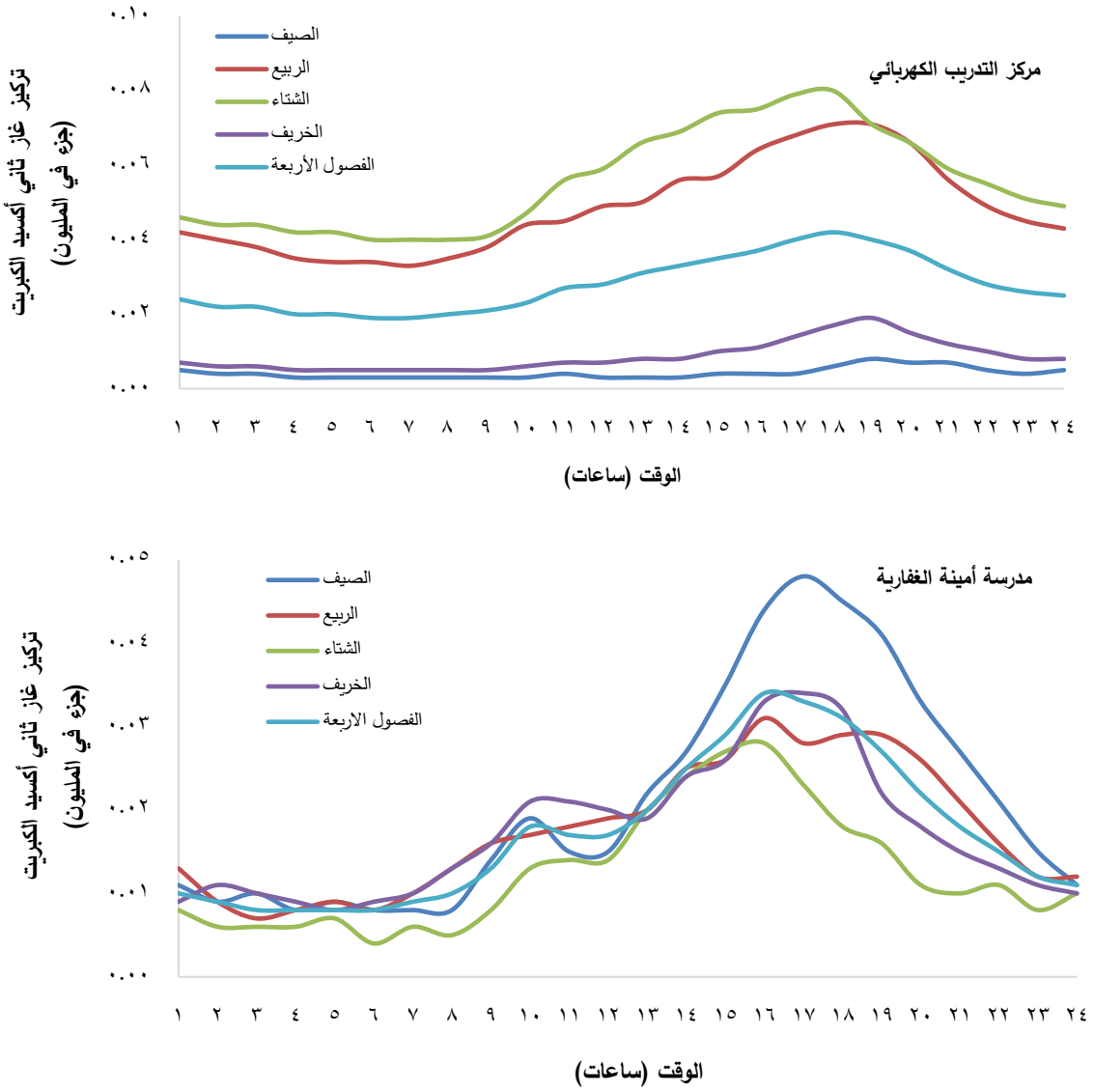
الشكل (٣–١): توزيع سرعة الرياح الساكنة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠٢٠



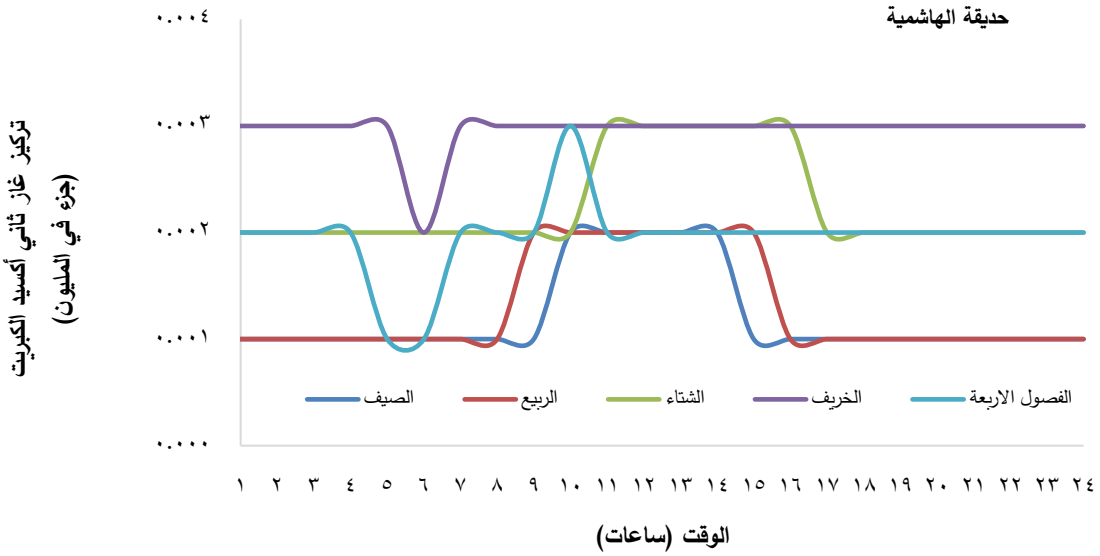
٣–١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

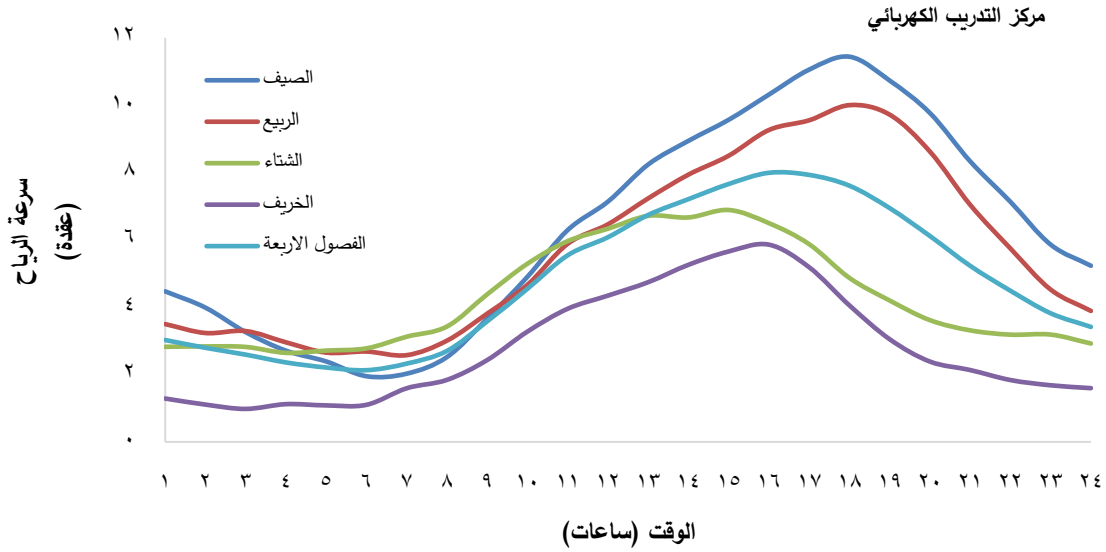
يُبيّن الشكل (٣–٢) المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في جميع مواقع الرصد، حيث يلاحظ أن مستويات هذا الغاز في موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية تتناسب طردياً مع سرعة الرياح حيث تصل إلى أعلى مستوياتها في كلا الموقعين في ساعات المساء (١٦:٠٠–١٩:٠٠)، فيما كانت معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في حديقة الهاشمية منخفضة جداً حيث تراوحت بين ٠,٠٠١ و٠,٠٠٣ جزء في المليون ولا يوجد نمط مشترك ملحوظ لتغيرها مع تغير سرعة الرياح.

الشكل (٣-٢): معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠.



