

نمذجة أخطار نوعية الهواء وتأثيرها في صحة مرضى الجهاز التنفسي في محافظة أسيوط باستخدام مرئيات Landsat-8 & Sentinel 5P وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية

* محمد هاني سعيد^١، أحمد علي أحمد^١، خالد محمد مذكور^٢

١- قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة أسيوط-أسيوط.

mohamed.hany13474@aun.edu.eg & ahmed.ali@aun.edu.eg

٢- قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة عين شمس-القاهرة.

khaled.madkour@art.asu.edu.eg

الملخص:

تتعرض محافظة أسيوط لمعدلات مرتفعة من ملوثات الهواء والتي تؤثر بشكل مباشر على زيادة انتشار حالات أمراض الجهاز التنفسي وما قد ينجم عنها من وفيات إذا زاد تدهورها دون العمل على معالجة الحالات المرضية في وقت مبكر. وتتناول الدراسة الحالية تحليل العلاقة المكانية بين نوعية الهواء وأمراض الجهاز التنفسي بمحافظة أسيوط على مستوى مراكز المحافظة خلال الفترة ٢٠١٨-٢٠٢٠، وتهدف الدراسة إلى استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في نمذجة ورصد نوعية وملوثات الهواء وترابطها المكاني مع أمراض الجهاز التنفسي والوفيات الناجمة عنها في محافظة أسيوط، وذلك باستخدام مرئيات الأقمار الصناعية من نوع Sentinel-5P & Landsat-8 لرصد ونمذجة ملوثات ونوعية الهواء بمراكز محافظة أسيوط. وانتهت الدراسة إلى أن النطاق الممتد بين شمال ووسط مركز أسيوط (مدينة أسيوط) يمثل أعلى درجات الخطورة للإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والتعرض للوفاة نتيجة تلك الأمراض كنتيجة لتركز ملوثات الهواء وسوء نوعيته في ذلك النطاق، وهو ما ينتج عن تركيز مصادر تلوث الهواء في ذلك النطاق وإلى الغرب منه، ودور الرياح الشمالية الغربية التي تسود في هذه المنطقة بنسبة ٣٦,٩% في نقل ملوثات الهواء من مصادرها إلى داخل المدينة وزيادة معاملات الخطورة.

الكلمات المفتاحية: نوعية الهواء - أمراض الجهاز التنفسي - محافظة أسيوط

المقدمة:

وقد أكدت معظم الدراسات المعنية بتلوث الهواء وآثاره، أن التعرض للجسيمات العالقة (TSP) والعوالق الدقيقة (PM10) - التي يساوي قطرها أو يقل عن ١٠ ميكرون والعوالق الدقيقة التي يقل قطرها عن ٢,٥ ميكرون (PM2.5) - يزيد من معدل الوفيات لأمراض القلب والجهاز التنفسي؛ لصغر حجمها وقدرتها على اختراق الجهاز التنفسي. وتعد حسابات متوسط تركيز الجسيمات الدقيقة ذات القطر ٢,٥ ميكرون من المؤشرات الأكثر ارتباطاً بدراسات تقييم المخاطر الصحية الناجمة عنه. وترتبط أمراض الجهاز التنفسي ارتباطاً وثيقاً بظروف المناخ والتي تؤدي إلى تفاقم أمراضه وبخاصة بين الأفراد الذين يعانون من ظروف صحية متدنية موجودة

يتزايد تأثير تلوث الهواء على صحة وحيات المواطنين في مصر بسبب عدم كفاية المعلومات عن طبيعة هذا التلوث وأخطاره، كما أن هناك نقصاً في المعايير والإجراءات الوقائية المناسبة لحمايتهم، مما يجعلهم أكثر عرضة لكثير من الأمراض. ووفقاً لمؤشرات منظمة الصحة العالمية (WHO) لعام ٢٠١٦، فقد تسبب تلوث الهواء في وفاة ٦٧٤٣٤ مصرياً خلال عام ٢٠١٦. وتقدر تكلفة عبء تلوث الهواء بنحو ٣,٥٨٪ من الناتج المحلي الإجمالي السنوي، وفقاً لتقرير صادر عن البنك الدولي في عام ٢٠١٣. وتعتمد نوعية الهواء على مدى التلوث الموجود به، سواء كانت شوائب غازية أم صلبة أم سائلة فتؤثر في نوعية الهواء أو تركيبه.

عرض ٥٢٦'٤٥، و ٥٢٧'٤٥ شمالاً، وخطي طول ٥٣٠'٤٥، و ٥٣١'٤٥ شرقاً، وتبلغ مساحة المحافظة الكلية نحو ٢٥٩٢٦ كم^٢؛ والتي تمثل ٢,٥٩% من المساحة الكلية للجمهورية، وتصل مساحتها المأهولة نحو ١٥٦٢ كم^٢، ويبلغ عدد سكانها نحو ٤٣٨٣٢٨٩ نسمة وفقاً لتعداد ٢٠١٧، وتنقسم محافظة أسيوط إدارياً إلى ١١ مركزاً، و ٥٢ وحدة محلية، و ٢٣٥ قرية، ويبلغ ارتفاع منطقة الدراسة عن سطح البحر حوالي ٥٥ متراً تقريباً - شكل (١) - (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠١٨).

مشكلة وتساؤلات الدراسة:

تكمّن مشكلة الدراسة في عدم كفاية البيانات والمعلومات التي تتيحها الجهات المعنية عن حالة نوعية الهواء؛ بوصفها من أهم المشكلات البيئية التي تزداد حدتها بشكل طردي مع مصادر التلوث الناجمة عن الكثافة العمرانية الحضرية وزيادة الاستخدامات والأنشطة البشرية وما يترتب عليها من آثار بالغة الخطورة على الصحة العامة وزيادة تكلفة عبء تلوث الهواء بالنسبة للنتائج المحلي الإجمالي السنوي. وبالتالي فقد أصبحت الحاجة ملحة إلى دراسة لتقييم الوضع البيئي والمناخي لمخاطر نوعية الهواء على الصحة العامة وبخاصة مرضى الجهاز التنفسي. كما تتبلور مشكلة الدراسة في تساؤل رئيس: ما تأثير أخطار نوعية الهواء على صحة مرضى الجهاز التنفسي بمحافظة أسيوط؟ وينبثق من هذا التساؤل الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية، هي:

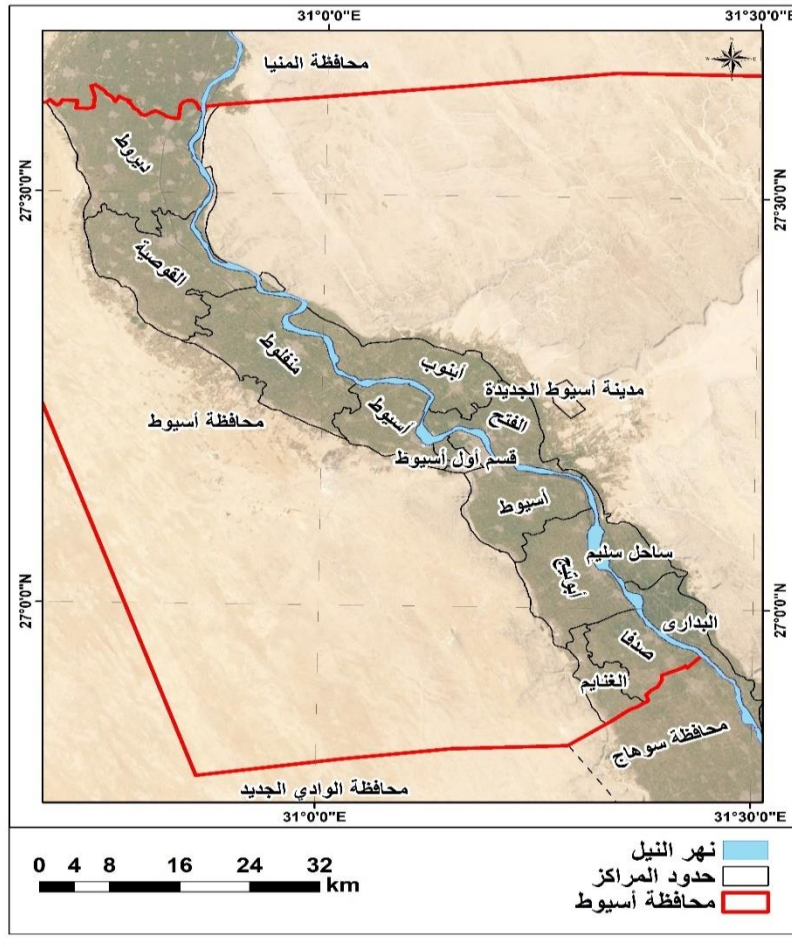
- ما الخصائص المناخية التي تميز منطقة الدراسة؟
- ما مصادر تلوث الهواء بمنطقة الدراسة ودورها في زيادة أخطار نوعية الهواء؟

- ما الخصائص العامة لنوعية الهواء في منطقة الدراسة؟
- ما التباينات المكانية - الزمانية لنوعية الهواء في المحافظة؟
- ما العلاقات الارتباطية بين نوعية الهواء ومرضى الجهاز التنفسي؟

