وزارة البيـــئة

مراقبة مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت في منطقة الهاشمية ـ محافظة الزرقاء

(كانون الثاني ٢٠١٩ ـ كانون الأول ٢٠١٩)

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

وزارة البيـــئة

مراقبة مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت
في منطقة الهاشمية / محافظة الزرقاء

(٢٠١٩/١/١ – ٢٠١٩/١٢/٣١)

مقدم إلى
وزارة البيئـــــة

إعـــداد
قسـم دراسات الـهـواء
مركز المياه والبيئة
الـجمـعيـــة العلـميـة المـلكيـة

حقــوق النشـــر

حقوق النشر محفوظة لوزارة البيئــة

ولا يجوز استعمال المعلومات الواردة في هذا التقرير

إلا بعد الحصول على موافقة خطية من الوزارة

المحتويـــــات

	رقم الصفحة
قائمة الجداول الواردة ضمن نص التقرير	**ه**
قائمة الأشكال الواردة ضمن نص التقرير	**و**
الخلاصــة باللغة العربية	**ز**
الخلاصــة باللغة الانجليزية	**ح**
١ المقدمة	**١**
١-١ أهداف الدراسة	٢
١-٢ ملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة (ثاني أكسيد الكبريت (SO_2))	٣
١-٣ موقع الرصد	٣
١-٤ أسلوب العمل وأجهزة القياس المستخدمة	٥
٢ نتائج الدراسة	**٦**
٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	٦
٢-٢ درجة الحرارة والرطوبة النسبية	٩
٢-٣ سرعة وإتجاه الرياح	١٠
٣ مناقشة نتائج الدراسة	**١٢**
٣-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	١٢
٤ مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة	**١٥**
٤-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	١٥
٤-٢ سرعة واتجاه الرياح	١٦
٥ التوصيـــات	**١٨**
ملحق (١): برنامج الصيانة الدورية والمعايرة لأجهزة القياس المستخدمة	
ملحق (٢): قيم الارتياب لأعلى المعدلات الساعية واليومية المُسجلة لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي	

قائمـــة الجـــداول الواردة ضمن نص التقرير

جدول (١): أعلى معدل ساعي (جزء في المليون) وأعلى معدل يومي (جزء في المليون) والمعدل السنوي (جزء في المليون) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي (٢٠١٩/١/١ – ٢٠١٩/١٢/٣١).

جدول (٢): أعلى معدل ساعي (جزء في المليون) وأعلى معدل يومي (جزء في المليون) والمعدل السنوي (جزء في المليون) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي باللغة الانجليزية.

جدول (١ – ١): الحدود القصوى المسموح بها لغاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط (القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠).

جدول (١ – ٢): موقع رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في منطقة الهاشمية/ الزرقاء.

جدول (١ – ٣): الجهاز المستخدم في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي.

جدول (٤ – ١): مقارنة بين إتجاه الرياح السائدة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ -٢٠١٩).

جدول (٤ – ٢): الرياح السائدة وتوزيع سرعة واتجاه الرياح خلال أشهر الرصد في الهاشمية خلال عام ٢٠١٩ وفترات الرصد السابقة.

قائمـــة الأشكال الواردة ضمن نص التقرير

الشكل رقم (١ – ١): مصفاة البترول الاردنية.
الشكل رقم (١ – ٢): خارطة تبين موقع الرصد ومصادر التلوث في منطقة الهاشمية.
الشكل رقم (٢ – ١): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٢ – ٢): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٩).
الشكل رقم (٢ – ٣): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٩).
الشكل رقم (٢ – ٤): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٢ – ٥): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي للرطوبة النسبية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٢ – ٦): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي لدرجة الحرارة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٢ – ٧): توزيع اتجاه الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٢ – ٨): توزيع سرعة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٢ – ٩): مخطط لوردة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٣ – ١): توزيع سرعة الرياح الساكنة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٣ – ٢): معدلات تراكيزغاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٣ – ٣): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٩.
الشكل رقم (٤ – ١): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٩).

الخلاصـــة

إن بلدة الهاشمية التي تقع في المنطقة الشمالية الشرقية من محافظة الزرقاء محاطة بالعديد من مصادر تلوث الهواء لغاز ثاني أكسيد الكبريت خاصة نشاطات تكرير النفط الخام في مصفاة البترول الأردنية، وتوليد الكهرباء في محطة السمرا ومحطة الزرقاء لتوليد الكهرباء وكذلك مصانع الحديد وصهر المعادن، والتي تساهم بدرجات متفاوتة في تلوث الهواء في تلك المنطقة. كذلك تجدر الإشارة إلى كثافة حركة السير والتي قد تساهم في تلوث الهواء في تلك المنطقة خاصة من المركبات التي تعمل على وقود الديزل. ويُقدر عدد سكان لواء الهاشمية في محافظة الزرقاء حتى نهاية عام ٢٠١٩ بـ ٨٩,٢٤٠ نسمة[١].

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

وقد تم إختيار موقع مركز التدريب الكهربائي لقربه من مصفاة البترول الأردنية ومحطة الزرقاء لتوليد الطاقة الكهربائية. كما تم رصد سرعة واتجاه الرياح في منطقة الهاشمية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي لما لهذين العاملين من أهمية كبيرة في انتشار الملوثات في الهواء المحيط. أظهرت نتائج الدراسة التالي، انظر الجدول رقم (١):

- كانت مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي ضمن الحد اليومي المسموح به في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ٢٠٠٦/١١٤٠، في حين سجل تجاوزاً ساعياً واحداً خلال فترة الرصد، علما أن العدد المسموح به لتجاوز حد المعدل الساعي لهذا الغاز هو ٣ مرات خلال أي ١٢ شهراً استناداً للقاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

- كانت الرياح السائدة في منطقة الهاشمية لفترة الدراسة هي الرياح الساكنة بنسبة ٣٩% تلتها الرياح الشمالية الغربية بنسبة ٣١%، وسادت الرياح الساكنة معظم ساعات الليل، مما يجعل الملوثات المنبعثة من المصدر تتراكم حوله مشكلةً ما يشبه الغيمة تزداد مساحتها ومحتواها من الملوثات كلما طالت فترة سكون الرياح.

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

جدول (١): أعلى معدل ساعي (جزء في المليون) وأعلى معدل يومي (جزء في المليون) والمعدل السنوي (جزء في المليون) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي (٢٠١٩/١/١ – ٢٠١٩/١٢/٣١).

الملوث	الموقع	أعلى معدل ساعي	أعلى معدل يومي	المعدل السنوي
ثاني أكسيد الكبريت	مركز التدريب الكهربائي	٠,٣٦٣	٠,٠٥٧	٠,٠٠٨

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

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.

[١] المصدر: عدد سكان المملكة المقدر حسب التقسيمات الإدارية في نهاية ٢٠١٩، دائرة الإحصاءات العامة

Summary

Al-Hashemia town located in the north eastern part of Zarqa governorate is surrounded by many sulfur dioxide (SO_2) 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, 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 Al-Hashemia District is 89,240 as estimated in the year 2019.

The overall objective of this monitoring program, which extended for one year (January 2019 – December 2019) is to determine and assess the levels of SO_2 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 the Electrical Training Center (ETC). 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 daily limit specified in JS1140/2006 in ETC site, while 1 hourly exceedance recorded in this site, noting that JS 1140/2006 allows recording 3 hourly exceedances of SO_2 at the ambient air during any 12 months.