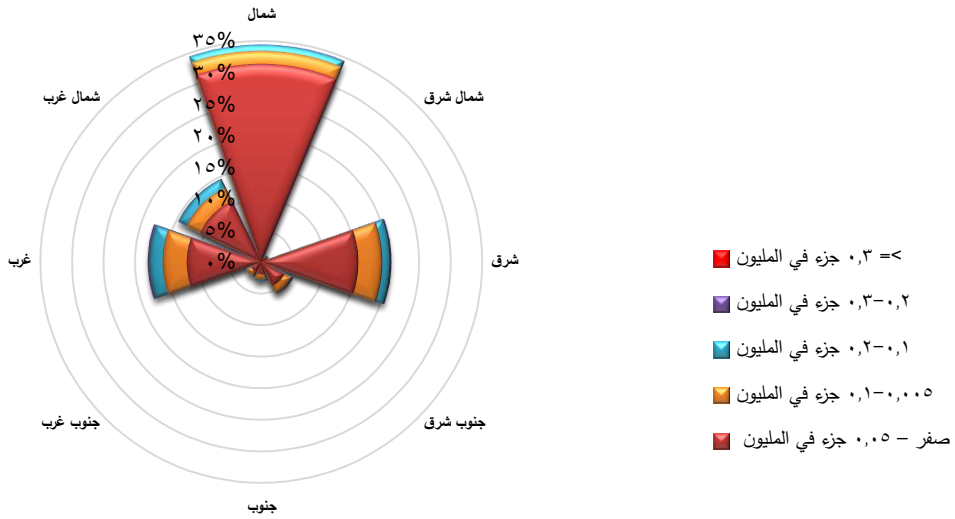
تابع الشكل (٣-٢)



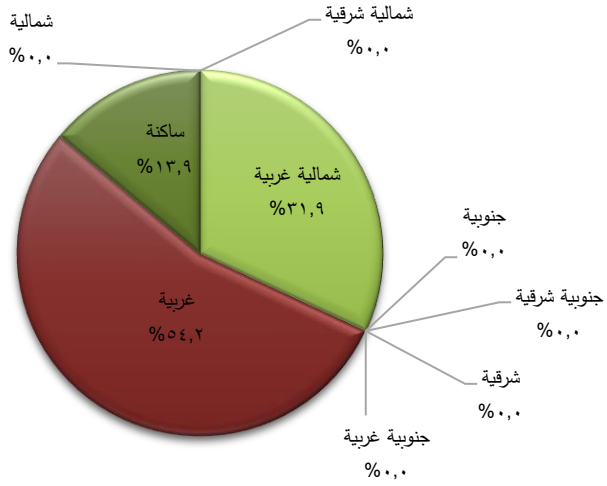


يبين الشكل (٣-٣) أدناه توزيع للمعدلات الساعية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي، حيث يلاحظ بأن أغلب تراكيز هذا الغاز تراوحت ما بين صفر الى ٠,٠٥ جزء من المليون وتجدر الإشارة إلى أن اتجاه الرياح الساكنة (أقل من ٢ عقدة) قد أُخذ بعين الاعتبار عند إعداد وردة التلوث المبينة في الشكل (٣-٣). وتبين الأشكال (٣-٤) و(٣-٥) أن الرياح السائدة خلال الأيام التي سُجلت فيها تجاوزات للحد اليومي في مركز التدريب الكهربائي هي الرياح الغربية بنسبة ٥٤,٢% تلتها الرياح الشمالية الغربية بنسبة ٣١,٩% وتساعد هذه الرياح على نقل الغازات المنبعثة من محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء ومصفاة البترول الأردنية الى الموقع الذي يقع في الجهة الشرقية من مصادر التلوث.

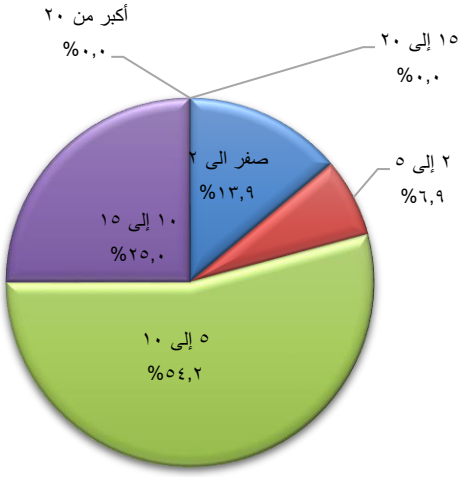
الشكل (٣-٣): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٣-٤): توزيع اتجاه الرياح خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (١١٤٠ /٢٠٠٦) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠

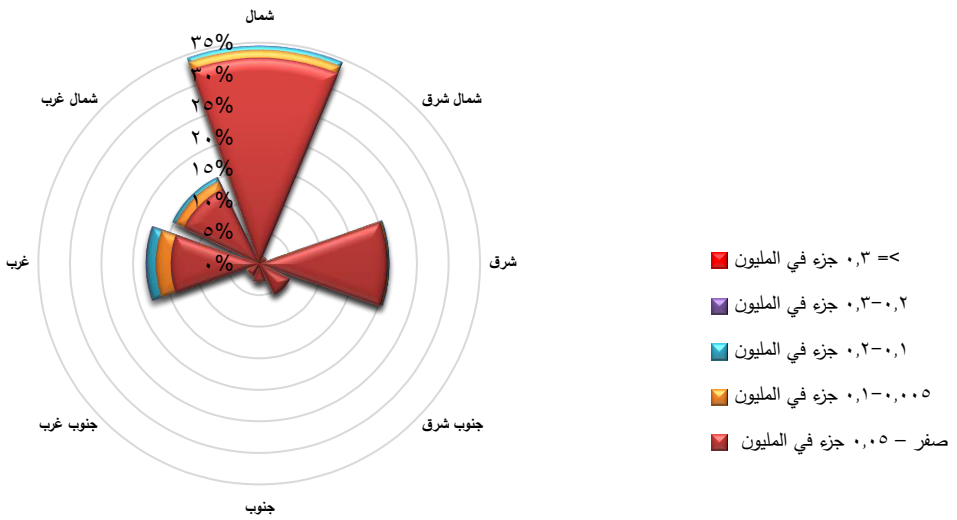


الشكل (٣-٥): توزيع سرعة الرياح (عقدة) خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (١١٤٠ /٢٠٠٦) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠



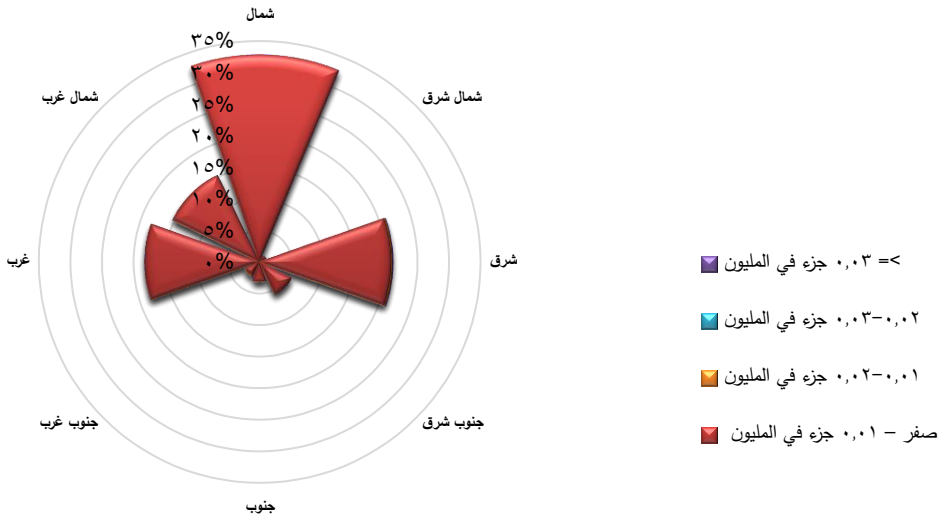
ويبين الشكل رقم (٣-٦) أدناه توزيع للمعدلات الساعية مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد الحالية لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية، حيث يلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في هذا الموقع كانت منخفضة حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠٥ جزء من المليون. وتجدر الإشارة إلى أن اتجاه الرياح الساكنة (أقل من ٢ عقدة) قد أُخذ بعين الاعتبار عند إعداد وردة التلوث المبينة في الشكل (٣-٦).