سلفاً (EPA, 2011)؛ فيؤثر انخفاض درجة الحرارة سلباً عن طريق تضيق المسالك الهوائية التنفسية، وتسبب أشكاليات في وظيفة الدورة الدموية التي تؤثر على الرئة وتؤدي إلى تراجع وظائفها (Siyan et al, 2020)، وفي المقابل يؤدي الطقس الحار إلى تسريع تكوين الأوزون وتأثيراته السلبية؛ حيث يؤدي استنشاق الهواء المحتوي عليه إلى تقليل وظائف الرئة وزيادة الأعراض المرضية للجهاز التنفسي، وتفاقم حالات الربو أو أمراض تغير الرئة، كما يسهم التعرض للأوزون أيضاً في الوفاة المبكرة، وبخاصة عند الأشخاص الذين يعانون من أمراض القلب والرئة (Juliano et al, 2017). وبالتالي فإن تلوث الهواء يشكل تهديداً لصحة الجهاز التنفسي، وتفاقم أمراضه المزمنة، مثل: الربو المزمن، والانسداد الرئوي، وحساسية الصدر. ووفقاً لتقارير منظمة الصحة العالمية فإن هناك ٩٢% من السكان حول العالم يعيشون في أماكن ذات نوعية هواء رديئة؛ حيث توجد عوامل الخطر الرئيسية التي تتعلق بالمناخ والبيئة؛ والتي يمكن أن تهدد صحة الجهاز التنفسي وزيادة وفيات مرضاه (Abolfazl WHO, 2020, -M, et al, 2020). كما تشير تقديرات منظمة الصحة العالمية إلى أن تلوث الهواء يتسبب في ٥٢% من الوفيات الناجمة عن الأمراض السارية، مثل: التهابات الجهاز التنفسي السفلي الحادة، وأن إقليم شرق المتوسط من أشد مناطق العالم في تلوث الهواء خلال الفترة ٢٠٠٨ إلى ٢٠١٥؛ لذا جاءت أهمية وهدف الدراسة؛ حيث تسعى إلى إظهار العلاقة ما بين أخطار نوعية الهواء وصحة مرضى الجهاز التنفسي في محافظة أسيوط.

منطقة الدراسة:

تعد محافظة أسيوط إحدى محافظات مصر العليا، والتي يحدها شمالاً محافظة المنيا، وجنوباً محافظة سوهاج، ومن الشرق محافظة البحر الأحمر، ومن الغرب محافظة الوادي الجديد، وتأخذ المحافظة شكلاً شريطياً بطول ١٣٠ كم على امتداد مجرى نهر النيل، وتمتد المحافظة فلكياً بين دائرتي



شكل (1): التقسيم الإداري لمحافظة أسيوط

الدراسات السابقة:

تشير نتائج تتبع وفحص الدراسات السابقة حول تأثير نوعية الهواء على مرضى الجهاز التنفسي إلى ندرة الكتابات باللغة العربية في هذا الصدد؛ بينما كان تركيز معظم الكتابات في هذا الصدد باللغة الإنجليزية، وفيما يلي عرض لبعض الدراسات السابقة :

1- دراسة (2006) C P Kaushik 1, Khaiwal Ravindra, Krishan Yadav, Surender Mehta بعنوان "Assessment of ambient air quality in urban centres of Haryana (India) in relation to different anthropogenic activities and health risks." تهدف الدراسة إلى تقييم جودة الهواء المحيط بالمراكز الحضرية سريعة النمو في ولاية هاريانا، الهند، وقد تم جمع العينات لمجموع الجسيمات العالقة

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى:

- تحليل الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة ودورها في زيادة أخطار نوعية الهواء.
- الرصد الجغرافي البيئي لنوعية الهواء في محافظة أسيوط.
- تحليل التباينات المكانية - الزمانية لنوعية الهواء في محافظة أسيوط.
- النمذجة المكانية للنقاط الساخنة لملوثات الهواء في محافظة أسيوط.
- التحليل الجيوبوي لأمراض أمراض الجهاز التنفسي في محافظة أسيوط.
- تحليل العلاقات الارتباطية بين نوعية الهواء ومرضى الجهاز التنفسي في محافظة أسيوط.

على الجسيمات الدقيقة، كما خلصت الدراسة إلى أن لسرعة الرياح تأثيراً طفيفاً على تلوث الغلاف الجوي.

٣- دراسة (2017) Moawad Badawy Moawad, Madkour Abdel Aziz Youssef and Khaled بعنوان **Modeling and Monitoring of Air Quality in Greater Cairo Region, Egypt Using Landsat-8 Images, HYSPLIT and GIS Based Analysis** وتهدف الدراسة إلى نمذجة ومراقبة جودة الهواء في منطقة القاهرة الكبرى (GCR) للتغلب على النقص الكبير في مراقبة البيانات وتحسينها وتغطية البيانات، وخلصت الدراسة إلى أن تركيزات PM10 عالية في GCR وتتجاوز ستة أضعاف معايير جودة الهواء لمنظمة الصحة العالمية. وهو شديد الكثافة في الربيع بسبب الرياح الخماسين وفي الخريف بسبب حرق المخلفات الزراعية. ويكشف متوسط التركيزات السنوية لـ PM10 في إقليم القاهرة الكبرى عن أن ٧٠٪ من المنطقة تُعد غير صحية.

٤- دراسة خالد محمد مدكور، (٢٠١٨) بعنوان "نمذجة نوعية الهواء وغازات الصوبة الحرارية في مصر" وتهدف الدراسة إلى تقييم نمذجة نوعية وملوثات الهواء في مصر والقاهرة الكبرى لكل من الجسيمات العالقة (TSP) والعوالق الدقيقة (PM10) وثاني أكسيد الكبريت (SO2) وأكاسيد النيتروجين (NO2) وأول أكسيد الكربون (CO) والعوالق الدقيقة (PM2.5) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ومرئيات القمر الصناعي Landsat-8 خلال الفترة من ٢٠١٠ - ٢٠١٤.

٥- دراسة (2020) Atef MF Mohammed, Inas A بعنوان **A review of sulfur dioxide and particulate matter (PM2.5 and PM10) in greater Cairo, Egypt.** هدفت هذه الدراسة إلى إظهار تركيزات الجسيمات (PM2.5, PM10) وثاني أكسيد الكبريت SO2 في القاهرة الكبرى خلال السنوات الماضية. وكذلك عرض مصادر ملوثات الهواء ودور الحكومة المصرية في تحسين جودة الهواء المحيط ودور جهاز شئون البيئة

(TSPM) والجسيمات العالقة القابلة للتنفس (PM10) وثاني أكسيد الكبريت (SO2) وأكاسيد النيتروجين (NO2) خلال مواسم مختلفة من ٨ مقاطعات من هاريانا خلال الفترة من يناير ١٩٩٩ إلى سبتمبر ٢٠٠٠، وقد تم تحديد أربعة مواقع لأخذ العينات ذات الأنشطة البشرية المختلفة، مثل السكنية والتجارية والصناعية في كل مدينة. وخلصت الدراسة إلى أن تركيز الهواء المحيط لـ TSPM و PM10 أعلى بكثير من المعايير المحددة في جميع المواقع تقريباً. ومتوسط تركيزات الهواء المحيط من SO2 و NO2 أقل من الحدود المسموح بها في جميع المراكز. كما خلصت الدراسة إلى وجود علاقة بين زيادة تركيز SO2 وانخفاض درجات الحرارة خلال فصل الشتاء؛ لارتباطه بزيادة احتراق الوقود للتدفئة، وتعد المستويات العالية من TSPM و SO2 وبخاصة خلال فصل الشتاء مصدر قلق صحي كبير؛ حيث كشفت الدراسة عن زيادة كبيرة في العدد الإجمالي لزيارات المرضى الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي الحادة خلال فصل الشتاء عندما كان مستوى ملوثات الهواء مرتفعاً.

٢- دراسة Li H, Guo B, Mengfei H, Tian M, Zhang J (2015) بعنوان **Particulate Matters Characteristic and the Correlation Pollution between PM (PM2.5, PM10) and Meteorological Factors during the summer in Shijiazhuang** وفي هذه الدراسة، تم تجميع بيانات تركيز الجسيمات اليومية (PM2.5, PM10) من ٧ محطات لمراقبة تلوث الهواء في مدينة شيجيا تشوانغ، خبي، الصين، خلال شهور فصل الصيف؛ وذلك للتحقيق في علاقة التلوث بالجسيمات العالقة والعناصر المناخية (درجة حرارة الهواء، والضغط الجوي، والأمطار، وسرعة الرياح). وقد خلصت الدراسة إلى أن هناك ارتباطاً سلبياً واضحاً بين درجة حرارة الهواء وتركيزات الجسيمات، حيث إنه مع ارتفاع درجات الحرارة، انخفضت تركيزات الملوثات بشكل كبير، بينما ارتبط الضغط الجوي وتركيزات الجسيمات بشكل إيجابي. فمع زيادة الضغط الجوي، يزداد تركيز الملوثات، وتسقوط الأمطار تأثير كبير على تركيزات الجسيمات الخشنة بينما كان تأثيرها ضئيلاً