- The prevailing wind direction at Al-Hashemia town was calm wind with 39% followed by North western wind with 31%. Calm wind prevailed during most night hours; this allowed the emissions to accumulate around the source during the nighttime. The wind speed that mostly has western direction starts increasing with sunrise. These winds could carry the emissions from JPRC to Al-Hashemia town, which is located to the east and south east of JPRC.

Table (2): Max hourly average, Max daily average and Annual average for SO_2 at ETC site.

Gas	Site name	Max .Hourly average(ppm)	Max .Daily average(ppm)	Annual average(ppm)
SO_2	ETC	0.363	0.057	0.008
Maximum limits stated in JS 1140/2006				
Gas	Hourly limit (ppm)	Daily limit (ppm)	Yearly limits (ppm)	
SO_2	0.300	0.140	0.040	

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

١. مقدمـــــة

تتعرض بلدة الهاشمية في محافظة الزرقاء لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكبريت الناجم 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 لتوليد الكهرباء.
- مصانع الحديد وصهر المعادن (شركة رام الله لصناعة الحديد والصلب والشركة العربية للحديد والصلب).

الشكل رقم (١-١): مصفاة البترول الأردنية

ينبعث غاز ثاني أكسيد الكبريت من مصفاة البترول نتيجة لعمليات حرق الوقود. بينما ينبعث من محطة السمرا لتوليد الكهرباء و محطة الزرقاء لتوليد الكهرباء نتيجة لحرق الوقود خاصة عند حرق الديزل بدل الغاز الطبيعي وذلك لتوليد الطاقة الكهربائية.

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 ٢٠١٩ – كانون أول ٢٠١٩) مع مركز المياه والبيئة في الجمعية العلمية الملكية للقيام بذلك.

١-١ أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة والتي استمرت لمدة عام كامل إلى:

- ❖ تحديد مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت في بلدة الهاشمية / محافظة الزرقاء خلال فترة الرصد لسنة ٢٠١٩ ومقارنتها بالحدود المنصوص عليها في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط (جدول رقم (١ – ١)).
- ❖ مقارنة نتائج مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت لسنة ٢٠١٩ بمستوياته 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 ٢٠١٩ الى كانون أول ٢٠١٩.

جدول رقم (١-١): الحدود القصوى المسموح بها لغاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط (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	----

١-٢ ملوثات الهواء المحيط التي تم رصدها في الدراسة (ثاني أُكسيد الكبريت (SO_2))

تم توقف رصد كافة الملوثات في جميع مواقع الرصد ما عدا غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي لفترة الدراسة الحالية (كانون ثاني ٢٠١٩ - كانون أول ٢٠١٩)، مع استمرار رصد سرعة و اتجاه الرياح و درجة الحرارة و الرطوبة النسبية في هذا الموقع، وذلك لانقطاع التيار الكهربائي عن موقعي الرصد في مدسة ام شريك و مدرسة أمينة الغفارية و لتجديد و صيانة عدد من أجهزة الرصد.

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.

١-٣ موقع الرصد

يبين الجدول (١ – ٢) موقع مركز التدريب الكهربائي بالإضافة إلى بعد واتجاه مصادر التلوث بالنسبة لموقع الرصد. ويوضح الشكل رقم (٢-١) خارطة منطقة الهاشمية وموقع 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 موقع الرصد بحيث يغطي أهم التجمعات السكانية القريبة من المصادر الرئيسة الثابتة لتلوث الهواء المحيط في منطقة الهاشمية والواقعة تحت تأثير اتجاه الرياح السائدة بالنسبة لمصادر التلوث.

جدول رقم (١ – ٢): موقع رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في منطقة الهاشمية/ الزرقاء

موقع الرصـد	مصادر التلوث	بُـعد واتجاه مصادر التلوث بالنسبة لموقع الرصد
مركز التدريب الكهربائي	- 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

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

١-٤ أسلوب العمل وأجهزة القياس المستخدمة

يبين الجدول رقم (٣-١) الجهاز المستخدم لرصد غاز ثاني أكسيد الكبريت ومبدأ عمله وأهم المواصفات الفنية له والعوامل الجوية في موقع مركز التدريب الكهربائي، ومبدأ عمل كل منها وأهم المواصفات الفنية لكل جهاز. يتمّ رصد تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت باستخدام أجهزة تحليل غازات أوتوماتيكي، حيث ياخذ الجهاز عينات من الهواء المحيط بشكل متواصل، تحلل هذه العينات وتخزن نتائج التحليل على شكل معدلات ساعيّة لتركيز الغاز في الهواء المحيط. تتم معايرة جهاز الرصد دورياً باستخدام غازات معايرة بتركيز محدد للتأكد من دقة عمل الجهاز وتعديل استجابته وصيانته عند الضرورة.

جدول (١ – ٣): الجهاز المستخدم في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي.

اسم الجهاز ومبدأ عمله	عمل الجهـــاز	مواصفات فنية
Sulfur Dioxide Analyzer UV- Fluorescence	رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط بشكل متواصل	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

ومن الجدير بالذكر أن قسم دراسات الهواء حاصل على الاعتماد الأردني في ISO-(١٧٠٢٥:٢٠١٧) شهادة رقم (JAS-TEST-075) من قبل وحدة الاعتماد الوطني (JAS) لقياس غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في الهواء المحيط.

٢. نتائج الدراسة

٢-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

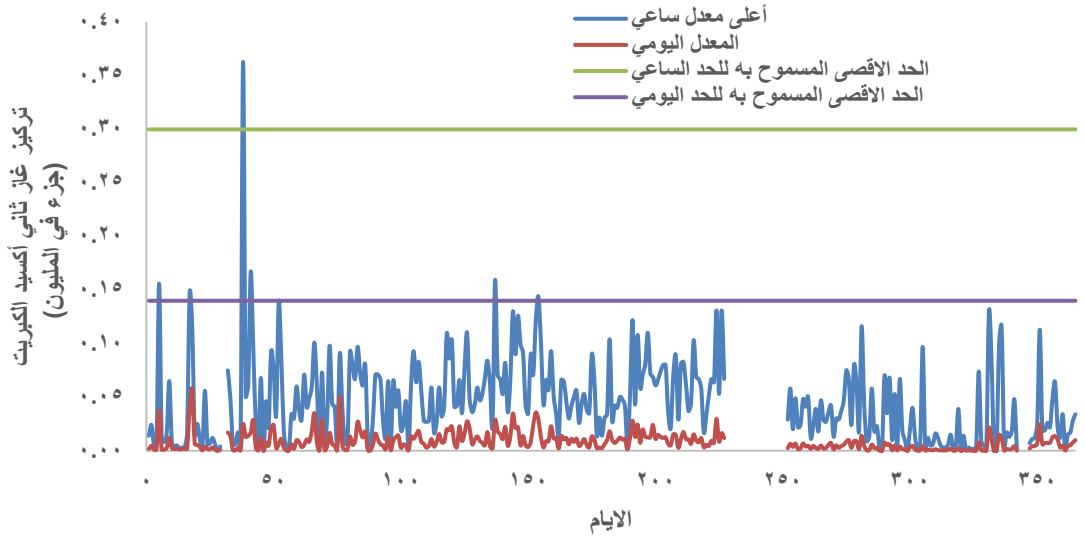
المصدر الرئيس لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكبريت في منطقة الهاشمية هو مصفاة البترول نتيجة لحرق وتكرير الوقود الثقيل الذي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت وباحتمالية أقل محطة الزرقاء ومحطة السمرا لتوليد الكهرباء عند حرق الديزل بدلاً من الغاز الطبيعي.