الشكل (٣-٦): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠



أما بالنسبة لموقع الرصد في حديقة الهاشمية، فقد تعرض لمستويات منخفضة من غاز ثاني أكسيد الكبريت حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠١ جزء من المليون. فكما هو مبين في الشكل (٣-٧) أدناه أن جميع المعدلات الساعية لغاز ثاني أكسيد الكبريت كانت منخفضة وضمن الحد الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

الشكل (٣-٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في حديقة الهاشمية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠

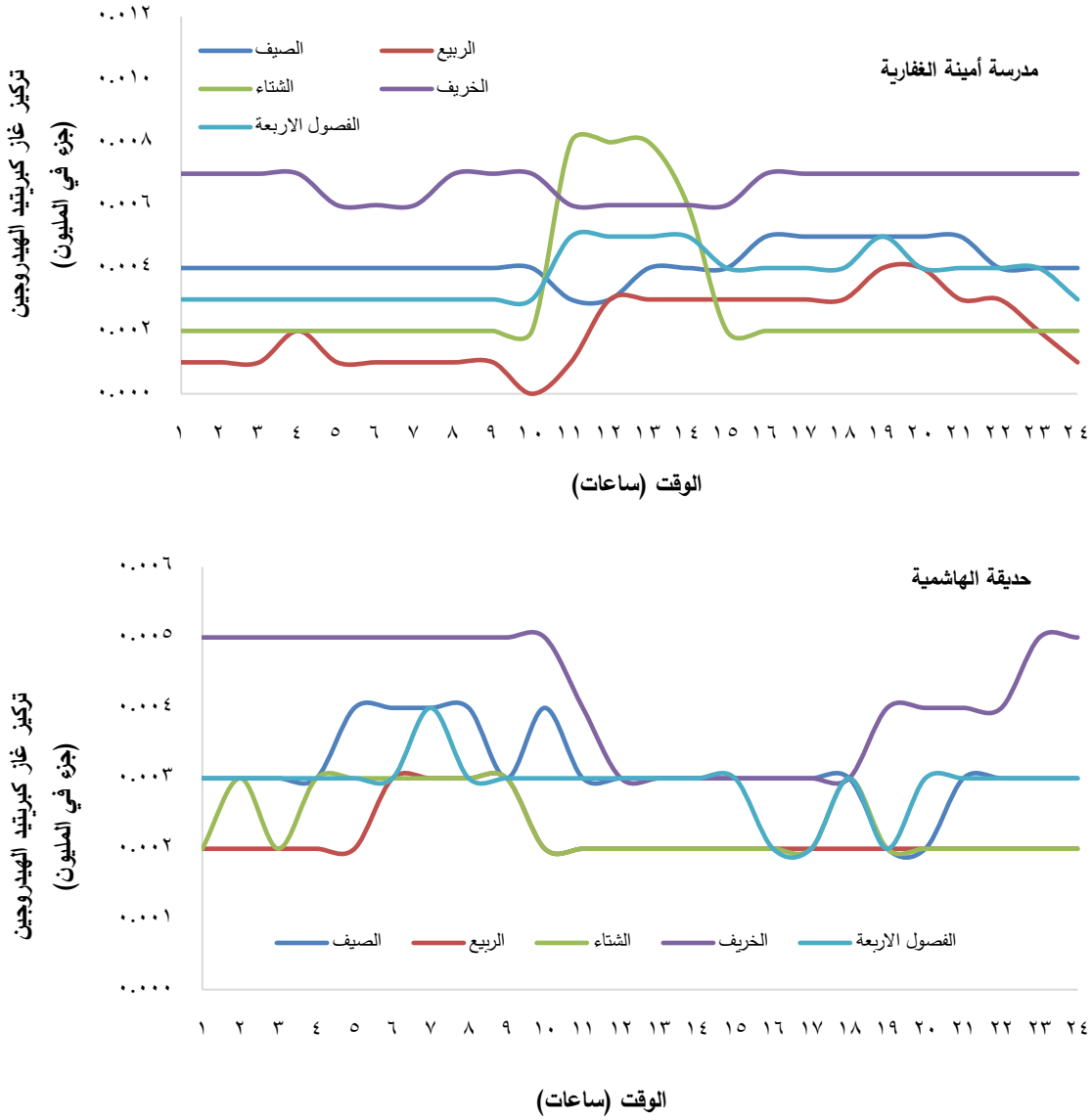


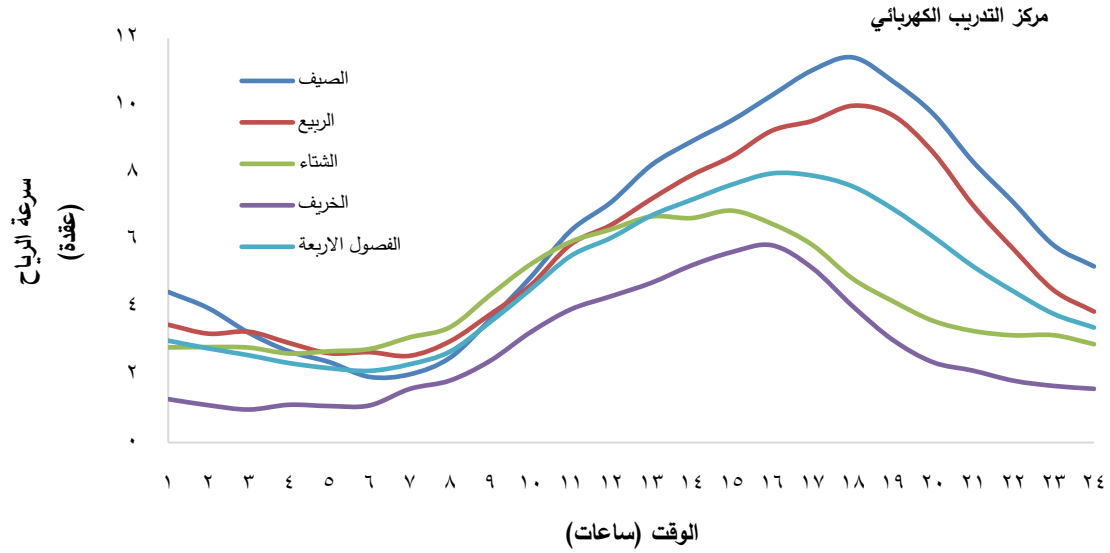
٣-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

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 حديقة الهاشمية.

يُبيّن الشكل (٣-٨) أدناه المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في موقعي الرصد في مدرسة أمينة الغفارية وحديقة الهاشمية، حيث يلاحظ بأن مستويات هذا الغاز في كلا الموقعين لا تتبع نمط منتظم مقارنة بسرعة الرياح. وتجدر الإشارة إلى أن اتجاه الرياح الساكنة (أقل من ٢ عقدة) قد أُخذ بعين الاعتبار عند إعداد وردة التلوث المبينة في الشكل (٣-٨).

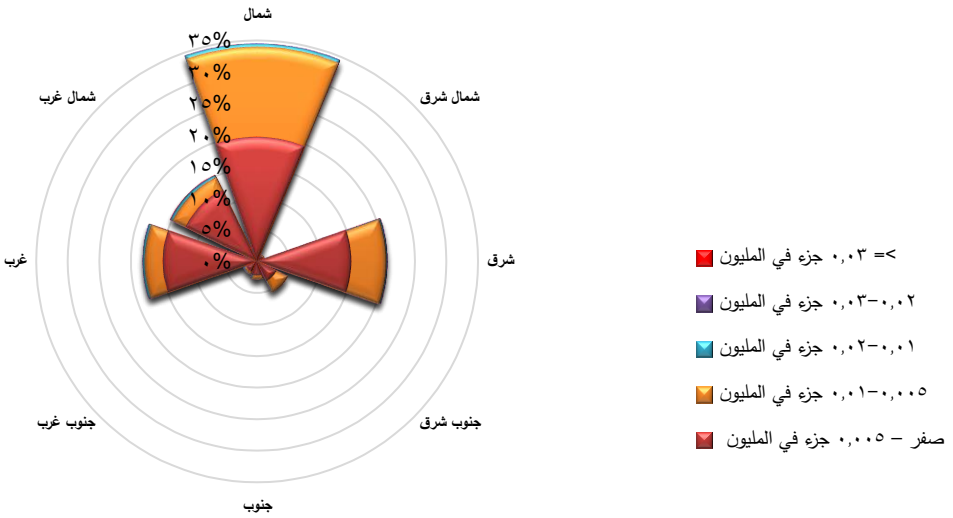
الشكل (٣-٨): معدلات تراكيز غاز كبريتيد الهيدروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مواقع الرصد في الهاشمية، خلال عام ٢٠٢٠



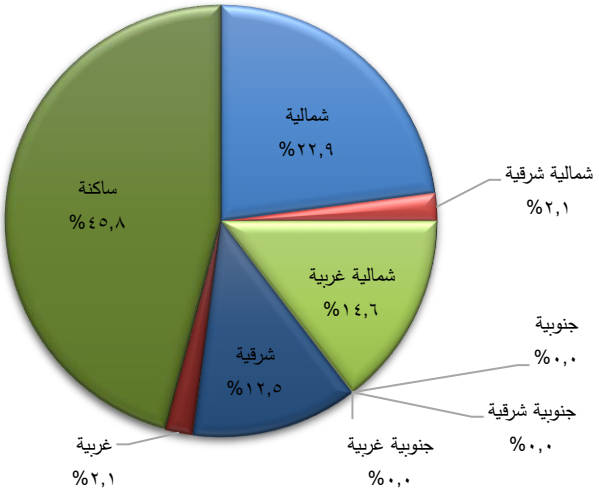


يتأثر موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية بانبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين من مصفاة البترول عند هبوب الرياح الغربية والشمالية الغربية. فكما هو مبين في الشكل (٣-٩) أن الرياح الشمالية الغربية تواجدت أثناء تسجيل تجاوزات ساعية للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠. مما يبين تأثر موقع الرصد بإنبعاثات غاز كبريتيد الهيدروجين من مصفاة البترول أثناء تواجد هذه الرياح. 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 الساكنة بنسبة ٤٥,٨% خلال الأيام التي سُجل فيها تجاوزات للحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الوطنية في هذا الموقع (الأشكال (٣-١٠) و(٣-١١)).