لرصد ومتابعة ملوثات الهواء بدقة مكانية تبلغ ٥,٥ كم × ٥,٥ كم للخلية الواحدة للمرينيات المتلقطة بداية من أغسطس ٢٠١٩، حيث بلغت الدقة المكانية لها ٧ كم × ٧ كم فيما قبل ذلك التاريخ وبداية من أبريل ٢٠١٨ وهو تاريخ إطلاق القمر الصناعي (ESA, 2019). واعتمدت الدراسة على مخرجات المستوى الثاني Level-2 للقمر الصناعي Sentinel-5P وهي بيانات عن أول أكسيد الكربون CO، وثاني أكسيد الكبريت SO₂، وثاني أكسيد النيتروجين NO₂ خلال فترة الدراسة ٢٠١٨ - ٢٠٢٠، وهي التي أمكن الحصول عليها عن طريق مركز البيانات الخاصة بالقمر الصناعي محل الدراسة من خلال الموقع التالي (Sentinel-5P Pre-Operations Data Hub, <https://s5phub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

وقد اعتمدت الدراسة على تحليل ومعالجة المرينات الفضائية الخاصة بملوثات أول أكسيد الكربون CO، وثاني أكسيد النيتروجين NO₂ باستخدام برنامج SNAP (Sentinel Application Platform) كأحد أدوات تحليل مرينات Sentinel (ESA, 2020)، علاوة على ذلك، اعتمدت الدراسة على تحليل ومعالجة المرينات الفضائية الخاصة بثاني أكسيد الكبريت SO₂ باستخدام تقنيات التعلم الآلي Machine Learning (ML) المضمنة برمجياً في محرك جوجل إيرث (GEE) (Google Earth Engine) (GEE, 2020). ويوضح جدول (١) خصائص صور القمر الصناعي Sentinel-5P المستخدمة في الدراسة الحالية.

جدول (١) خصائص صور القمر الصناعي Sentinel 5-P المستخدمة في الدراسة

مرينات Sentinel 5-P			المصدر
أول أكسيد الكربون CO	ثاني أكسيد الكبريت SO ₂	ثاني أكسيد النيتروجين NO ₂	المنتج
Level2_Offline_carbonmonoxide_total_column	Level2_Offline_SO2_vertical_column_density	Level2_Offline_nitrogendioxide_tropospheric_column	نوع المرينة والقناة الطيفية Band
TROPOMI/SWIR	TROPOMI/UV-VIS	TROPOMI/UV-VIS	المصن Sensor
٧ كم × ٧ كم لسنة ٢٠١٩	٣,٥ كم × ٧ كم لسنة ٢٠١٩	٣,٥ كم × ٧ كم لسنة ٢٠١٩	الدقة المكانية
٥,٥ كم × ٥,٥ كم لسنة ٢٠٢٠	٥,٥ كم × ٥,٥ كم لسنة ٢٠٢٠	٥,٥ كم × ٥,٥ كم لسنة ٢٠٢٠	وحدة القياس
mol / m ²			تاريخ الالتقاط
٣٠ أكتوبر، ٣٠ ديسمبر ٢٠١٨ & ٣٠ مارس، ٣٠ يوليو، ٣٠ أكتوبر، ٣٠ ديسمبر ٢٠١٩ & ٣٠ مارس، ٣٠ يوليو، ٣٠ أكتوبر، ٣٠ ديسمبر ٢٠٢٠			توقيت الالتقاط
١١:٠٢ صباحاً			

* المصدر: (NO₂: Eskes, H. et al, 2018 & SO₂: Romahn, F. et al, 2020 & CO: Apituley, A. et al, 2018)

والشبكة القومية لرصد ملوثات الهواء، وقد تم جمع عينات PM_{2.5} و PM₁₀ و SO₂ بواسطة محطات المراقبة التابعة لجهاز شئون البيئة، وكانت جميع العينات لمدة ٢٤ ساعة، وخلصت الدراسة إلى أن مستويات الجسيمات وثنائي أكسيد الكبريت ترجع إلى: المواد الجيولوجية، وزيت المازوت، والمصادر المتنقلة، والأنشطة الصناعية، وأنشطة البناء، والحرق في الهواء الطلق. بجانب تركيز PM_{2.5} و PM₁₀ السنوي في القاهرة الكبرى، وانخفاض في مستويات غاز ثاني أكسيد الكبريت في السنوات الماضية، وهو ما يرجع إلى استبدال أنواع أخرى من الوقود بالغاز الطبيعي الذي يستخدم في تشغيل المصانع ومحطات الطاقة والمركبات.

المناهج والاساليب البحثية:

اعتمدت الدراسة على عدة مناهج من أهمها: المنهج الموضوعي والمنهج التطبيقي، كما اعتمدت الدراسة على عدة أساليب منها الأسلوب الكمي والوصفي والتحليلي والكارتوجرافي، وذلك باستخدام عدد من البرامج المتخصصة ومنها برامج: ArcGIS 10.8, Envi 5.3, SNAP. مصادر البيانات وأساليب الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية على تقنيات الاستشعار عن بُعد والمرينات الفضائية من نوع Sentinel-5 Precursor (5P) لمتابعة تركيزات ملوثات الهواء، وهو أحد الأقمار الصناعية التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية ESA والمخصص

حساب المتوسط السنوي للأعوام ٢٠١٨، ٢٠١٩، و٢٠٢٠ (جدول ٢)، وذلك لحساب التغيرات السنوية لتركيزات العوالق الدقيقة في هواء محافظة أسيوط وفقاً للمعادلات التالية:

Mishra et al. (2012)

واعتمدت الدراسة على مرئيات Landsat-8 في حساب كثافة وتركيزات العوالق الجوية الدقيقة أقل من ١٠ ميكرون PM10 في محافظة أسيوط للفترة ٢٠١٨ - ٢٠٢٠ بواقع أربع مرئيات لكل عام لتكون ممثلة لفصول السنة بإجمالي عدد ١٢ مرئية، أعقب ذلك

$$L_p = G * DN_{dark} + B - 0.01[E_o * \mu_s * T_z + E_{down}]^{T_v/\pi} \quad (\text{معادلة ١})$$

حيث L_p = aerosol path radiance ($Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$) ، band specific gain ($m^2 sr \mu m W^{-1}$) = G ، DN_{dark} = the darkest DN values in spectral band with at least one thousand pixels = B ، cosine of solar zenith = μ_s ، exoatmospheric solar constant ($Wm^{-2} \mu m^{-1}$) = E_o ، specification bias in DN down welling = E_{down} ، atmospheric transmittance in the illumination direction = $T_z = e^{-\pi/\mu_v}$ ، angle atmospheric transmittance from the target towards = $T_v = e^{-\pi/\mu_s}$ ، diffuse irradiation ($Wm^{-2} \mu m^{-1}$) .the sensor

أعقب ذلك حساب معامل تشتت ريلاي من خلال معادلة (٢) (τ_r) optical thickness for Rayleigh scattering

.Sturm (1981)

$$\tau_r = 0.00879 * (\lambda_c)^{-4.09} \quad (\text{معادلة ٢})$$

حيث λ_c = band center wavelength in μm . أعقب ذلك حساب سُمك العوالق الجوية Aerosol Optical

Thickness (AOT) عن طريق حساب L_p و τ_r من معادلة (٣) Yil-Yi (1982).

حيث $L_p = \omega_a \left\{ \frac{E_o * \mu_s * P_a}{4\pi(\mu_s + \mu_v)} \right\} \{ 1 - \exp[-\tau_a (1/\mu_s + 1/\mu_v)] \} * t_{h2o} * t_{o3} * \exp[-\tau_r (1/\mu_s + 1/\mu_v)]$ (معادلة ٣)
 حيث τ_a = Aerosol Optical Thickness (AOT) ، $\omega_a = 0.80$ ، aerosol single scattering albedo = P_a ، cosine of sensor viewing angle = μ_v ، aerosol scattering phase function the transmittance = $t_{o3} t_{h2o}$ ، factors due to water and ozone = 1.

وفي النهاية، تم حساب تركيزات العوالق الدقيقة PM10 من خلال معادلة (٤) Retails & Sifakis (2010)

$$PM_{10} = 195.7\tau_a + 14.5 \quad (\text{معادلة ٤})$$

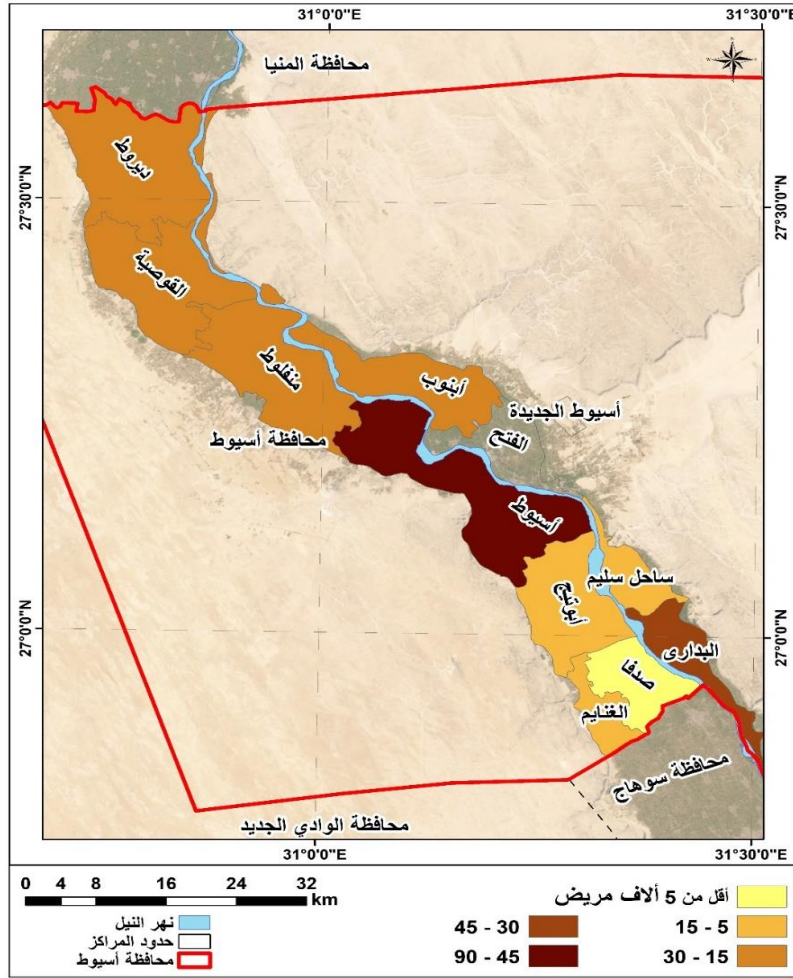
حيث τ_a = Aerosol Optical Thickness (AOT)