كانت تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي ضمن الحد اليومي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط رقم ١١٤٠/ ٢٠٠٦، في حين سُجل تجاوزاً ساعياً واحداً اي ما نسبته ٠,٠١٢%، ووصل أعلى معدل ساعي لغاز ثاني أكسيد الكبريت في هذا الموقع إلى ٠,٣٦٣ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٩/٢/٧ (الساعة التاسعة صباحاً)، وبلغ أعلى معدل يومي ٠,٠٥٧ جزء في المليون والذي سجل بتاريخ ٢٠١٩/١/١٨ (الأشكال رقم ((٢-١) و(٢-٢) و (٢-٣)). علما ان العدد المسموح به لتجاوز حد المعدل الساعي لهذا الغاز هو ٣ مرات خلال أي ١٢ شهراً استناداً للقاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

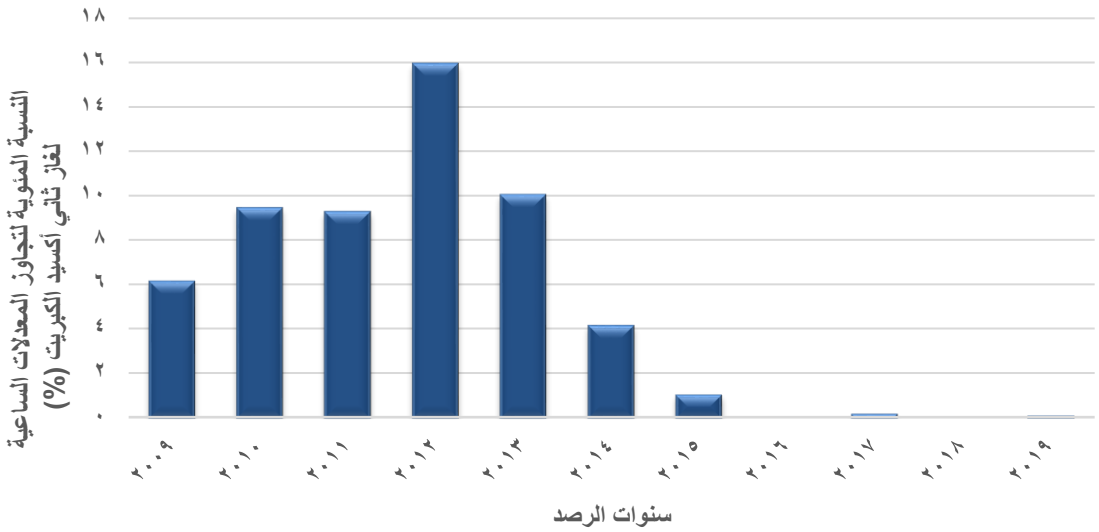
سُجلت أعلى تراكيز لغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهري تموز وأيار ٢٠١٩. فقد بلغ المعدل الشهري خلال هذين الشهرين ٠,٠١٣ جزء في المليون، حدث انقطاع في رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال شهر آب ٢٠١٩ لأسباب فنية تتعلق بصيانة جهاز الرصد أو لانقطاع التيار الكهربائي لذلك لم يتم إحتساب المعدل الشهري لهذا الشهر كما هو موضح في الشكل رقم (٢-٤).

وبلغ المعدل السنوي لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٩ ٠,٠٠٨ جزء في المليون وكان ضمن الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية والبالغ ٠,٠٤ جزء في المليون.

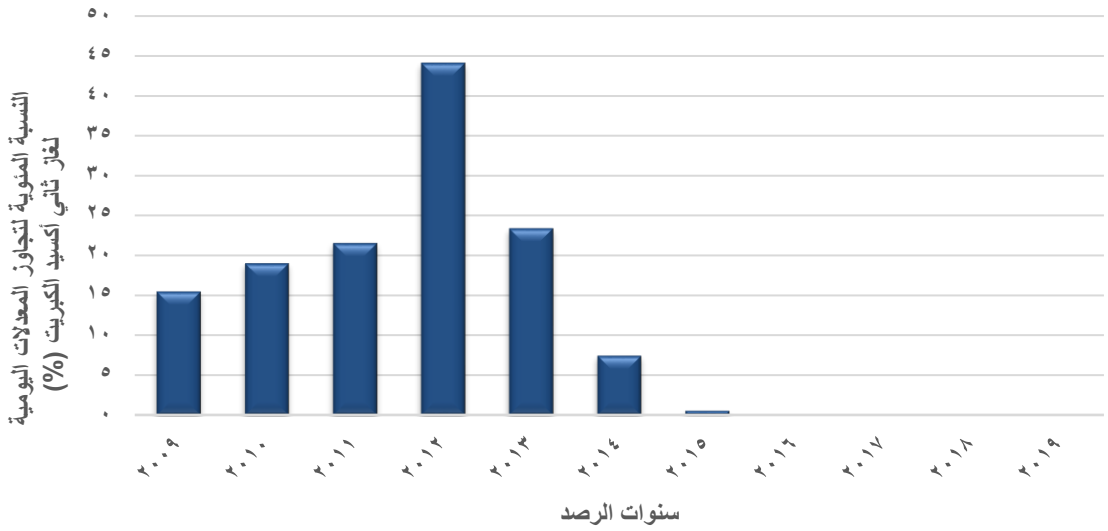
الشكـل (٢-١): المعدلات اليوميّة والمعدلات الساعيّة القصوى المسجلة يومياً لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.



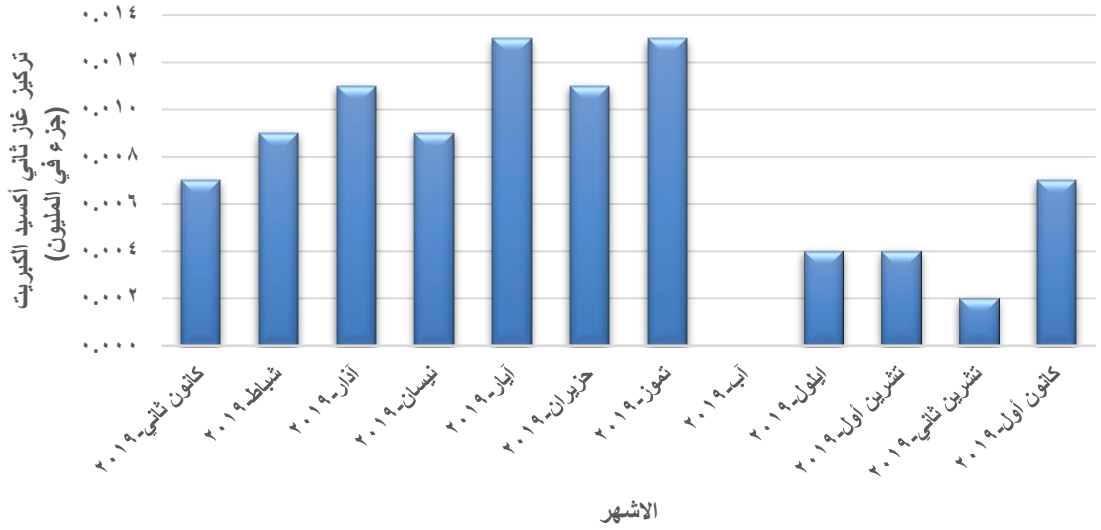
الشكـل (٢-٢): نسب تجاوز المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٩).