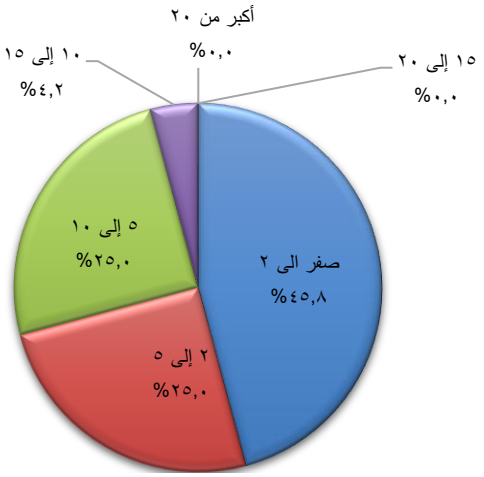
الشكل (٣-٩): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٣-١٠): توزيع اتجاه الرياح خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (١١٤٠ /٢٠٠٦) لغاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠

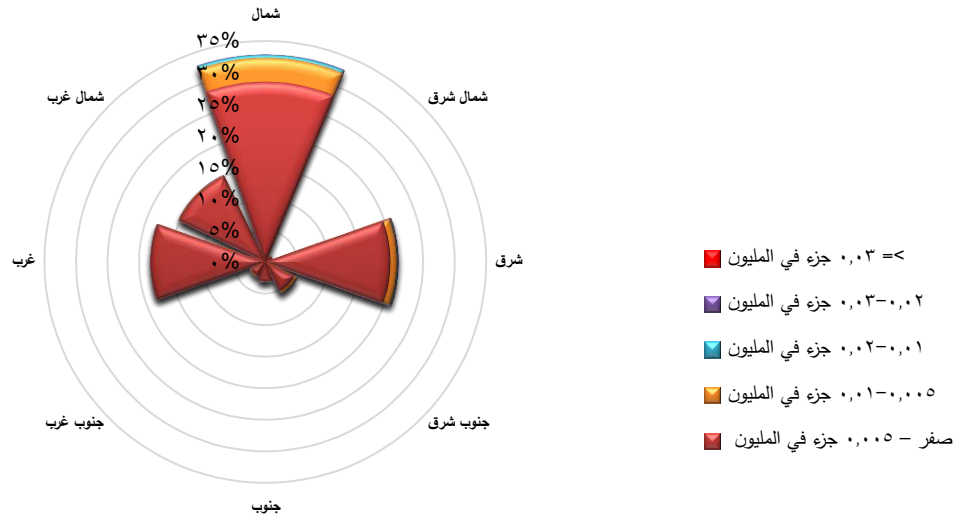


الشكل (٣-١١): توزيع سرعة الرياح (عقدة) خلال الأيام التي سجل فيها تجاوز للحد اليومي الذي تنص عليه القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم (١١٤٠ /٢٠٠٦) لغاز كبريتيد الهيدروجين في مدرسة أمينة الغفارية، خلال عام ٢٠٢٠



أما بالنسبة لموقع الرصد في حديقة الهاشمية 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، ويلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في هذا الموقع كانت منخفضة حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠٠٥ جزء من المليون (الشكل رقم (٣-١٢)).

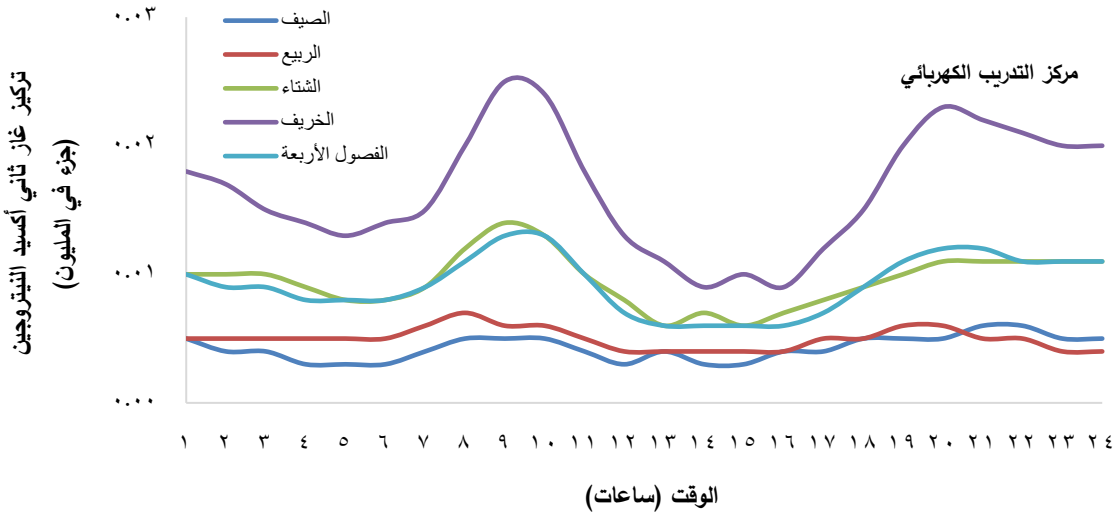
الشكل (٣-١٢): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في حديقة الهاشمية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠

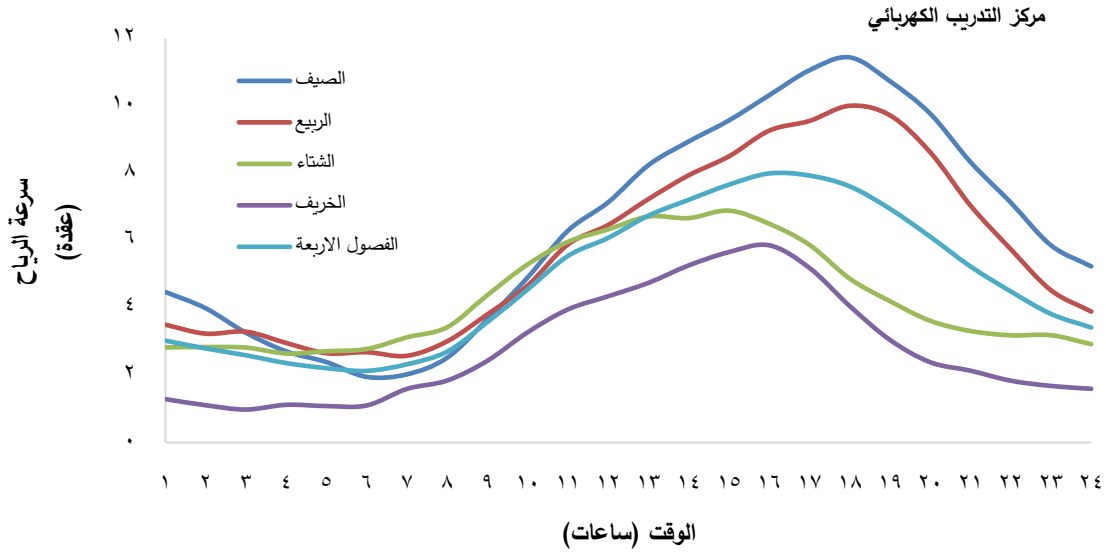


٣-٣ أكاسيد النيتروجين (NO, NO_2 & NOx)

يظهر الشكل (٣-١٣) المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في مركز التدريب الكهربائي. ويبين الشكل بأن تراكيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين كانت متذبذبة ولا تتبع نمط منتظم بالمقارنة مع معدل سرعة الرياح خلال معظم فصول السنة حيث وصلت تراكيز هذا الغاز إلى أعلى مستوياتها خلال معظم الفصول بين الساعة الثامنة والعاشرة صباحاً.