جدول (٢): خصائص المرئيات الفضائية LandSat-8 OLI & TIRS المستخدمة في الدراسة

نسبة السحب %	توقيت الالتقاط	تاريخ الالتقاط	رقم المرئية		م
			Row	Path	
0.52	10:24ص	21.01.2018	41	176	1
0.11		27.04.2018			2
0.32		16.07.2018			3
0.32		20.10.2018			4
0.30		08.01.2019			5
0.29		30.04.2019			6
0.06		19.07.2019			7
0.12		07.10.2019			8
0.31		11.01.2020			9
0.97		16.04.2020			10
0.24		21.07.2020			11
0.22		25.10.2020			12

الأمراض في المحافظة ومناطق التركيز والانتشار وارتباطها بتوزيع ملوثات الهواء في المحافظة (شكل ٢). علاوة على ذلك، اعتمدت الدراسة على بيانات تركيزات العوالق الدقيقة أقل من ٢,٥ ميكرون PM_{2.5} عام ٢٠١٨ الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (WHO, 2019) لتحليل توزيع ذلك النوع من الملوثات العالقة في الغلاف الجوي وارتباطها بأمراض الجهاز التنفسي في المحافظة.

واعتمدت الدراسة على استخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية في تحليل ونمذجة بيانات أمراض الجهاز التنفسي الصادرة من مديرية الشئون الصحية بأسسوط ووزارة الصحة والسكان للفترة (٢٠١٨ - ٢٠٢٠). حيث استخدمت النماذج الرياضية والتحليلات المكانية **Spatial Analysis** في إخراج خريطة لتوزيع أمراض الجهاز التنفسي في محافظة أسسوط، وإخراج صورة واقعية لتوزيع



شكل (٢): إجمالي عدد مرضى الجهاز التنفسي بمحافظة أسيوط عام ٢٠٢٠

أولاً- الخصائص المناخية ومصادر تلوث الهواء بمنطقة الدراسة ودورها في زيادة أخطار نوعية الهواء:

١- الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة:

يحدد الموقع الفلكي الملامح العامة لمناخ الإقليم، وكما يتضح من شكل (١) أنّ منطقة الدراسة تقع فلكياً بين دائرتي عرض ٢٦°٥٢' و ٢٧°٥٢' شمالاً، وخطي طول ٤٥°٣١' و ٤٥°٣٠' شرقاً. وطبقاً لتصنيف كوبن المناخي؛ تقع منطقة الدراسة في إطار إقليم المناخ الصحراوي الحارة أو شبه المدارية، ولا تختلف صورة مناخ الإقليم العامة التي تقع فيه منطقة الدراسة عن مناخ منطقة الدراسة نفسها، ولكنها تختلف في بعض خصائصها التفصيلية والتي تضيفها الطبوغرافية المحلية مما

المناقشة والتحليل:

لتحقيق أهداف الدراسة تم التركيز على المحاور الرئيسية التالية:

أولاً- الخصائص المناخية ومصادر تلوث الهواء بمنطقة الدراسة ودورها في زيادة أخطار نوعية الهواء.

ثانياً- الرصد الجغرافي البيئي لنوعية الهواء في محافظة أسيوط.

ثالثاً- نمذجة التباينات المكانية - الزمانية للنقاط الساخنة لنوعية الهواء في المحافظة.

رابعاً- التحليل الجيوطبي لأمراض الجهاز التنفسي في المحافظة.

خامساً- تحليل العلاقات الارتباطية بين نوعية الهواء ومرضى الجهاز التنفسي.

بالملوّثات يظل يرتفع لأعلى حتى تتعادل حرارته مع حرارة الهواء المحيط (خالد محمد مذكور، ٢٠١٨، ص ٤٤).

• يبلغ المتوسط السنوي للضغط الجوي بمنطقة الدراسة ١٠١٣ ملليبار، ويسجل فصل الصيف أقل ضغط جوي ١٠٠٧,٥ ملليبار، ويُعدُّ شهر يوليو هو أقل الشهور في الضغط الجوي ١٠٠٧ ملليبار؛ ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي إلى تمدد الهواء وانخفاض وزنه، وبالتالي انخفاض الضغط الجوي. وتجدر الإشارة إلى أن الضغط الجوي يؤثر على حركة الرياح وبخاصة في فصل الصيف، حيث يعمل على أن تصبح المنطقة أكثر جذبًا للرياح الشمالية والشمالية الغربية.

• كما يبلغ المتوسط السنوي للرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة ٣٨,٥%، وهي نسبة منخفضة نسبيًا نتيجة لوقوعها في النطاق الصحراوي الجاف والبعد عن المؤثرات البحرية التي تزيد من نسبة بخار الماء في الهواء. وتزيد نسبة الرطوبة خلال فصل الشتاء لتسجل أكبر نسبة ٤٨%، وتبلغ أقل نسبة خلال شهور فصل الربيع حيث تسجل في شهر مايو ٢٥%. ويُعدُّ انخفاض قيم الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة هو ما يؤدي إلى جفاف الهواء وبالتالي تخفيف الشعور بالضيق وبخاصة مع ارتفاع درجات الحرارة المستمر فترة طويلة على مدار العام بالمنطقة.

• تقل أهمية المطر كعنصر مناخي في منطقة الدراسة؛ وذلك لكميته المحدودة وسقوطه غير المنتظم مما يعد دليلًا واضحًا على مدى صحراوية المناخ، حيث يبلغ إجمالي كمية المطر السنوي ٠,٧ ملم، وهي كمية ضئيلة جدًا. وعلاوة على ذلك، يؤدي التساقط دورًا مهمًا في تخفيض تركيزات الملوثات في الغلاف الجوي؛ حيث يُتخلص من الملوثات بالتساقط عبر عمليتي Rain-out وهي عملية إزالة الغازات والجسيمات العالقة في الغلاف الجوي من خلال تجميع الملوثات في شكل سحب واتخاذها نويات للتكاثف ومن ثم تساقطها. أما العملية الثانية فهي عملية الغسيل أو Wash-out وهي عملية إزالة الغازات والجسيمات العالقة في الغلاف الجوي مع تساقط المطر (خالد محمد مذكور، ٢٠١٨، ص ٤٥).

يؤدي إلى وجود بعض الفروق الطفيفة بين مناخ كل من منطقة الدراسة والإقليم. وتظهر العلاقة بين المناخ ونوعية الهواء بشكل واضح عند دراسة المدن بشكل عام، فعلى الرغم من ارتفاع مستويات التلوث في تلك المناطق فإنها تشهد فترات متكررة من الهواء النقي الذي ترتفع فيه مستويات الرؤية. وهذه التقلبات المتكررة من نقاء الهواء لا ترجع إلى تغيرات في معدلات انبعاثات الملوثات من مصادرها المحلية بشكل أساسي، ولكن ترجع في المقام الأول إلى التباينات في الظروف المناخية الإقليمية والأحوال الجوية (خالد محمد مذكور، ٢٠١٨، ص ٣٦). وفيما يلي دراسة للخصائص المناخية لمنطقة الدراسة من خلال بيانات محطة أسيوط التابعة للهئية العامة للأرصاد الجوية خلال الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٠.

• يبلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في منطقة الدراسة ٢٣م، كما يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى ٢٩,٤م، في حين يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى ١٤,٥م، وتشهد منطقة الدراسة خلال فصل الصيف ارتفاع معدلات درجة الحرارة إلى أقصى حد لها؛ إذ يصل المتوسط اليومي للحرارة فيه إلى ٣٠م، كما يسجل المعدل الصيفي لمتوسط درجة الحرارة العظمى ما بين (٣٦,١-٣٧)م، بينما يتراوح المعدل الصيفي لمتوسط درجة الحرارة الصغرى ما بين (٢١,٣-٢٢,٣)م، وأن أشد الشهور حرارة هو شهر يونيو، كما يتميز فصل الشتاء بانخفاض درجة الحرارة، وأن أقل الشهور حرارة هو شهر يناير، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة اليومي به ١٣,٥م، ويسجل أقل درجة حرارة عظمى ١٩,٣م، وأقل درجة حرارة صغرى ٥,٢م. وتؤدي درجة الحرارة دورًا مهمًا في عملية تشتيت الملوثات وتركيزها في الغلاف الجوي، من خلال دورها في التفاعلات الكيميائية والضوئية للملوثات في الغلاف الجوي. بالإضافة إلى دور الحرارة في مدى الاستقرار أو الاضطراب المناخي؛ حيث تؤثر الحرارة في ارتفاع الملوثات المنطلقة من مصدرها إلى الغلاف الجوي، فإذا كانت درجة حرارة الهواء الذي يحمل الملوثات أعلى من درجة حرارة المحيط كما هو الحال في الهواء الصاعد من مداخن المصانع، فإن الهواء المحمل

الذي تسلكه الملوثات عند انتقالها، بينما تحدد سرعة الرياح الوقت المستغرق لانتقال الملوثات من مصادرها إلى مستقبلاتها Sources to Receptors، بالإضافة إلى تحديد سرعة حركة الملوثات (خالد محمد مذكور، ٢٠١٨، ص ٣٨).

• كما يبلغ متوسط سرعة الرياح بالمنطقة ١٤,٩ % كم/ساعة وهي رياح لطيفة، وتتباين هذه السرعة من فصل لآخر فتبلغ أقصاها خلال فصلي الربيع والصيف ١٦ كم/ساعة في كل من الفصلين وهي رياح لطيفة إلى معتدلة، في حين يسجل فصل الشتاء أقل سرعة حيث يسجل ١٣,٥ كم/ساعة؛ ويرجع ذلك إلى أن هذا الفصل هو أقل فصول السنة حرارة وأعلىها ضغطاً، وبالتالي أقلها جذباً للرياح.

يتضح من الدراسة التحليلية للخصائص المناخية بمنطقة الدراسة أنها تتميز بالمناخ الجاف، ندرة الأمطار (٧,٠ ملم) سنوياً، وقلّة سرعة الرياح نسبياً (١٣,٤ م/ث)، وزيادة نسبة السطوع الشمسي حوالي (٣٧٦٠ ساعة) خلال العام، وهو مناخ يساعد على ترك الجسيمات معلقة في الهواء، كما يساعد على زيادة تركيزات الملوثات إلى حد يمكن أن يكون أعلى من الحد الأقصى المسموح به.

٢- مصادر تلوث الهواء بمنطقة الدراسة:

تمثل الوظيفة الصناعية دوراً مهماً في التركيب العمراني والوظيفي لمنطقة الدراسة ومصدراً من المصادر الرئيسية لتلوث الهواء بمحافظة أسيوط، حيث تضم المحافظة كثيراً من المناطق الصناعية وهي (شكل ٣):

المنطقة الصناعية ببنى غالب "الصفاء" عند الكيلو ١٢ طريق أسيوط/الوادي الجديد ومنطقة "العوامر" بأبنوب على طريق أسيوط/القاهرة الصحراوي الشرقي و"الزرايبي" بـ "أبو تيج" بقرية الزرايبي على طريق أسيوط/الغنايم و"دشلووط" بمركز ديروط و"أسيوط الجديدة" في الجانب الشرق لنهر النيل والتي تبعد عن مدينة أسيوط عاصمة المحافظة بمسافة تتراوح بين ٥-٨ كم، ومجمع الصناعات "بساحل سليم" ناحية الغريب مركز ساحل سليم وجميعها تعمل منذ سنوات، وتمثل مجالات الإنتاج في الصناعات الغذائية والهندسية والمعدنية والورقية والخشبية والكيميائية ومواد البناء والحراريات، ويجري حالياً التجهيز

• تتميز سماء المنطقة بصفائها حيث وقوعها في الإقليم الصحراوي الجاف الذي تقل فيه نسبة بخار الماء التي تساعد على تكوين السحب، فيبلغ عدد الأيام التي تتميز بصفاء السماء (التي تقل نسبة السحب بها عن ٢/٨) أي تغطي السحب أقل من ١/٤ السماء حوالي ٢٧ يوم/شهر، وتتباين هذه النسبة على مدار العام؛ حيث تزيد خلال أشهر الصيف، لتصل إلى أقصاها في شهر يوليو ٣١ يوم/شهر. كما يتضح زيادة نسبة السطوع الشمسي على المنطقة لتصل إلى ٧٣% دوام لسطوع الشمس، وبخاصة خلال فصل الصيف، حيث تسقط أشعة الشمس عليها بشكل شبه عمودي ليسجل شهر يوليو أعلى نسبة دوام لسطوع الشمس حيث سجل ٨٨% خلال الشهر، وتسجل أدنى نسبة خلال شهور فصل الشتاء حيث سجل شهرا ديسمبر ويناير ٦٢% لكل منهما نسبة لدوام سطوع الشمس؛ ويرجع ذلك إلى وقوع المنطقة في النطاق الصحراوي المداري وجفاف وانخفاض نسبة السحب بسماحتها مما يساعد على صفاء السماء وزيادة سطوع الشمس على المنطقة.

• أما بالنسبة للرياح فتسود الرياح الشمالية الغربية والشمالية في منطقة الدراسة، ويغلب اتجاه الشمال الغربي في إجمالي الهبوب على المنطقة في سيادته حيث يصل تركيز هبوب الرياح الشمالية الغربية إلى ٣٦,٩% بينما الرياح الشمالية تسود بنسبة ٣١,٧%، وتتباين تكرارات هبوب الرياح على المنطقة من فصل لآخر، ويتركز هبوبها في فصل الشتاء من اتجاه الشمال الغربي والغرب والشمال بنسبة ٣٣,٦%، ١٩,٩%، ١٩,٥% من نسبة تكرارات هبوب الرياح على التوالي، كما يُعدُّ هذا الفصل هو أكثر الفصول تسجيلاً لنسبة السكون على مدار العام حوالي ٤,٥%. أما فصل الربيع فتزيد نسبة الهبوب من اتجاه الشمال الغربي والشمال والغرب بنسبة ٣٢,٥%، ٣١%، ١١,٥% من نسبة تكرارات هبوب الرياح على التوالي. وتسود خلال فصلي الصيف والخريف الرياح من اتجاهات الشمال الغربي والشمال، حيث يتميز الفصلان بأنهما يسجلان أعلى نسبة لهبوب الرياح في هذين الاتجاهين على مدار العام، حيث تمثل ٨٤,١% في فصل الصيف و٧٤% خلال فصل الخريف. وتؤدي الرياح دوراً مؤثراً في تحديد نوعية الهواء ومدى تلوثه، حيث يحدد اتجاه الرياح المسار

كما تُصدر هذه المحطات كميات كبيرة من المواد الهيدروكربونية غير المحترقة وغاز أول أكسيد الكربون نتيجة لعدم الاحتراق التام للوقود. كما تعد أسطوانات غاز البوتاجاز ومستودعاتها من أهم مصادر الانبعاثات الحرارية. حيث تعبأ بالمركبات الغازية والتي تلوث الهواء ويأتي على رأس هذه المركبات أول أكسيد الكربون كذلك الأكاسيد النيتروجينية وبخاصة أول أكسيد النيتروجين الذي يزداد مع النشاط المنزلي، كما أن حرق الوقود يؤدي إلى تكوين كميات عالية من العوالق الصلبة الدقيقة ذات الأحجام المختلفة والتي من بينها عوالق الكربون وأتربة المعادن، والقار، والراتنجات والأيروسولات، والأكاسيد الصلبة، والكبريتات والنترات (عبد السلام، ٢٠٠٧، ص ٣٩-٥٣).