الشكـل (٢-٣): نسب تجاوز المعدلات اليومية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت للحد المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية لنوعية الهواء المحيط في موقع مركز التدريب الكهربائي، (٢٠٠٩ – ٢٠١٩).



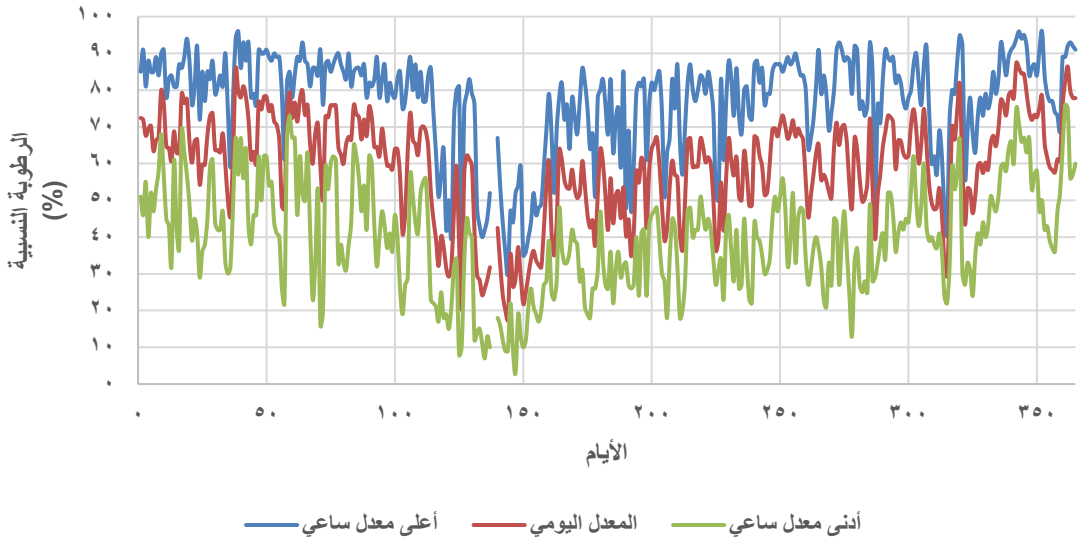
الشكـل (٢-٤): المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.



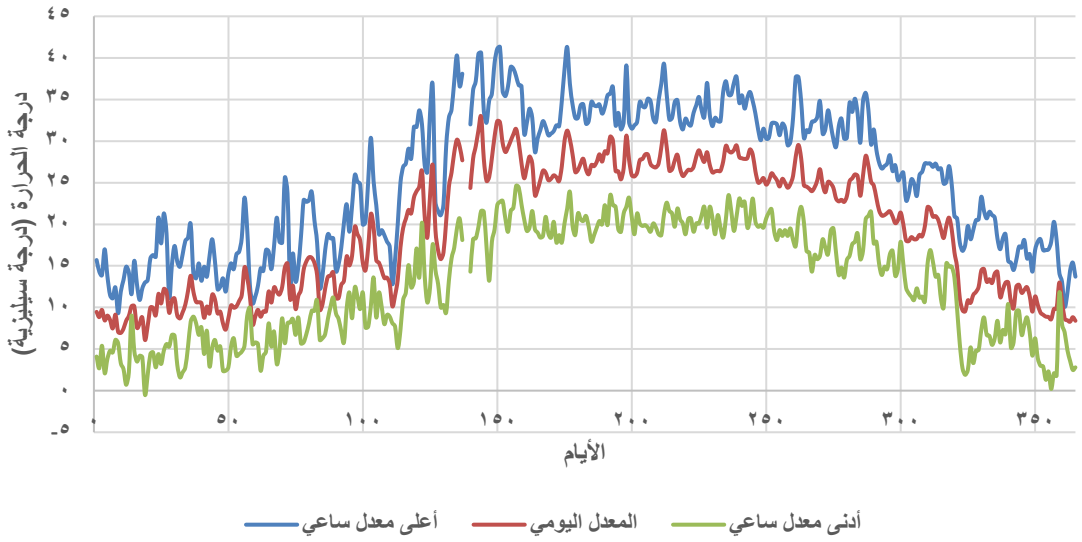
٢-٢ درجة الحرارة والرطوبة النسبية

تم رصد درجة الحرارة والرطوبة النسبية في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩، وتظهر الأشكال رقم (٢-٥ و ٢-٦) المعدلات اليومية وأعلى وأدنى المعدلات الساعية في موقع الرصد.

الشكل رقم (٢-٥): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي للرطوبة النسبية في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.



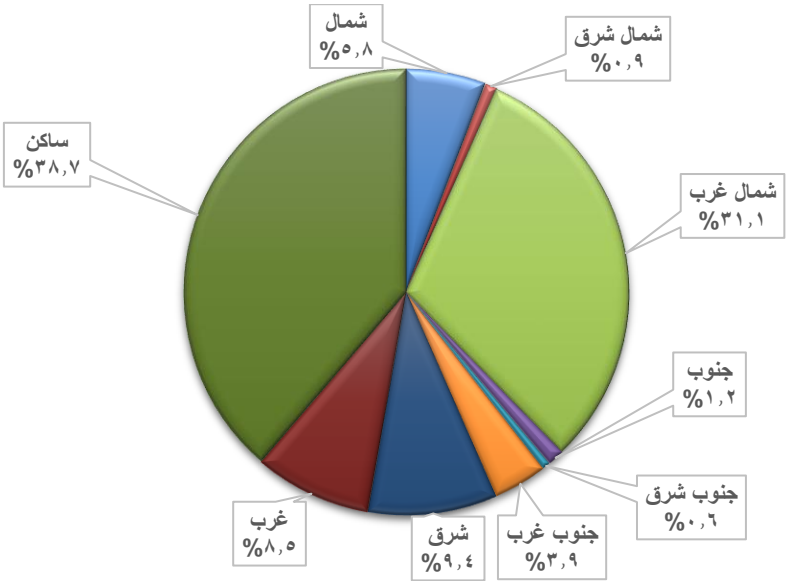
الشكل رقم (٢-٦): المعدلات اليومية وأدنى وأعلى معدل ساعي لدرجة الحرارة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.