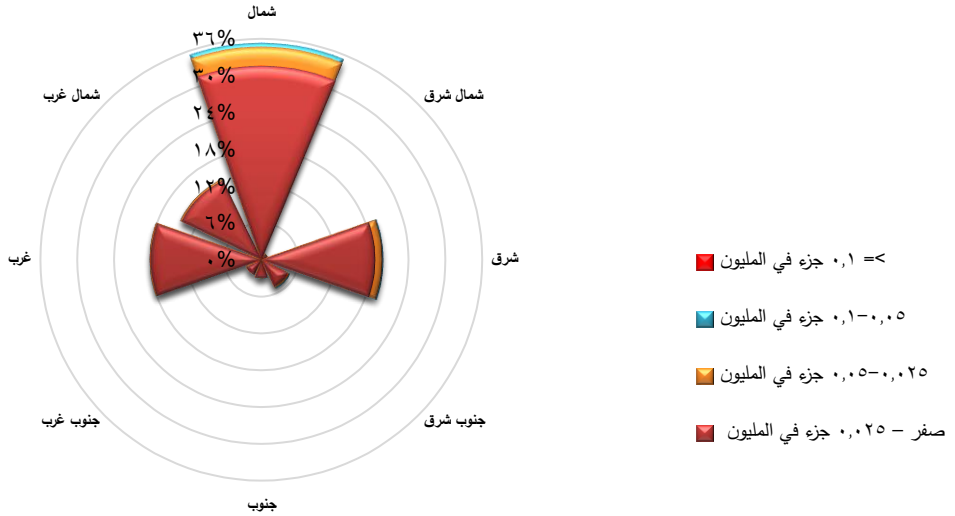
الشكل (٣-١٣): معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠٢٠





يبين الشكل (٣-١٤) أدناه توزيع للمعدلات الساعية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ 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 ٠,٠٢٥ جزء من المليون.

الشكل (٣-١٤): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠

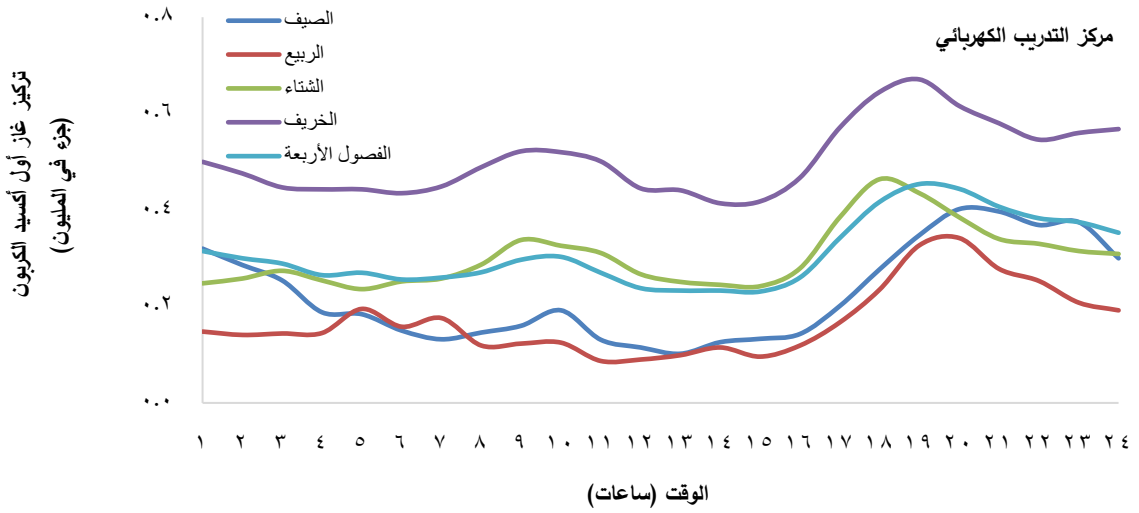


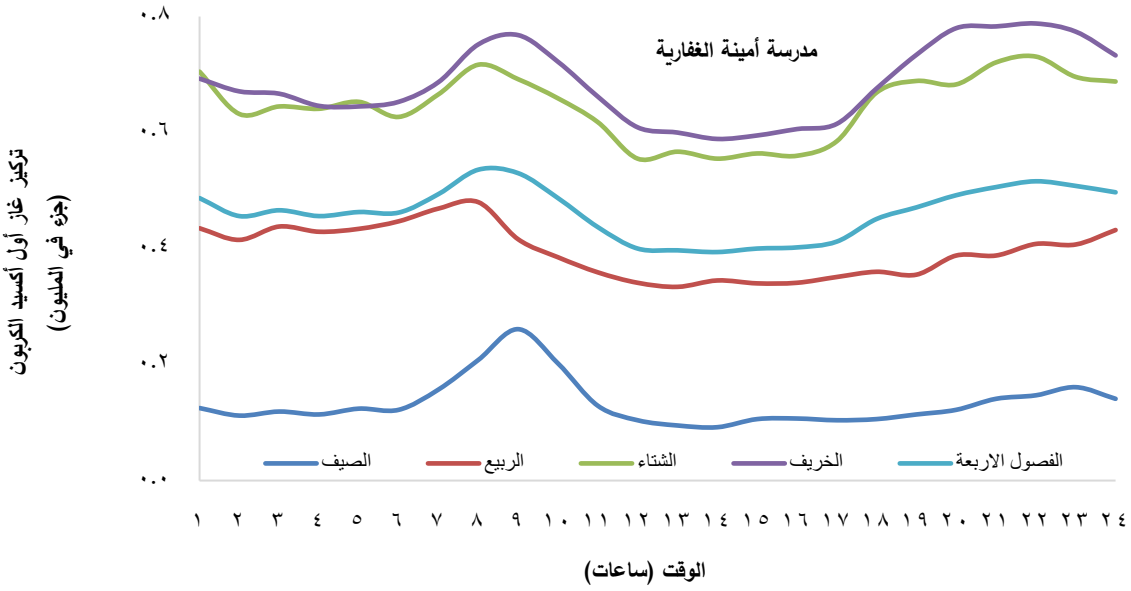
٣-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)

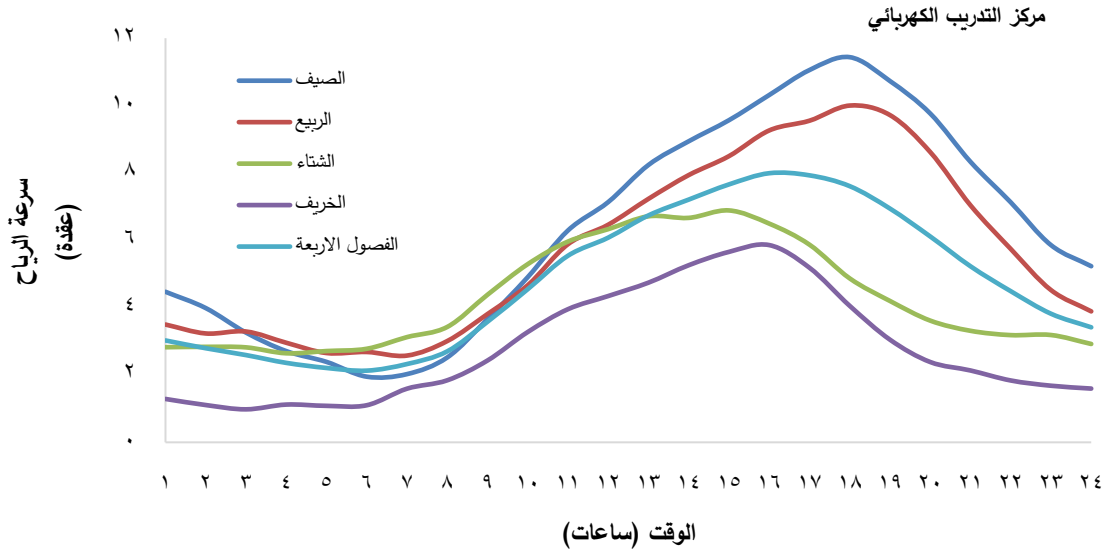
أظهرت نتائج الدراسة الحالية تعرض موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية إلى مستويات منخفضة من غاز أول أكسيد الكربون. كما وتجدر الإشارة هنا إلى أنه لا توجد حدود في القاعدة الفنية الأردنية لغاز ثاني أكسيد الكربون ولا يُعّد ملوثاً للهواء المحيط وإنما هو الغاز الرئيس من غازات الدفيئة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

يُبيّن الشكل رقم (٣-١٥) المعدلات السنوية والفصلية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في موقعي الرصد. ويلاحظ بأنّ تراكيز غاز أول أكسيد الكربون في موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية كانت أعلى من مثيلاتها في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي. كما يلاحظ بأنّ تراكيز غاز أول أكسيد الكربون في مركز التدريب الكهربائي كانت متقاربة خلال أوقات اليوم، ووصلت أعلى مستويات لهذا الغاز في ساعات المساء (١٨:٠٠ – ٢٠:٠٠). كما أن تراكيز غاز أول أكسيد الكربون في مدرسة أمينة الغفارية كانت متقاربة في أغلب الأوقات.