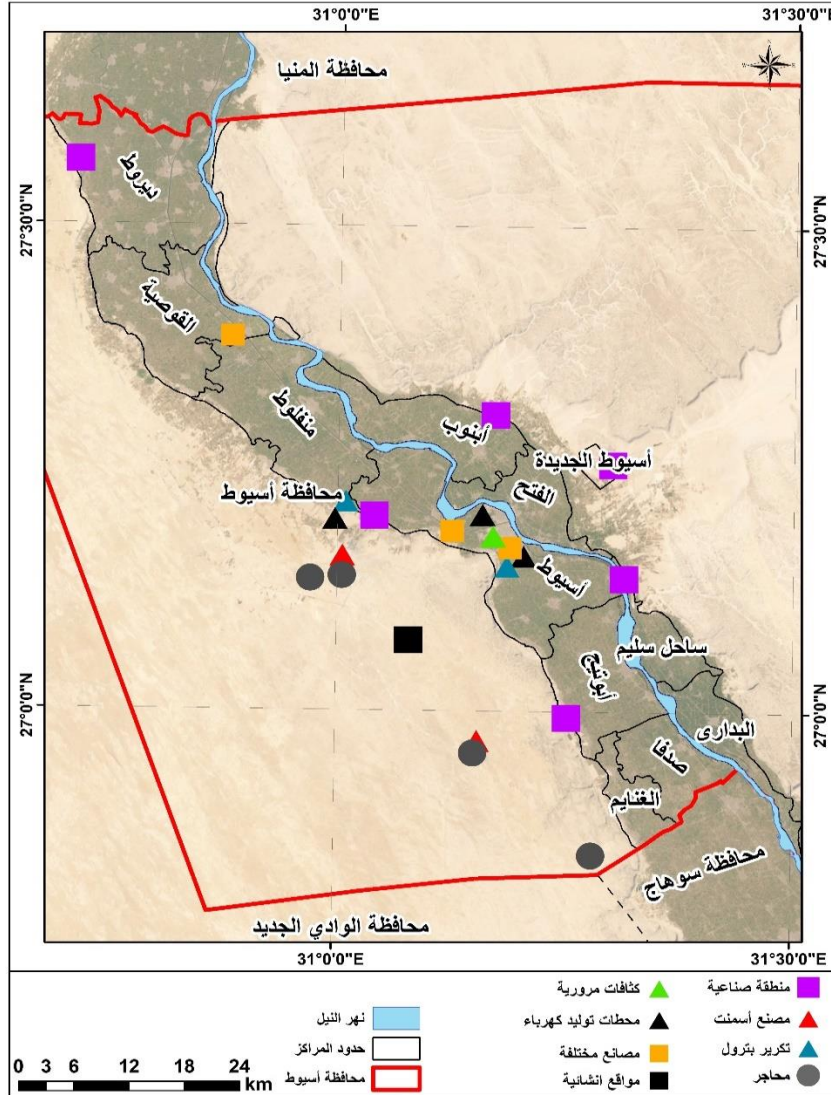
وتعد وسائل النقل إحدى الأسباب الرئيسية لمشكلة تلوث الهواء في منطقة الدراسة، وبخاصة في ظل كثافة المباني وارتفاعاتها التي تعمل على إعاقة عملية تشتت وتخفيف الملوثات (Mbuligwe, S.E., & kassenga, (G.P., 1997, p. 230)، حيث نجد أن هناك زيادة واضحة في أعداد المركبات وبصفة خاصة السيارات الخاصة وسيارات الأجرة بمعدل زيادة كبير يبلغ نحو ٢٨% خلال الفترة من ١٩٩٨ إلى ٢٠١٠ وذلك انعكاس للنمو السكاني والكثافة السكانية المرتفعة؛ وبالتالي زيادة الانبعاثات من هذه المركبات من غاز أول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت وأول وثاني أكسيد النيتروجين وغاز الأوزون السطحي، وكلها تمثل مصدرًا رئيسًا لتلوث الهواء في منطقة الدراسة؛ حيث أثبتت الدراسات أن حركة المرور على الطرق تتسبب في حوالي 39% من انبعاث أكاسيد النيتروجين الناتجة عن وسائل النقل، و13% من المواد الجسيمية، و25% من انبعاثات الغازات الدفينة (European Commission, (2016, p.13).

يتضح مما سبق أن تلك العمليات الصناعية والاستخدامات والأنشطة البشرية تتسبب في إنتاج غازات وجسيمات عالقة بالهواء مما يؤثر سلبيًا على جودة نوعية الهواء، وهو ما ينعكس على صحة مرضى الجهاز التنفسي ونسب الوفيات بسبب أمراض الجهاز التنفسي في محافظة أسيوط.

لإنشاء المنطقة الصناعية "الكوم الأحمر" بالبداري (محافظة أسيوط، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٢٠٢١).

كما تنتشر في مراكز المحافظة بعض الصناعات، مثل صناعة الأخشاب المطعمة بالعاج والنحاس وصناعة التحف الشرقية، ومصنع الثلج، ومصانع غزل ونسج القطن، ومصانع السجاد، ومصنع الكوكاكولا، وورش إصلاح سيارات الأتوبيس وبناء الهياكل الخارجية، ومحطة تعبئة الموالح، وصناعة مواد البناء (وبخاصة صناعة الطوب)، وصناعة دبغ الجلود، والصناعات الغذائية، والصناعات الخشبية، والصناعات الكيماوية، وغيرها من الورش الحرفية المتنوعة التي تنتشر داخل المحافظة وبخاصة ورش إنتاج المواد الغذائية، والمنسوجات والملابس، وأعمال النجارة، وتصنيع منتجات كيميائية، وتقطيع الأوراق والطباعة، وتشكيل المعادن، وإصلاح الأجهزة والمعدات، إضافة إلى محطة الكهرباء البخارية في نزلة عبدالإله وأخرى في شمال الوليدية لتوليد الطاقة الكهربائية بمدينة أسيوط عاصمة المحافظة (محمد هاني سعيد، ٢٠١١، ص ٥٠). كما يوجد بمنطقة الدراسة كثيرًا من المصانع الكبرى، ومنها مصنع سيد للأدوية، ومصنع سماد أسيوط بمنقباد، ومصنع مواسير البلاستيك، ومصنعا أسمنت أسيوط (سيمكس) والتعمير، وعادة ما يكون لهذه الصناعات أثر في رفع نسبة ملوثات الجو وبالتالي تغير نوعية الهواء وبخاصة وقت عملها نهائيًا في مناطق تواجدها.

كما تمثل الانبعاثات الحرارية أحد أهم الأسباب الرئيسية لتلوث الهواء في منطقة الدراسة، وذلك من خلال حرق الوقود وبخاصة الفحم والبتروول، وتشمل المواد الأساسية المنبعثة ثاني أكسيد الكبريت (SO₂)، وثاني أكسيد النيتروجين (NO₂)، والمواد الجسيمية (PM)، وأول أكسيد الكربون (CO). ومن أهم مصادر تلك الانبعاثات الحرارية في منطقة الدراسة المخابز، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعمل بالفحم أو البنزين أو الديزل، حيث تنتج كميات هائلة من الملوثات. فالمازوت المستهلك بمحطات القوى الكهربائية يحتوي على نسبة عالية من الكبريت تصل إلى ٣%، ويبلغ حجم ما تنتجه محطة كهربائية بمقدرة ٧٥٠ ميجاوات حوالي ٣٤٠٠ إلى ٤٣٠٠ كجم من أكاسيد النيتروجين في كل ساعة،



شكل (٣): مصادر تلوث الهواء بمحافظة أسيوط عام ٢٠٢٠

الملوثات التي يتم قياسها بواسطة شبكات الرصد البيئي والتابعة لوزارة البيئة إلى ملوثات أساسية تظهر نتيجة لعمليات الإنتاج الصناعي أو الكثافة المرورية، مثل: أكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، والجسيمات الصلبة العالقة، وأول أكسيد الكربون، وملوثات ثانوية تظهر نتيجة لتفاعل الملوثات الأولية مع بعضها أو مع بعض المركبات الكيميائية الموجودة في الجو، مثل: غاز الأوزون الأرضي. وتعد هذه الملوثات هي المسؤولة عن ١٠ - ٢٥% من المشاكل الصحية المرتبطة بتلوث الهواء في المدن (إريك إيكهولم، ١٩٨١، ص٥).

ثانياً- الرصد الجغرافي البيئي لنوعية الهواء في محافظة أسيوط.

تُعد محطات الشبكة القومية لرصد ملوثات الهواء التابعة لوزارة البيئة ومركز الرصد البيئي التابع لوزارة الصحة هما الجهتان المسئولتان عن رصد حالة نوعية الهواء في مصر، كما يمكن الحصول على بيانات الجسيمات بأنواعها من نشرة إحصاءات البيئة السنوية الصادرة عن الجهاز المركزي للتعبئة والإحصاء، وعلى الرغم من الإلزام القانوني لهذه الجهات في إعداد التقارير الشهرية عن جودة الهواء وبخاصة وزارة البيئة إلا أنها تفتقر إلى التحديث دائماً. وتنقسم

وصناعية إلى جانب كثافة السيارات بها وقربها من محطة توليد الكهرباء، ومحطة أسبوط (٢) بشوارع الجمهورية وهي منطقة سكنية وبها كثافة سيارات مرتفعة. ويعيب هذه القياسات أنها تتوزع في شكل نقط لا تعطي تحديداً لتوزيع التلوث في منطقة متصلة، كما أن استمرارية القياسات قد تنقطع في المكان الواحد في بعض الفترات، مما يضعف من إمكانية الدراسة المتصلة مكانيًا وزمنيًا للملوثات في أسبوط خلال فترة زمنية طويلة (محمد هاني سعيد، ٢٠١١، ص ٦٧). وهو ما تحاول هذه الدراسة معالجته من خلال الاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد والمرينات الفضائية مختلفة الأنواع Sentinel-5P، وLandsat-8 لنمذجة ودراسة ذلك التباين. ويوضح جدول (١) الحدود القصوى للتعرض للملوثات الهوائية طبقاً لقانون حماية البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤.