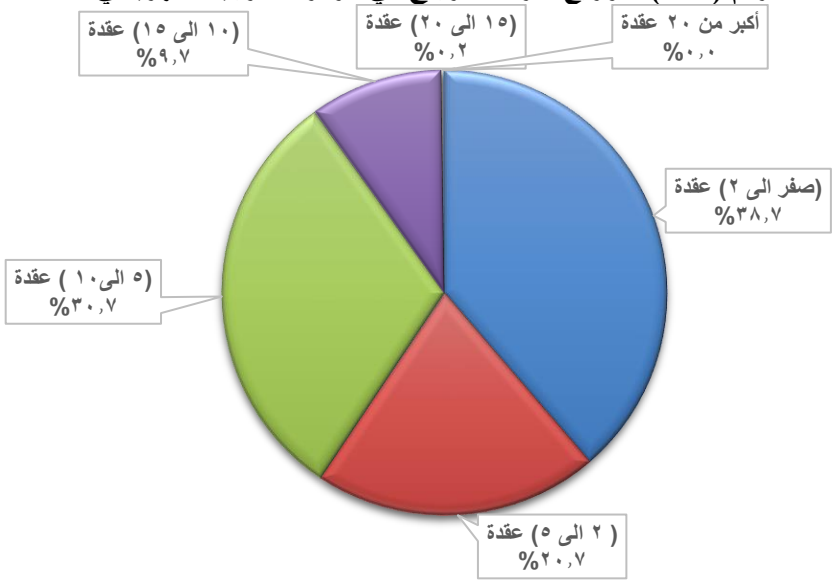
٢-٣ سرعة واتجاه الرياح

تم رصد سرعة واتجاه الرياح في موقع مركز التدريب الكهربائي، وتظهر الأشكال رقم (٢-٧ و ٢-٨) توزيع اتجاه وسرعة الرياح خلال عام ٢٠١٩. أظهرت نتائج الرصد أن الرياح الساكنة هي الرياح السائدة في منطقة الهاشمية بنسبة ٣٩% تليها الرياح الشمالية الغربية بنسبة ٣١%. وقد سادت الرياح التي تقل سرعتها عن ٢ عقدة خلال فترة الرصد حيث بلغت نسبتها ٣٩% تلتها الرياح التي تقع سرعتها بين ٥-١٠ عقدة بنسبة ٣١%.

الشكل رقم (٢-٧): توزيع اتجاه الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.

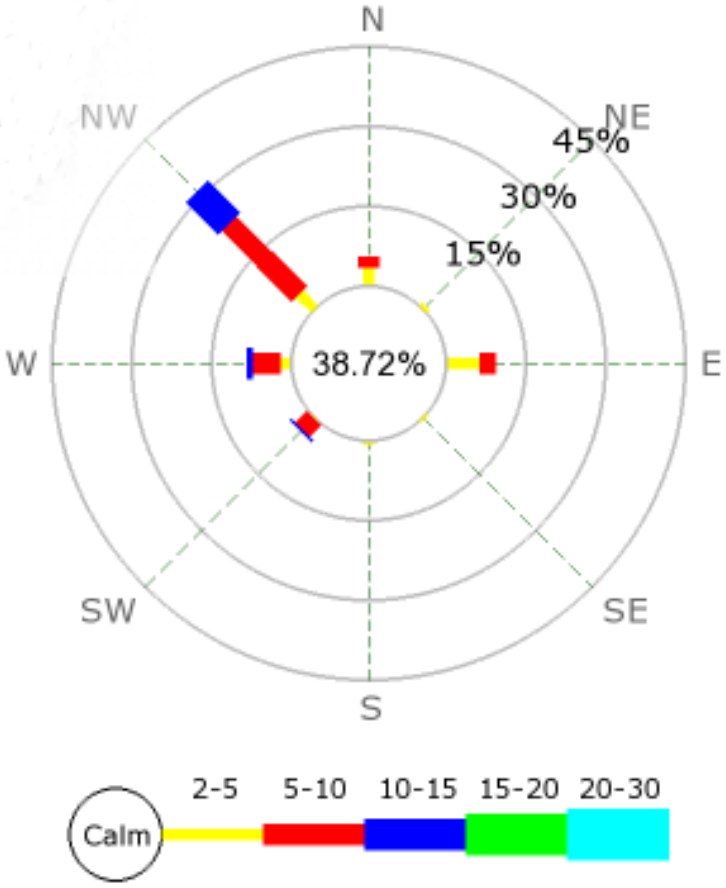


الشكل رقم (٢-٨): توزيع سرعة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.



يبين الشكل رقم (٢-٩) 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 الغربي.

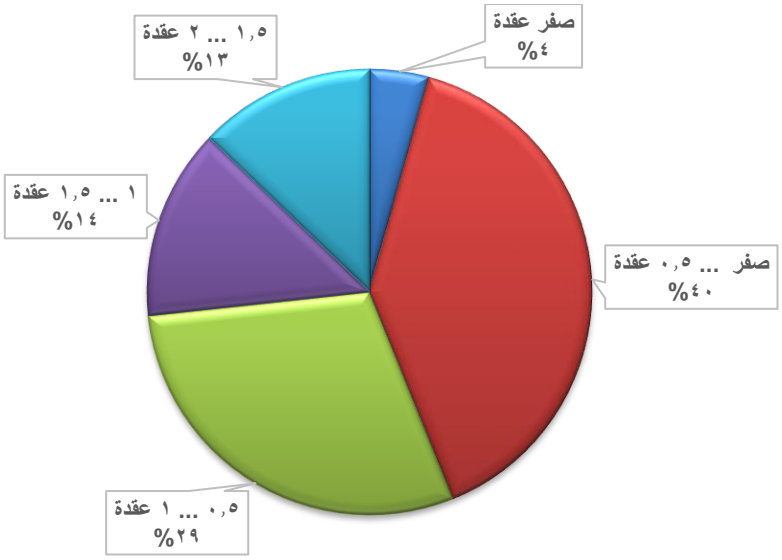
الشكل رقم (٢-٩): مخطط لوردة الرياح في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.



٣. مناقشة نتائج الدراسة

تواجدت الرياح الساكنة بسرعة صفر عقدة بنسبة (٤%) من مجموع نسبة الرياح الساكنة التي تقل سرعتها عن ٢ عقدة في منطقة الهاشمية في معظم أيام الرصد كما هو مبين في الشكل رقم (٣-١) أدناه حيث تعمل هذه الرياح على تراكم تراكيز الملوثات حول المصدر المنبعثة منه دون نقلها إلى مسافات بعيدة مشكلةً بذلك ما يشبه الغيمة تزداد مساحتها ومحتواها من الملوثات كلما طالت فترة سكون الرياح. مما يعني أن مواقع الرصد المحيطة بمصدر التلوث الثابت أصبحت معرضة للتلوث ليس فقط بالغازات المنبعثة من المصدر نفسه (مداخن (Point Stationary Sources) أو/و انبعاثات من مصادر أخرى (Fugitive Emissions)) وإنما من الغيمة التي تشكلت نتيجة لسكون الرياح.