الشكل (٣-١٥): معدلات تراكيز غاز أول أكسيد الكربون وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في موقعي الرصد، خلال عام ٢٠٢٠

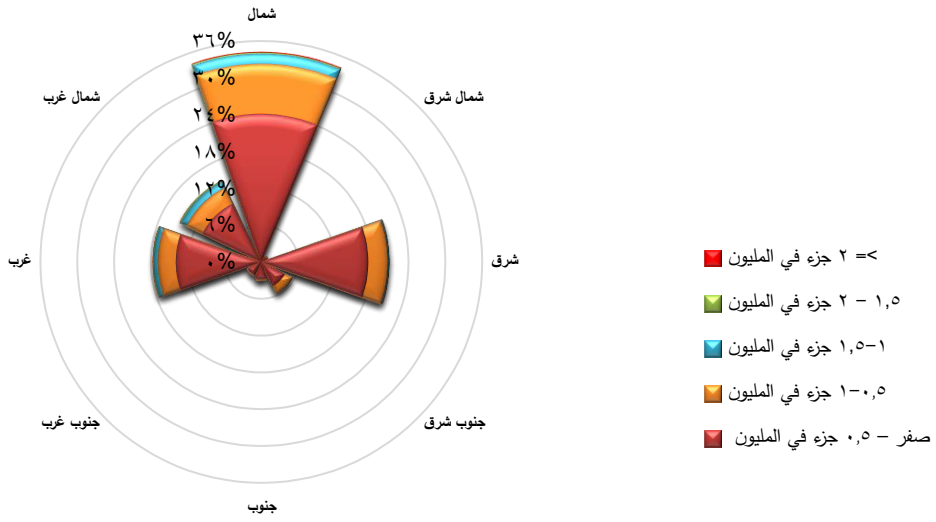




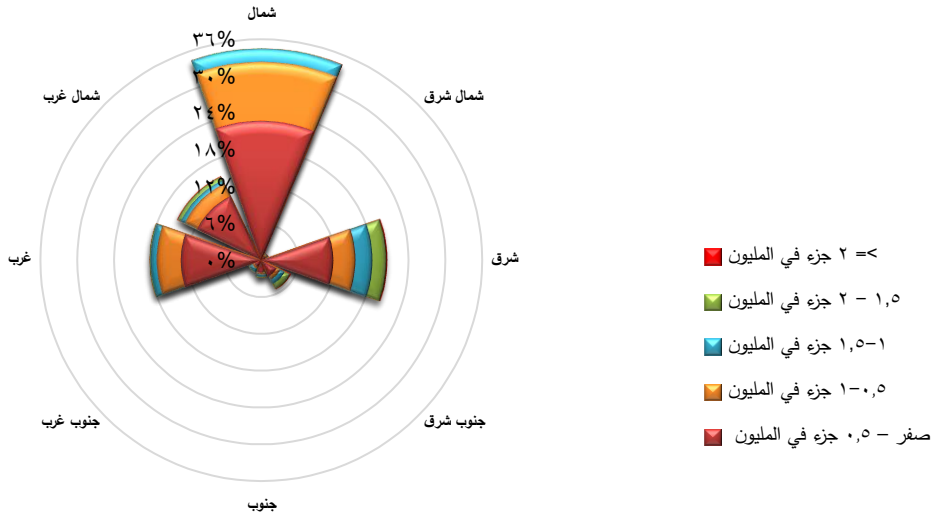


تبين الأشكال ((٣-١٦) و (٣-١٧)) أدناه توزيع للمعدلات الساعية لغاز أول أكسيد مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠ في موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية على التوالي، حيث يلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في كلا الموقعين كانت منخفضة وضمن الحد الساعي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

الشكل (٣-١٦): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠



الشكل (٣-١٧): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في مدرسة أمينة الغفارية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠٢٠

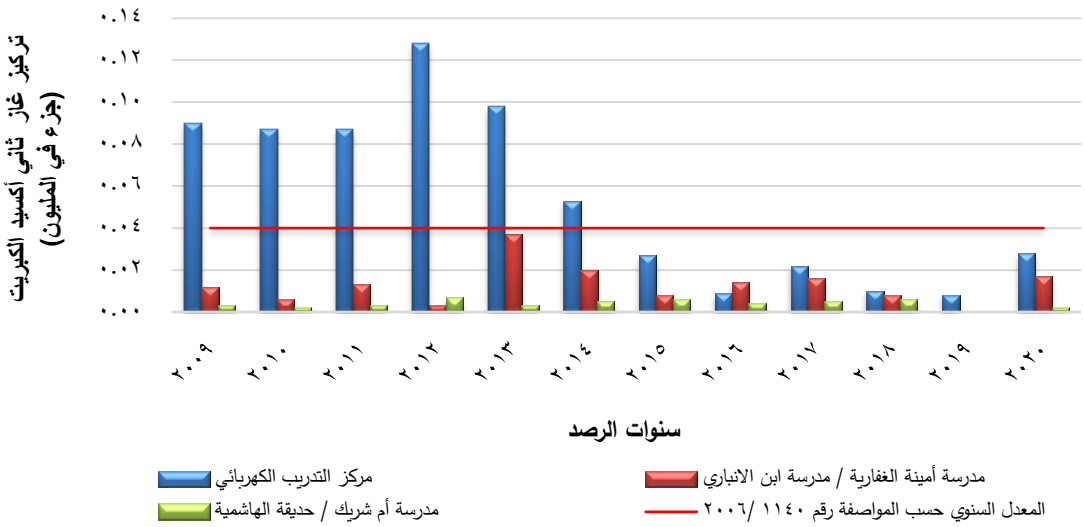


٤. مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة

٤-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

بمقارنة نتائج رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال الدراسة الحالية بالدراسات السابقة في جميع مواقع الرصد (الشكل (٤-١))، لوحظ خلال فترة الدراسة الحالية ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية وحدوث انخفاض طفيف في مستويات هذا الغاز في حديقة الهاشمية عن فترات الرصد السابقة، إلا أنه بقي ضمن الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠. ومن الجدير بالذكر بأنه لم يتم رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مدرسة أمينة الغفارية وحديقة الهاشمية خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل مواقع الرصد.

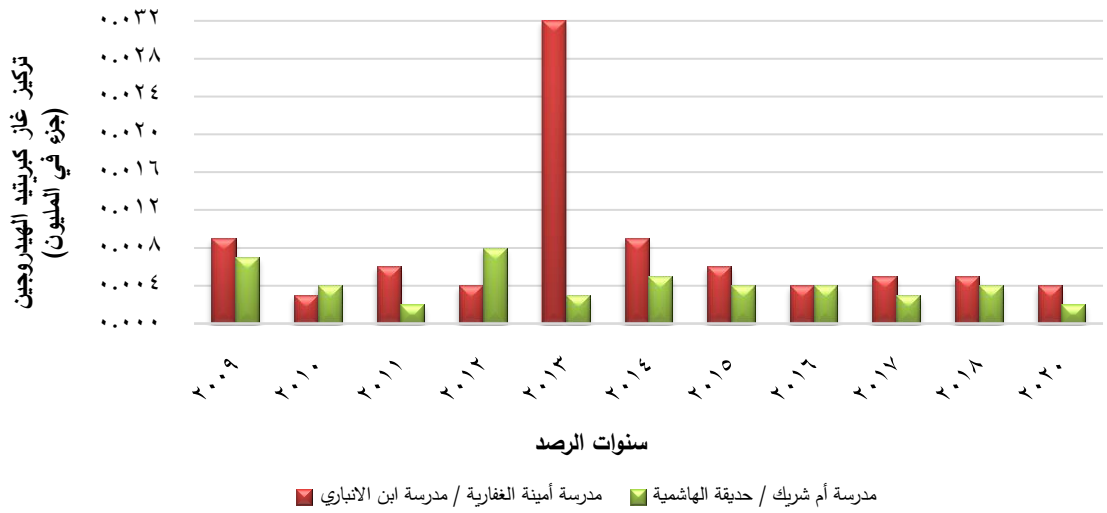
الشكل (٤-١): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في جميع مواقع الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠)



٤-٢ كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

تبين المعدلات السنوية لغاز كبريتيد الهيدروجين والتي تظهر في الشكل (٤-٢) حدوث انخفاض طفيف في المعدل السنوي لسنة الدراسة الحالية (خلال عام ٢٠٢٠) عن الدراسة السابقة (خلال عام ٢٠١٨) في موقعي الرصد في حديقة الهاشمية ومدرسة أمينة الغفارية. ومن الجدير بالذكر بأنه لم يتم رصد غاز كبريتيد الهيدروجين في موقع مدرسة أمينة الغفارية وحديقة الهاشمية خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل مواقع الرصد.