وتعد محافظة أسبوط من أهم وأكبر محافظات صعيد مصر من حيث الكتلة السكنية والتجارية والصناعية والمؤسسات الخدمية، وقد كان للأنشطة البشرية التي واكبت التقدم التكنولوجي دوراً مهمّاً في تغيير وتعديل مكونات وتركيب الهواء داخل منطقة الدراسة نتيجة للتلوث الهوائي؛ فينتشر في هواء محافظة أسبوط عدد كبير من الملوثات الجوية التي تتفاوت في أضرارها ونسبة تركيزها؛ ويعد أبرزها ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون والجسيمات العالقة والأوزون الأرضي وغيرها، وتعتمد القياسات التي يقوم بها جهاز شنون البيئة منذ بدايته على نظام المناطق الممتلئة، حيث تقسم مناطق الرصد إلى مناطق صناعية ومناطق عمرانية ومناطق سكنية ومناطق مرورية ومناطق نائية. وتوجد في منطقة الدراسة محطتين رصد الأولى وهي محطة أسبوط (١) بمنطقة السادات وهي منطقة سكنية

جدول (١) الحد الأقصى للملوثات الهوائية

الحد المسموح به (ميكروجرام/م ^٣)	أقصى فترة للتعرض	الملوثات
٣٥٠ ١٥٠ ٦٠	ساعة ٢٤ ساعة سنويًا	ثاني أكسيد الكبريت (SO ₂)
٤٠٠ ١٥٠	ساعة ٢٤ ساعة	ثاني أكسيد النتروجين (NO ₂)
٢٠٠ ١٢٠	ساعة ٨ ساعات	الأوزون (O ₃)
٧٠	٢٤ ساعة	الجسيمات العالقة أقل من ١٠ ميكرومتر (PM10)
٠,١ ١	٨ ساعات سنويًا	الرصاص (Pb)
٣٠ مللي جرام لكل م ^٣ ١٠ مللي جرام لكل م ^٣	ساعة ٨ ساعات	أول أكسيد الكربون (CO)
٢٣٠ ٩٠	٢٤ ساعة سنويًا	الجسيمات الكلية العالقة (TSP)
١٥٠ ٦٠	٢٤ ساعة سنويًا	الدخان الأسود (BS)

المصدر: وزارة البيئة، جهاز شنون البيئة، نوعية الهواء في مصر.

بدراسات تقييم المخاطر الصحية الناجمة عنه، فيما يعرف بـ "العبء الصحي" (محمد يونس، ٢٠٢٠، ص ٤). وبالتالي اهتمت الدراسة الراهنة بتحليل بيانات الجسيمات العالقة بأنواعها المتاحة ومتوسط تركيزاتها في هواء منطقة الدراسة، اعتماداً على الجهات المسنولة عن الرصد في مصر.

هناك اتفاق علمي واسع على أن التعرض للجسيمات العالقة وبخاصة الدقيقة (PM2.5) يزيد من معدل الوفيات الإجمالية لأمراض القلب والرئة؛ لصغر حجمها وقدرتها على اختراق الجهاز التنفسي. ويُعدُّ متوسط تركيز الجسيمات الدقيقة ذات القطر ٢,٥ ميكرون من المؤشرات الأكثر ارتباطاً

جدول (٢) الخصائص العامة لنوعية الهواء في منطقة الدراسة (ميكروجرام/م^٣)

الجسيمات الصلبة (الدخان الأسود)			المناطق
٢٠٢٠	٢٠١٩	٢٠١٨	
١٤٦	١٢٦	٦٨	منطقة الدراسة
٦٠ ميكروجرام/م ^٣ سنويا			الحد المسموح به
الجسيمات العالقة الكلية (T.S.P)			المناطق
٢٠٢٠	٢٠١٩	٢٠١٨	
٣٩٧	٥١٣	٤٤٣	منطقة الدراسة
١٢٥ ميكروجرام/م ^٣ سنويا			الحد المسموح به
الجسيمات الصدرية (PM10)			المناطق
٢٠٢٠	٢٠١٩	٢٠١٨	
٣٤٠	٣٠٤	٣٣٠	منطقة الدراسة
٧٠ ميكروجرام/م ^٣ سنويا			الحد المسموح به
الجسيمات المستنشقة (PM2.5)			المناطق
٢٠٢٠	٢٠١٩	٢٠١٨	
٣٦١	١٩٥	٢٥٤	منطقة الدراسة
٥٠ ميكروجرام/م ^٣ سنويا			الحد المسموح به

المصدر: اعتماداً على:

[١] الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات البيئة، سنوات (٢٠١٨ : ٢٠٢٠).

[٢] وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، بيانات غير منشورة، ٢٠١٨، ٢٠١٩، ٢٠٢٠.

[٣] وزارة الصحة والسكان، مركز الرصد البيئي، تقرير نوعية الهواء والحدود المسموح بها، ٢٠١٩.

عام ٢٠٢٠ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات الصلبة بنسبة تركيز قدرها ١٤٦ ميكروجرام/م^٣.

• تكون الجسيمات العالقة الكلية (T.S.P) في شكل صلب وسائل وذات قطر أقل من ١٥٥ ميكرون وتنتج عن الغبار والهباب وأتربة الأسمنت، يتخطى متوسط التركيز السنوي للجسيمات العالقة الكلية (T.S.P) خلال الفترة من ٢٠١٨/٢٠٢٠ الحدود المسموح بها سواء كانت في القانون المصري أم دليل منظمة الصحة العالمية، ويتصدر عام ٢٠١٩ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات الكلية بنسبة تركيز قدرها ٥١٣ ميكروجرام/م^٣.

ويشير جدول (٢) إلى بيانات نوعية الهواء في منطقة الدراسة، ومنه يتضح ما يلي:

• تتخطى تركيزات الجسيمات العالقة بجميع أنواعها الحدود الآمنة والمسموح بها وفقاً لمعايير القانون المصري في منطقة الدراسة، وبالتالي وفقاً لدليل منظمة الصحة العالمية بوصفه دليلاً إرشادياً لتقييم جودة الهواء عن طريق تعيين حدود لمتوسط تركيز الملوثات بنسب أقل من معايير القانون المصري.

• يتخطى تركيز الجسيمات الصلبة (الدخان الأسود) خلال فترة البيانات المتاحة، الحدود المسموح بها، ويتصدر

المعدية، مثل: عدوى الجهاز التنفسي (محمد يونس، ٢٠٢٠، ص٥).

ثالثاً- نمذجة التباينات المكانية - الزمانية للنقاط الساخنة لنوعية الهواء في محافظة أسيوط:

اعتمدت الدراسة الحالية على تقنيات الاستشعار عن بُعد والمرنيات الفضائية ومخرجات المستوى الثاني Level-2 للقمرة الصناعي Sentinel-5P وهي بيانات عن أول أكسيد الكربون CO، وثاني أكسيد الكبريت SO₂، وثاني أكسيد النيتروجين NO₂ خلال فترة الدراسة ٢٠١٨ - ٢٠٢٠، واعتمدت على مرنيات Landsat-8 OLI/TIRS في حساب كثافة وتركيزات العوالق الجوية الدقيقة أقل من ١٠ ميكرون PM₁₀ في محافظة أسيوط للفترة ٢٠١٨ - ٢٠٢٠ بواقع أربع مرنيات لكل عام لتكون ممثلة لفصول السنة بإجمالي عدد ١٢ مرنية، أعقب ذلك حساب المتوسط السنوي للأعوام ٢٠١٨، ٢٠١٩، و٢٠٢٠؛ وذلك لدراسة ونمذجة التوزيع المكاني لملوثات الهواء وتبايناته الزمانية في محافظة أسيوط، وهو ما لم يتوفر في بيانات وزارتي البيئة والصحة والسكان.

١. ثاني أكسيد الكبريت SO₂.

يُعد غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂ من أخطر عناصر تلوث الهواء فهو يذوب في بخار الماء مكوناً حمض الكبريتيك الذي يتساقط مع الأمطار مشكلاً الأمطار الحمضية التي تسبب تآكل المباني والمنشآت وصدأ المعادن. وعندما يتنفس الإنسان الهواء الملوث بثاني أكسيد الكبريت فإنه يؤثر في الأغشية المخاطية المبطنة للجهاز التنفسي ويعمل على تأكلها. وتشير الأشكال (٤، ٥، ٦) إلى توزيع تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂ في محافظة أسيوط، ويتضح منها زيادة تركيزات الملوثات في غرب مركز منفلسوط وبلغت ١١٣,١٤ ميكروجرام/م³، يليها جنوب غرب مركز أسيوط ٩٠,٢٧ ميكروجرام/م³، يليها غرب مركز ديروط وشمال مركز القوصية ٨٠,٢ ميكروجرام/م³ في أكتوبر ٢٠١٨. ويمثل النطاق المكاني الذي يشمل شمال مركز أسيوط وجنوب مركز