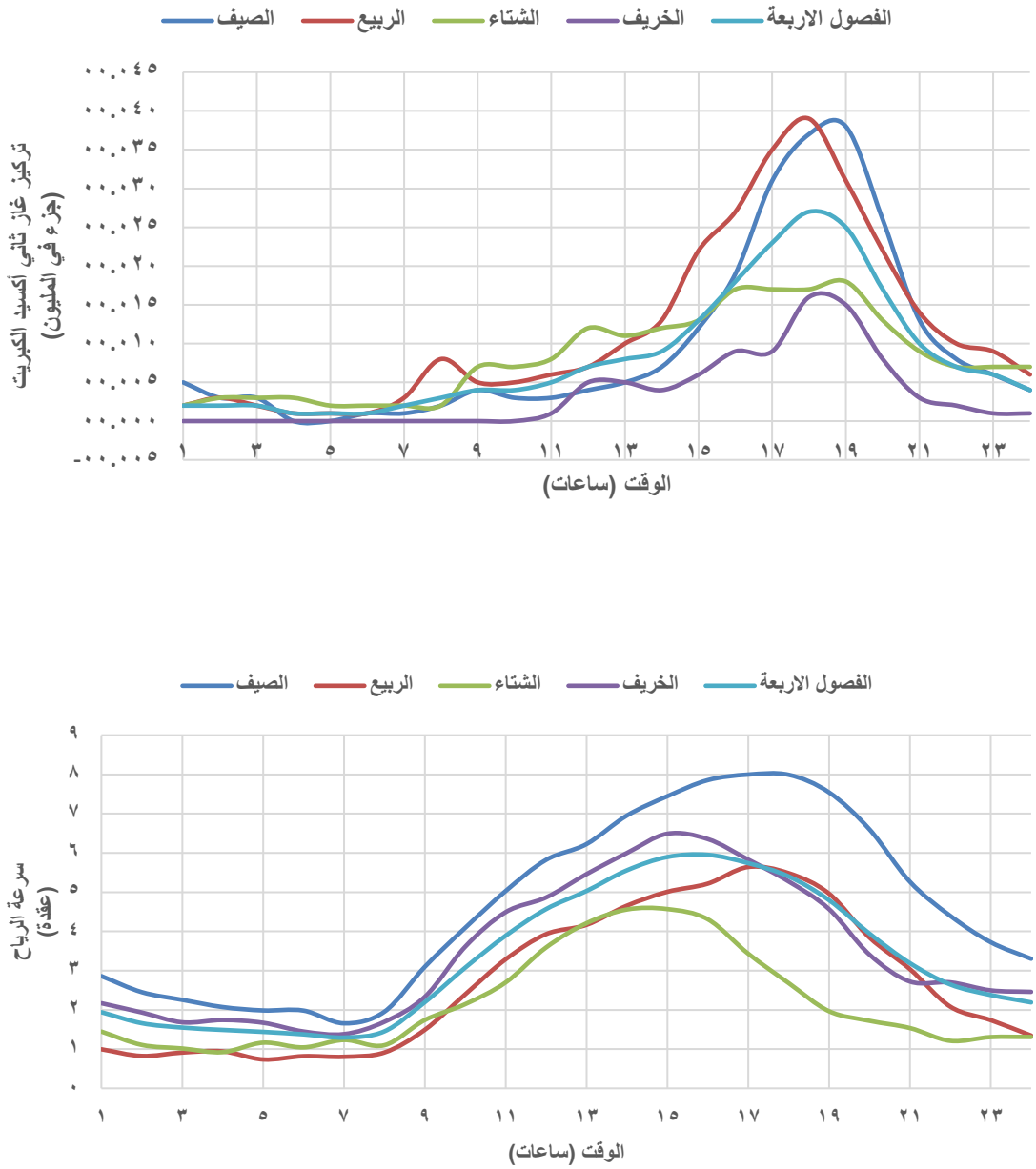
الشكل رقم (٣-١): توزيع سرعة الرياح الساكنة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي خلال عام ٢٠١٩.



٣-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

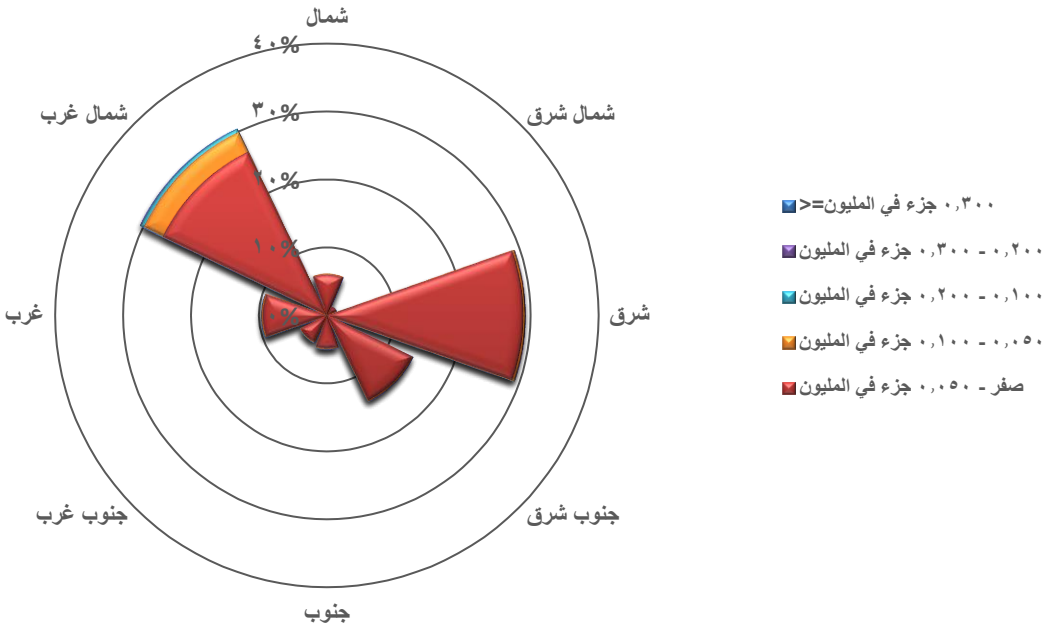
يُبيّن الشكل رقم (٣-٢) معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح خلال كل ساعة من ساعات اليوم في موقع مركز التدريب الكهربائي، حيث يلاحظ أن مستويات هذا الغاز في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي تتناسب طردياً مع سرعة الرياح حيث تصل إلى أعلى مستوياتها في مركز التدريب الكهربائي عند الساعة السادسة مساءً.

الشكل رقم (٣-٢): معدلات تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وسرعة الرياح لكل ساعة من ساعات اليوم في مركز التدريب الكهربائي، خلال عام ٢٠١٩.



يبين الشكل رقم (٣-٣) أدناه توزيع للمعدلات الساعية مع اتجاه الرياح خلال عام ٢٠١٩ لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي، حيث يلاحظ بأن تراكيز هذا الغاز في هذا الموقع كانت منخفضة حيث كانت معظم النتائج ما بين صفر الى ٠,٠٥ جزء من المليون، ويظهر الشكل (٣-٣) أن موقع الرصد والذي يقع جنوب شرق مصدر التلوث (مصفاة البترول) قد تأثر بإنبعاثاتها من غاز ثاني أكسيد الكبريت أثناء هبوب الرياح الشمالية الغربية.

الشكل رقم (٣-٣): توزيع المعدلات الساعية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي مع اتجاه الرياح خلال فترة الرصد خلال عام ٢٠١٩.