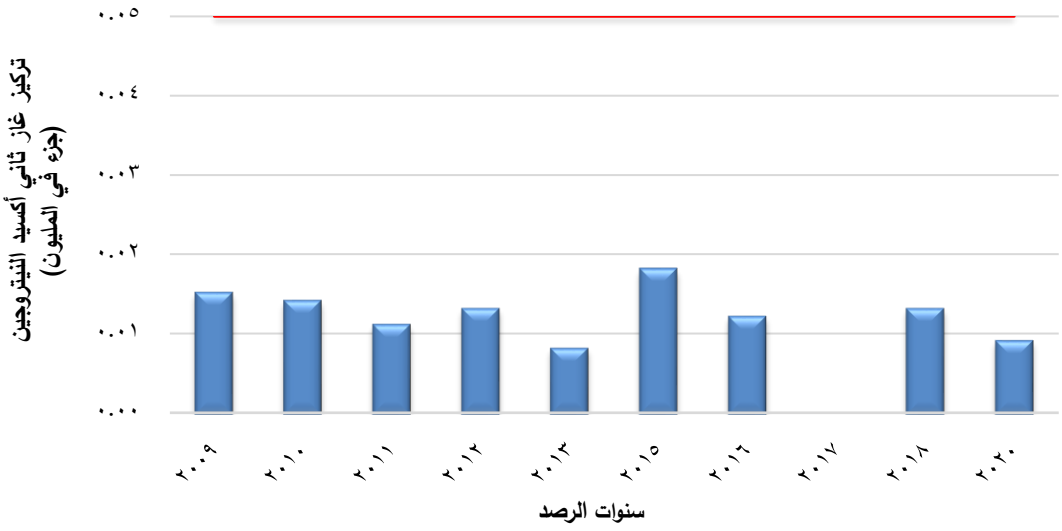
الشكل (٤-٢): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز كبريتيد الهيدروجين المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠)



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

يظهر الشكل (٤-٣) مقارنة لنتائج الدراسة الحالية مع نتائج الدراسات السابقة فيما يخص تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين والتي تظهر إنخفاضاً طفيفاً لتركيز هذا الغاز في موقع الرصد لسنة الدراسة الحالية مقارنةً بفترة الدراسة السابقة (خلال عام ٢٠١٨). ومن الجدير بالذكر بأنه لم يتم رصد غازات أكاسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال الأعوام ٢٠١٤ و٢٠١٧ و٢٠١٩ بسبب عطل فني في الجهاز.

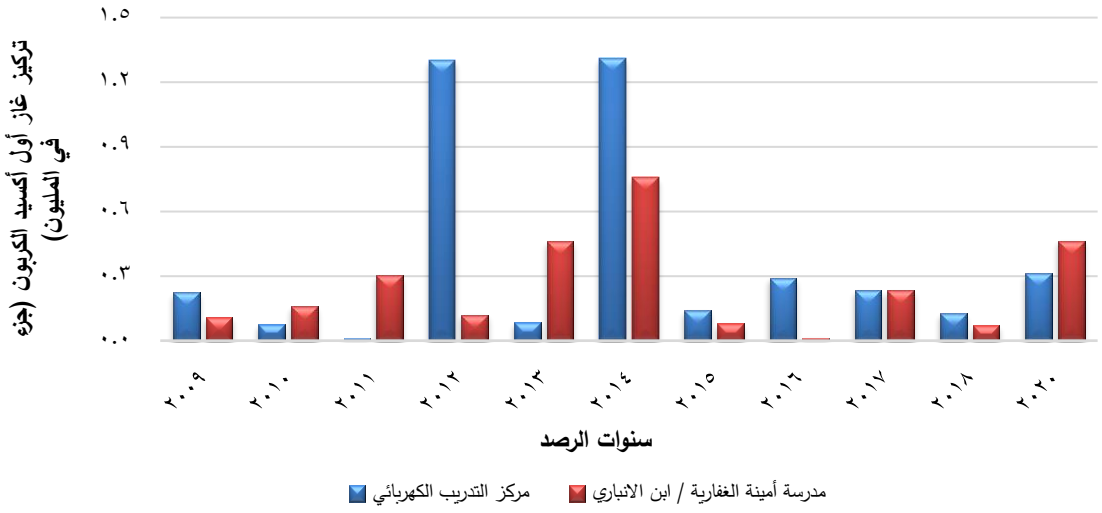
الشكل (٤-٣): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين المسجلة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠)



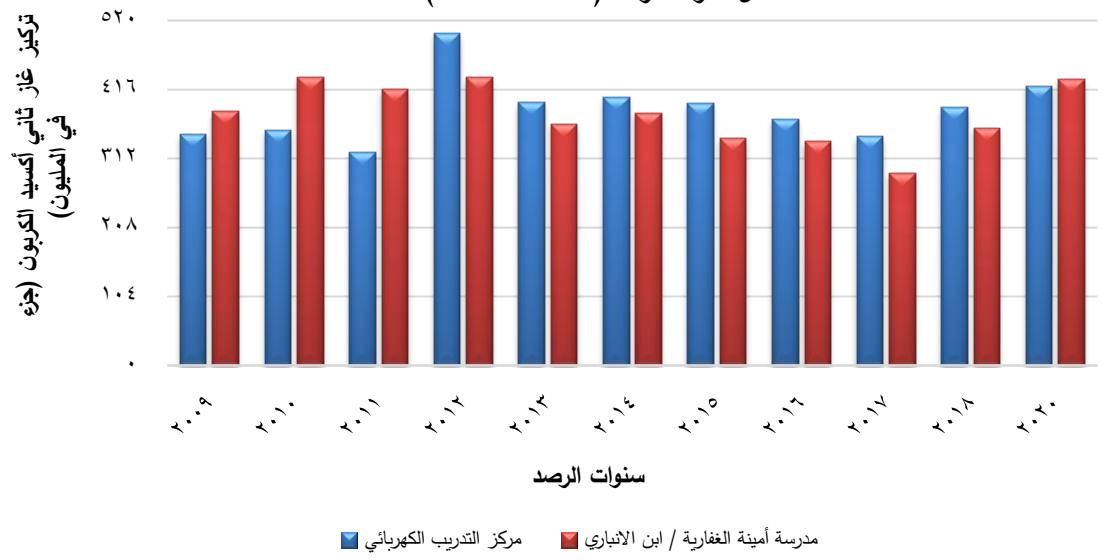
٤-٤ أكاسيد الكربون (CO & CO_2)

توضح الاشكال ((٤-٤) و (٤-٥)) أدناه المعدلات السنوية لغازات أكاسيد الكربون في موقعي الرصد في مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية، حيث تبين النتائج ارتفاع المعدلات السنوية لغاز أول اكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكربون في كلا موقعي الرصد لفترة الدراسة الحالية مقارنةً بفترة الرصد السابقة (٢٠١٨). ومن الجدير بالذكر بأنه لم يتم رصد غاز أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون في موقع مركز التدريب الكهربائي ومدرسة أمينة الغفارية خلال عام ٢٠١٩ بسبب إعادة تأهيل موقع الرصد في مدرسة أمينة الغفارية وبسبب وجود مشكلة فنية في جهاز الرصد في مركز التدريب الكهربائي.

الشكل (٤-٤): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز أول أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠)



الشكل (٤-٥): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكربون المسجلة في موقعي الرصد خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠)



٤-٥ سرعة واتجاه الرياح

يبين الجدول (٤-١) أدناه توزيع اتجاه الرياح في منطقة الهاشمية حيث يلاحظ إنخفاض نسبة الرياح الشمالية الغربية وارتفاع نسبة الرياح الشمالية والغربية. فيما بقيت الرياح الساكنة بنفس النسبة وكانت هي السائدة خلال فترة الرصد.

جدول (٤-١): مقارنة بين إتجاه الرياح السائدة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠٢٠).