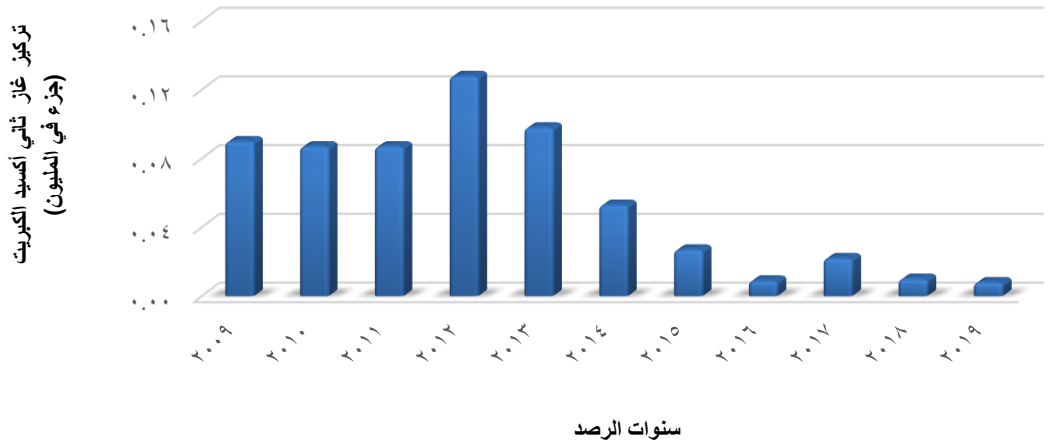


٤. مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة

٤-١ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

بمقارنة نتائج رصد غاز ثاني أكسيد الكبريت خلال الدراسة الحالية بالدراسات السابقة في موقع الرصد في مركز التدريب الكهربائي (شكل رقم (٤-١))، لوحظ خلال فترة الدراسة الحالية انخفاض تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت عن فترة الرصد السابقة، و كان ضمن الحد السنوي المنصوص عليه في القاعدة الفنية الأردنية رقم ٢٠٠٦/١١٤٠.

الشكل رقم (٤-١): مقارنة بين المعدلات السنوية لغاز ثاني أكسيد الكبريت المسجلة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ - ٢٠١٩)



كما يلاحظ تأثير توقف محطة الحسين الحرارية عن العمل سنة ٢٠١٦، و التي كانت تستعمل الوقود الثقيل لتوليد الطاقة الكهربائية على تحسن مستوى غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء المحيط لمنطقة الهاشمية. حيث انخفضت المعدلات السنوية بشكل ملحوظ في موقع مركز التدريب الكهربائي منذ سنة ٢٠١٦ للسنة الحالية ٢٠١٩.

٤-٢ سرعة واتجاه الرياح

يبين الجدول (٤-١) أدناه توزيع اتجاه الرياح في منطقة الهاشمية للسنوات (٢٠٠٩-٢٠١٩) حيث يلاحظ إنخفاض نسبة الرياح الساكنة إلا انها بقيت الرياح السائدة في منطقة الهاشمية ولوحظ إرتفاع نسبة الرياح الشمالية الغربية عن السنة السابقة.

جدول (٤-١): مقارنة بين إتجاه الرياح السائدة و سرعة الرياح السائدة في موقع مركز التدريب الكهربائي خلال سنوات الرصد (٢٠٠٩ -٢٠١٩).

السنة	اتجاه الرياح السائدة و نسبتها
٢٠١٩	ساكنة (٣٨ %) شمالية غربية (٣١ %) شرقية و غربية (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 ٢٠١٩ وفترات الرصد السابقة.

الشهر	اتجاه الرياح السائدة	سرعة الرياح السائدة	توزيع أتجاه الرياح (%)										توزيع سرعة الرياح (عقدة) (%)					
			شمالي	ش.شرقي	ش.غربي	جنوبي	ج.شرقي	ج.غربي	شرقي	غربي	ساكن	٢-٠	٥-٢	١٠-٥	١٥-١٠	٢٠-١٥	٢٠<
كانون الثاني ٢٠١٩	ساكن	٢-٠	٠,٤	٠,١	١٢,٠	١,٥	٠,٨	٧,١	١٤,٣	١٤,٤	٤٩,٥	٤٩,٥	٢٠,٢	٢٢,٩	٦,٦	٠,٩	٠,٠
شباط ٢٠١٩	ساكن	٢-٠	٢,١	٠,٧	١٩,٨	١,٢	١,٠	٧,٧	١٦,٨	٦,٣	٤٤,٤	٤٤,٤	٢٢,٥	٢٩,٩	٣,٣	٠,٠	٠,٠
آذار ٢٠١٩	شمالي غربي	٢-٠	٢,٦	٠,٥	٣٧,٤	٢,٢	١,٢	٩,٠	٥,٥	٤,٣	٣٧,٣	٣٧,٣	١٩,٨	٣٠,٧	١٢,٣	٠,٠	٠,٠
نيسان ٢٠١٩	ساكن	٢-٠	٥,٦	٠,٧	٣٠,٤	١,٨	٠,٦	٥,١	١١,٣	٨,٢	٣٦,٤	٣٦,٤	٢٢,٤	٣٣,٨	٧,٤	٠,١	٠,٠
أيار ٢٠١٩	شمالي غربي	٢-٠	٩,٧	١,٥	٣٦,٠	١,٣	١,٢	٢,٢	٩,٨	٢,٨	٣٥,٥	٣٥,٥	٢٢,٩	٣٠,٢	١١,٣	٠,١	٠,٠
حزيران ٢٠١٩	شمالي غربي	١٠-٥	١١	٠,٧	٤٤,١	٠,١	٠,١	١,٣	٣,٥	١٤,٣	٢٤,٩	٢٤,٩	٢١,٧	٤٠,١	١٣,٢	٠,١	٠,٠
تموز ٢٠١٩	شمالي غربي	١٠-٥	٩,٣	٠,٤	٤٨,٢	٠,٠	٠,٠	٠,٨	٠,٨	١٦,٧	٢٣,٨	٢٣,٨	١٩,٤	٤١,١	١٥,٨	٠,٠	٠,٠
آب ٢٠١٩	شمالي غربي	١٠-٥	١٣,٨	٠,٣	٥٧,٨	٠,٠	٠,٠	٠,١	١,٦	٦,٧	١٩,٦	١٩,٦	١٨,٢	٣٩,٧	٢٢,٦	٠,٠	٠,٠
أيلول ٢٠١٩	شمالي غربي	١٠-٥	٩,٢	٢,٤	٤٨,٣	٠,٣	٠,١	٠,١	٤,٠	٩,٣	٢٦,٣	٢٦,٣	٢٤,٧	٣٦,٩	١٢,١	٠,٠	٠,٠
تشرين الأول ٢٠١٩	ساكن	٢-٠	٣,٥	٢,٧	٢٤,٦	٢,٠	٠,٩	٠,٨	١١,٨	٧,٩	٤٥,٧	٤٥,٧	٢٦,٦	٢١,٨	٥,٨	٠,١	٠,٠
تشرين الثاني ٢٠١٩	ساكن	٢-٠	١,٠	٠,٤	٤,٥	٠,٤	١,٠	٠,١	٢٨,٤	١,٤	٦٢,٩	٦٢,٩	١٦,٦	١٩,١	١,٥	٠,٠	٠,٠
كانون الأول ٢٠١٩	ساكن	٢-٠	٠,٧	٠,٣	٨,٩	٣,٤	٠,٠	١٢,٤	٥,٦	٩,٧	٥٩,١	٥٩,١	١٣,٥	٢٢,٦	٣,٧	١,١	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٩ - كانون أول ٢٠١٩)	ساكن	٢-٠	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	٠,٠٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٨ - كانون أول ٢٠١٨)	ساكن	٢-٠	١,٧	٠,٥	١٦,٧	٠,٥	٠,٣	١,٧	٦,٢	٢٦,٣	٤٦,٠	٤٦,٠	٢٤,٦	٢٧,٣	٢,٠	٠,٠	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٧ - كانون أول ٢٠١٧)	ساكن	٢-٠	٠,٨	٠,٦	٨,٦	٠,٦	١,٩	٠,٨	٣,٨	٢٧,٩	٤٨,٥	٤٨,٥	٢٠,١	٢٣,٣	١,٤	٠,٠	٠,٠
سنوي (شباط ٢٠١٦ - كانون ثاني ٢٠١٧)	ساكن	٢-٠	٠,٣	٠,٥	١٨,٤	٠,١	٦,٣	١,٦	٠,٧	٢٩,٠	٤٣,١	٤٣,١	٢١,٢	٣٢,٧	٢,٨	٠,٢	٠,٠
سنوي (شباط ٢٠١٥ - كانون ثاني ٢٠١٦)	ساكن	٢-٠	٠,٤	٢,٦	٢٠,٨	٠,٩	٥,٦	٥,٢	١,٩	٢٢,٠	٤٠,٧	٤٠,٧	١٩,٩	٣١,١	٥,٢	٢,٨	٠,٤
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٤ - كانون أول ٢٠١٤)	ساكن	٢-٠	٠,٦	٠,٦	٢٢,٦	٠,٢	٢,٩	٤,٠	٠,٥	٢١,٥	٤٧,٢	٤٧,٢	٢٢,٤	٢٧,٧	٢,٧	٠,١	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٣ - كانون أول ٢٠١٣)	ساكن	٢-٠	٠,٩	٠,٩	١٧,٣	٠,١	٣,٠	٣,٤	٠,٨	٢٣,٦	٥٠,٠	٥٠,٠	١٩,٣	٢٧,٦	٣,١	٠,١	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٢ - كانون أول ٢٠١٢)	ساكن	٢-٠	٠,٣	٠,٧	٨,٣	٠,٧	٣,٩	١١,٨	٠,٥	١٩,٧	٥٤,٣	٥٤,٣	٢٥,٧	١٨,٧	١,٣	٠,٠	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١١ - كانون أول ٢٠١١)	ساكن	٢-٠	٨,٤	٥,٣	٢٠,٢	١,٨	٦,٦	١١,٧	٣,٠	١٢,٤	٣٠,٥	٣٠,٥	٢٨,٩	٢٩,٢	١٠,٦	٠,٧	٠,٠
سنوي (كانون ثاني ٢٠١٠ - كانون أول ٢٠١٠)	ساكن	٢-٠	٤,٥	٨,٧	١٦,٠	٠,٥	٥,٣	٨,٠	٣,٢	١١,٧	٤٢,١	٤٢,١	٢٣,٩	٢٧,٩	٥,٤	٠,٤	٠,٤
سنوي (كانون ثاني ٢٠٠٩ - كانون أول ٢٠٠٩)	ساكن	٢-٠	١,٨	٠,١	٢٤,١	٣,٩	٨,٢	٤,٨	٢,٢	٢١,٤	٣٣,٤	٣٣,٤	٢٠,٨	٢٨,١	١٦,٢	١,٥	٠,١
سنوي (كانون ثاني ٢٠٠٨ - كانون أول ٢٠٠٨)	ساكن	٢-٠	١,٣	١,٦	٢٦,٠	٢,٣	٦,٨	٥,٧	٢,٣	١٨,٣	٣٥,٦	٣٥,٦	٢٥,٥	٢٩,٨	٨,٢	٠,٨	٠,٢
سنوي (تشرين ثاني ٢٠٠٦ - تشرين أول ٢٠٠٧)	ساكن	٢-٠	١,١	٢,٤	١٣,٧	٢,٣	٤,٩	٧,٧	٥,٥	٢٨,٩	٣٣,٤	٣٣,٦	٣٢,٥	٢٨,٦	٤,٧	٠,٦	٠,١
سنوي (تشرين ثاني ٢٠٠٥ - تشرين أول ٢٠٠٦)	غربي	٥-٢	١,٠	٢,٣	١٠,٢	١,٥	٤,١	٨,٩	٤,٣	٣٧,٤	٣٠,٤	٣٠,٦	٣٣,٢	٣١,٩	٣,٨	٠,٣	٠,٢
سنوي (تشرين ثاني ٢٠٠٤ - تشرين أول ٢٠٠٥)	غربي	٥-٢	٠,٨	٢,٦	٤,٧	١,٧	٤,٤	١٢,١	٥,٥	٣٨,٠	٣٠,٣	٣٠,٤	٣٢,٣	٣٠,٤	٦,١	٠,٧	٠,١

٥. التوصيـــات

تؤكد نتائج الدراسة الحالية على ضرورة تطبيق التوصيات التالية:

- يوصى بتوسيع دائرة الرصد من حيث عدد الملوثات المرصودة بحيث تشمل الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$)، والكربون الاسود والأوزون.
- 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 موقع الرصد بحيث يكون ممثلاً ومتلائماً مع النقاط المتوقع تسجيل التراكيز الأعلى لغاز ثاني أكسيد الكبريت 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.
- 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.
- تجدر الإشارة إلى أن المصفاة تعمل على زيادة سعتها الإنتاجية من خلال مشروع التوسعة الرابع ويجب أن يؤخذ بعين الاعتبار الانبعاثات التي ستنجم عن هذه التوسعة في المستقبل على برنامج الرصد.

ملحـــق (١)

برامج الصيانة الدورية والمعايرة لأجهزة القياس المستخدمة

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

Equipment model	PM	Frequency
AF 22M	Replacement of sample inlet filter	Biweekly
	Check of electrical parameters	Monthly
	Replacement of internal zero filter cartridge	Annually
	Check of pump valves and diaphragms	6 months
	Replacement of kicker zero filter cartridge	Not required; the changed inlet zero filter will be installed to replace it.
	Replacement of UV lamp	When required depending on the voltage reading.

Table 2: The schedule and type of calibration.

No.	Equipment name	Calibration type
1	**Sulfur dioxide**	- Check of zero point This operation consists of comparing the monitor response for zero air. *Frequency:* When required by using external zero source. - 1-point calibration This is a procedure for checking and correcting the response of the monitor at a span point. *Frequency:* monthly ± 2 weeks.
4	**Weather parameters**	- Verification only on the wind direction This procedure is conducted manually by directing the sensor to a specific direction, comparing the results that appeared on the screen with the actual direction and adjusting the wind direction sensor offset if needed. *Frequency*: annually

ملحـــق (٢)

قيم الارتياب لأعلى المعدلات الساعية واليومية المُسجلة لغاز ثاني أكسيد الكبريت في موقع مركز التدريب الكهربائي

تم حساب قيمة الارتياب في فترة الثقة ٩٥% لأعلى معدل ساعي وأعلى معدل يومي لفترة الدراسة الحالية (خلال عام ٢٠١٩) لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي بالإعتماد على تعليمات العمل التي تم وضعها من قبل قسم دراسات الهواء في الجمعية العلمية الملكية. علماً بأن حساب قيمة الارتياب لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي 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 لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مركز التدريب الكهربائي.

الملوث	وحدة القياس	أعلى معدل ساعي	قيمة الارتياب
غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٣٦٣	٠,٠٣٣

الملوث	وحدة القياس	أعلى معدل يومي	قيمة الارتياب
غاز ثاني أكسيد الكبريت	جزء في المليون	٠,٠٥٧	٠,٠٠٤