السنة	اتجاه الرياح السائدة ونسبتها
٢٠٢٠	ساكنة (٣٨ %) شمالية (١٨ %) غربية (١٧ %) شمالية غربية (١٥ %)
٢٠١٩	ساكنة (٣٨ %) شمالية غربية (٣١ %) شرقية وغربية (٩ %)
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 ٢٠٢٠ وفترات الرصد السابقة

الشهر	اتجاه	سرعة	توزيع اتجاه الرياح (%)													توزيع سرعة الرياح (عقدة) (%)					
	الرياح السائدة	الرياح السائدة	شمالي	ش.شرقي	ش.غربي	جنوبي	ج.شرقي	ج.غربي	شرقي	غربي	ساكن	صفر إلى ٢	٢ إلى ٥	٥ إلى ١٠	١٠ إلى ١٥	١٥ إلى ٢٠	٢٠<
كانون الثاني ٢٠٢٠	ساكن	صفر إلى ٢	١,٠	٠,٧	١٠,١	٥,١	٠,٠	٩,٧	٧,٩	٢٢,٧	٤٢,٩	٤٢,٩	٢٢,٥	٢٩,٠	٥,٣	٠,٣	٠,٠
شباط ٢٠٢٠	ساكن	صفر إلى ٢	٦,٨	٠,٩	٨,٢	٣,٢	٠,٤	٤,٠	٩,٧	٢٧,٤	٣٩,٥	٣٩,٥	١٨,٧	٣١,٦	١٠,٢	٠,٠	٠,٠
آذار ٢٠٢٠	ساكن	صفر إلى ٢	١١,٠	٠,٥	١٠,٧	٤,١	٠,٤	٤,٦	٨,٧	٢١,٣	٣٨,٦	٣٨,٦	٢٠,٤	٢٦,٢	١٤,١	٠,٧	٠,٠
نيسان ٢٠٢٠	ساكن	٥ إلى ١٠	٦,٧	٠,٣	٢٠,٧	٢,٢	٠,٠	٣,٢	٩,٢	٢٦,٧	٣١,٠	٣١,٠	٢٢,٩	٣٥,٥	١٠,٦	٠,٠	٠,٠
أيار ٢٠٢٠	ساكن	٥ إلى ١٠	١٢,٨	١,٩	١٩,٦	٠,٨	٠,٧	٢,٣	١٣,٢	١٩,٥	٢٩,٣	٢٩,٣	٢١,٦	٣٠,٥	١٧,٩	٠,٧	٠,٠
حزيران ٢٠٢٠	شمالي	٥ إلى ١٠	٣٩,٩	٠,٧	١٦,٤	٠,٠	٠,٠	١,٣	٢,٨	٢٠,٠	١٨,٩	١٨,٩	١٧,٥	٣٣,١	٢٩,١	١,٤	٠,٠
تموز ٢٠٢٠	شمالي	٥ إلى ١٠	٣١,٣	٠,٤	٣٠,٩	٠,٠	٠,٣	٠,٠	٢,٠	١٨,٤	١٦,٧	١٦,٧	١٧,٩	٤١,١	٢٢,٢	٢,٢	٠,٠
آب ٢٠٢٠	غربي	٥ إلى ١٠	٢٤,٦	٠,٧	٢٠,٦	٠,١	٠,١	٠,٠	٣,٢	٢٨,١	٢٢,٦	٢٢,٦	١٤,٥	٣٢,٥	٢٨,٨	١,٦	٠,٠
أيلول ٢٠٢٠	ساكن	صفر إلى ٢	٢٣,٣	٢,٥	١٩,٦	٠,٧	٠,٧	٠,٠	٤,٩	١٣,٦	٣٤,٨	٣٤,٨	٢٨,٨	٣٠,٠	٦,٣	٠,١	٠,٠
تشرين الأول ٢٠٢٠	ساكن	صفر إلى ٢	٢٧,٣	٠,٥	٣,١	٠,٩	١,١	٠,٠	٩,٠	٣,٥	٥٤,٥	٥٤,٥	٢٤,٠	١٨,٦	٢,٨	٠,٠	٠,٠
تشرين الثاني ٢٠٢٠	ساكن	صفر إلى ٢	٢٨,٨	٠,٠	١,٠	٠,١	٠,٠	٠,٤	٢,١	٢,٠	٦٥,٦	٦٥,٦	١٨,٧	١٤,٩	٠,٧	٠,٠	٠,٠
كانون الأول ٢٠٢٠	ساكن	صفر إلى ٢	٤,٩	٠,٥	١٣,٤	١,٦	٠,٤	٣,٩	١٩,٢	٠,١	٥٥,٩	٥٥,٩	٢٢,٦	١٩,٦	١,٩	٠,٠	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠٢٠ - كانون أول ٢٠٢٠)	ساكن	صفر إلى ٢	١٨,٢	٠,٨	١٤,٦	١,٦	٠,٣	٢,٥	٧,٧	١٦,٩	٣٧,٥	٣٧,٥	٢٠,٨	٢٨,٥	١٢,٥	٠,٦	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٩ - كانون أول ٢٠١٩)	ساكن	صفر إلى ٢	٥,٨	٠,٩	٣١,١	١,٢	٠,٩	٣,٩	٩,٤	٨,٥	٣٨,٧	٣٨,٧	٢٠,٧	٣٠,٧	٩,٧	٠,٢	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٨ - كانون أول ٢٠١٨)	ساكن	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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	صفر إلى ٢	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

٥. التوصيــات

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 وشركة الزرقاء لتوليد الكهرباء 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 أو موقع قريب منها حيث أنها 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.

ملحــق (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	PM	Frequency
SO_2 Analyzer Model AF22M	Replacement of sample inlet filter	Biweekly
	Check of electrical parameters	Monthly
	Replacement of internal zero filter cartridge	Annually
	Check of pump valves and diaphragms	6 months
	Replacement of kicker zero filter cartridge	Not required; the changed inlet zero filter will be installed to replace it.
	Replacement of UV lamp	When required depending on the voltage reading.

Equipment	PM	Frequency
SO_2 / H_2S Analyzer Model 450i	Inspect the sample filter and replace 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: Apply leak test (block the sample bulkhead and check the values of the flow rate and pressure) and accordingly 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

Equipment	PM	Frequency
SO_2 / H_2S Analyzer model AF22e	Replace the sample filter element	Bi-weekly
	Optical, electric and fluid parameter check	Monthly
	Internal zero filter replacement	6 months
	KNF pump maintenance	1 year
	UV lamp replacement	2 years or when required

Equipment	PM	Frequency
SO_2 Analyzer and SO_2/H_2S Analyzer model	Replace the sample filter element	Bi-weekly
	Replace the O-rings	Annual
	Replace the pump valves and diaphragms	Annual

Equipment	PM	Frequency
APSA 370	Replace the air filter	Annual
	Replace (if required) the Xenon lamp	Annual
	Replace the aromatic hydrocarbon cutter	Annual
	Replace the scrubber	Annual
	Replacement of the SOx scrubber unit, glass filled tube[1]	Annual
	Replace the pump	Biennial or when required
	Change the battery	Every 3 years or when BATT alarm occurs

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

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

Table 3: The schedule of the preventive maintenance of carbon monoxide/carbon dioxide (CO/CO_2) analyzer

Equipment	PM	Frequency
CO/CO_2 Analyzer CO12e	Replacement of sample inlet filter	2-4 weeks
	Checking on electrical parameters	Biweekly
	KNF pump maintenance	Annually
	Replacement (if required) of the source	Annually
	Replacement of multi passages mirrors	5 years
	Replacement of the motor	5 years

Table 4: The schedule and type of calibration.

Equipment name	Calibration type
Nitrogen oxides analyzer Sulfur dioxide/ Hydrogen sulfide analyzer	Check of zero point This operation consists of comparing the monitor response for zero. Frequency: monthly ± 2 weeks.

[1] For SO_2/H_2S analyzer only.

Carbon monoxide/ Carbon dioxide analyzer	1-point calibration This is a procedure for checking and correcting the response of the monitor at a span point. Frequency: monthly ± 2 weeks.
Weather station	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

ملحــق (٢)

قيم الارتياب لأعلى المعدلات

الساعية واليومية المُسجلة في كل

موقع للملوثات الغازية

تم حساب قيمة الإرتياب في فترة الثقة ٩٥% لأعلى معدل ساعي وأعلى معدل يومي لكل ملوث على حدى 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	٠,٣٠٨	٠,٠١٧
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	٤,٤٣	٠,٤٠
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,١٤٤	٠,٠٠٩
مدرسة أمينة الغفارية	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٣٥٢	٠,٠٢٣
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٤٦٠	٠,٠٢٧
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	٢,٩٤	٠,٤٠
حديقة الهاشمية	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠٥٨	٠,٠١٩
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٠٣٣	٠,٠٠٩

الموقع	الملوث	وحدة القياس	أعلى معدل يومي	قيمة الارتياب
مركز التدريب الكهربائي	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,١٨٢	٠,٠١٢
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	*٣,٨٢	٠,٣٩
	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	جزء في المليون	٠,٠٦١	٠,٠٠٨
	غاز ثاني أكسيد الكربون	جزء في المليون	٤٦٦	٧
مدرسة أمينة الغفارية	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,١٠٢	٠,٠٠٨
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٠٨٠	٠,٠٢٤
	غاز أول أكسيد الكربون	جزء في المليون	*٢,٠٢	٠,٣٩
	غاز ثاني أكسيد الكربون	جزء في المليون	٤٦٤	٢٤
حديقة الهاشمية	غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠١٤	٠,٠٠٩
	غاز كبريتيد الهيدروجين	جزء في المليون	٠,٠٠٨	٠,٠٠٥

* أعلى معدل ٨ – ساعات

قيمة الإرتياب (uncertainty) لأعلى معدل ساعي (٠,٠٤٥ جزء في المليون) لغاز ثاني أكسيد النيتروجين في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال الفترة (١ /١ /٢٠٢٠ – ٢ /٢ /٢٠٢٠) هي ٠,٠١٦ جزء في المليون في فترة الثقة ٩٥%.