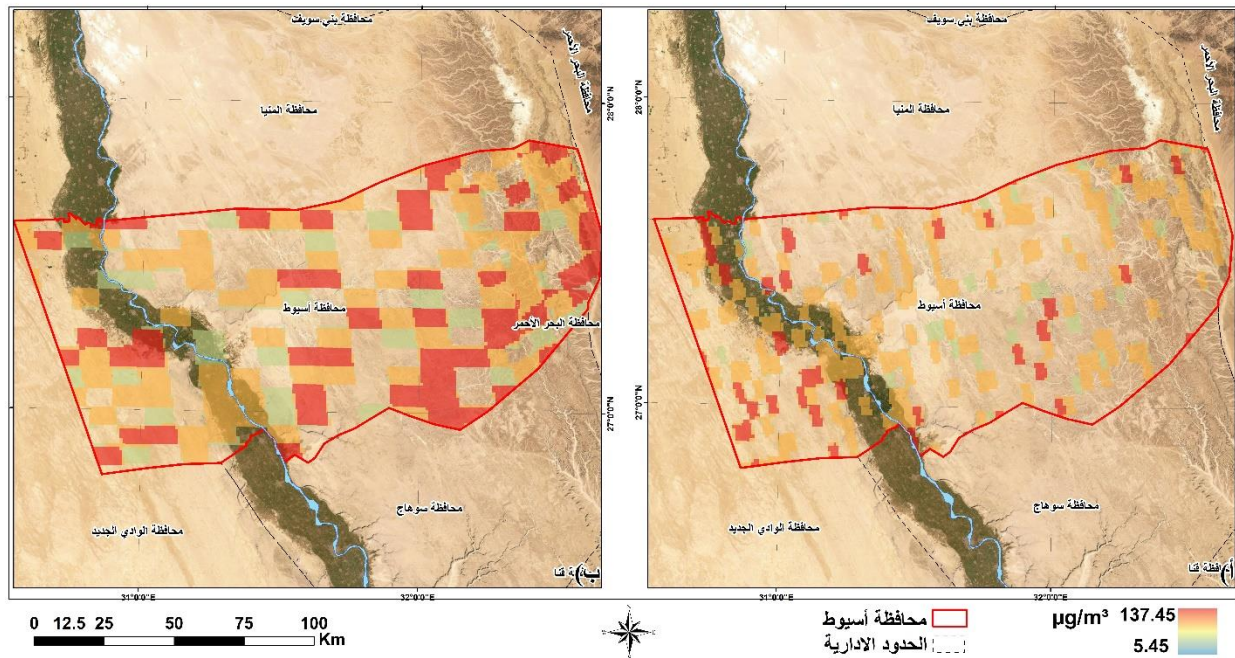
• يتخطى تركيز الجسيمات الصخرية (PM₁₀) خلال فترة البيانات المتاحة، الحدود المسموح بها، ويتصدر عام ٢٠٢٠ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات الصخرية بنسبة تركيز قدرها ٣٤٠ ميكروجرام/م³، وهو ما يعادل تقريباً ٥ أضعاف الحد المسموح به في القانون المصري.

• يتخطى تركيز الجسيمات المستنشقة (PM_{2.5}) خلال فترة البيانات المتاحة، الحدود المسموح بها، ويتصدر عام ٢٠٢٠ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات المستنشقة بنسبة تركيز قدرها ٣٦١ ميكروجرام/م³، وهو ما يعادل تقريباً ٧ أضعاف الحد المسموح به في القانون المصري. وبالتالي فقد تخطى أعلى معيار لتلوث الهواء (خطر جداً) وهو ما يتطلب معه إعلان حالة طوارئ صحية في المحافظة أو في البور الملوثة.

يتضح من العرض السابق لتحليل بيانات الجسيمات العالقة بأنواعها ومتوسط تركيزاتها في هواء منطقة الدراسة أنها تتخطى الحدود الآمنة والمسموح بها وفقاً لمعايير القانون المصري، ووفقاً لدليل منظمة الصحة العالمية؛ ويمكن إرجاع زيادة تركيز الجسيمات بأنواعها إلى زيادة نواتج احتراق الوقود سواء من المركبات أم محطات توليد الطاقة الكهربائية أم حرق النفايات أم العمليات الصناعية المختلفة، وبخاصة أن منطقة الدراسة تحتوي على كثير من الصناعات التي تساعد على زيادة متوسط تركيز الجسيمات العالقة، مثل: مصنع سماد أسيوط بمنقباد، ومصنع أسمنت أسيوط (سيمكس) بالمنطقة الصناعية ببني غالب "الصفاء" ومصنع أسمنت التعمير بالمنطقة الصناعية "الزراعي" بـ "أبو تيج". مما يؤثر على الصحة بداية من الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي، وحتى حدوث الوفاة وهو ما يمثل العبء الصحي الناتج عن التعرض لنوعية الهواء الملوث. فقد يسهم التعرض للجسيمات العالقة بصفة عامة والدقيقة بصفة خاصة لفترة قصيرة (ما يتراوح بين ساعات إلى بضعة أيام) في تهيج الأنف والأذن والحنجرة، وإلى تفاقم أمراض الجهاز التنفسي، مثل: الحساسية والربو والتهاب الشعب الهوائية. أما التعرض لفترة طويلة فيؤدي إلى مرض الانسداد الرئوي وسرطان الرئة، فضلاً عن الأمراض

بقيمة ٩٧,١٨ ميكروجرام/م³. وتمثل المنطقة الواقعة جنوب غرب مركز أبو تيج وشمال غرب مركز صدفا وشمال مركز الغنايم أعلى تركيزات ثاني أكسيد الكبريت في أبريل ٢٠٢٠ بقيمة ١٠١,٥٤ ميكروجرام/م³ يليها شمال غرب مركز البداري وغرب مركز القوصية ٨٩,٨٨ ميكروجرام/م³ يليها كل من شرق مركز الفتح ٨٤,٤٣ ميكروجرام/م³. وتمثل المنطقة الواقعة بين شمال مركز منفلووط وجنوب مركز القوصية أعلى تركيزات ثاني أكسيد الكبريت في يوليو ٢٠٢٠ حيث بلغت قيمتها ٨٦,٢٢ ميكروجرام/م³, ويمثل غرب مركز ديروط أعلى معدلات التركيزات في أكتوبر ٢٠٢٠ بقيمة ٤٩,٣٢ ميكروجرام/م³, وتمثل منطقة الظهير الصحراوي الغربي لمركز أسيووط أعلى معدلات التركيزات في ديسمبر ٢٠٢٠ بقيمة ٩٣,٧٨ ميكروجرام/م³.

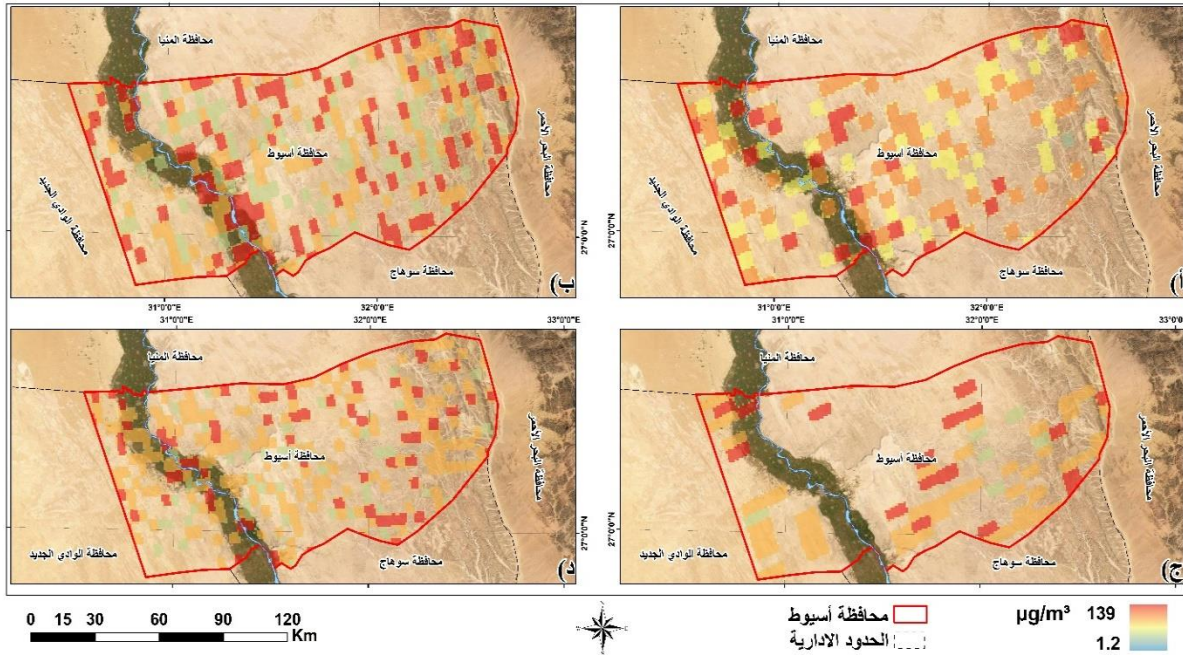
منفلوط أعلى تركيزات ثاني أكسيد الكبريت في ديسمبر ٢٠١٨ وبلغت قيمتها ٥٤,٥٨ ميكروجرام/م³, يليها منطقة شمال غرب مركز ديروط ٥٤,٣٩ ميكروجرام/م³. ويمثل مركز البداري أعلى تركيزات ثاني أكسيد الكبريت في محافظة أسيووط في أبريل ٢٠١٩ حيث بلغت ٩٤,٨١ ميكروجرام/م³, يليها جنوب شرق مركز ديروط ٤٧,٤١ ميكروجرام/م³, يليها شمال غرب مركز منفلووط ٣٧,٨٦ ميكروجرام/م³. وتمثل منطقة شمال وشرق مركز ديروط أعلى التركيزات ٣٤,٩ ميكروجرام/م³ في يوليو ٢٠١٩، وتمثل منطقة وسط مركز ديروط أعلى التركيزات ٨٦,١٦ ميكروجرام/م³ في أكتوبر ٢٠١٩، وتمثل مركز أبنوب أعلى تركيزات ثاني أكسيد الكبريت في ديسمبر ٢٠١٩ حيث بلغت ١٠٧,٤٣ ميكروجرام/م³, يليها شمال مركز البداري وغرب مركز أسيووط



شكل (٤) تركيزات ثاني أكسيد الكبريت SO₂ في محافظة أسيووط خلال عام ٢٠١٨:

(أ) أكتوبر ٢٠١٨، (ب) ديسمبر ٢٠١٨

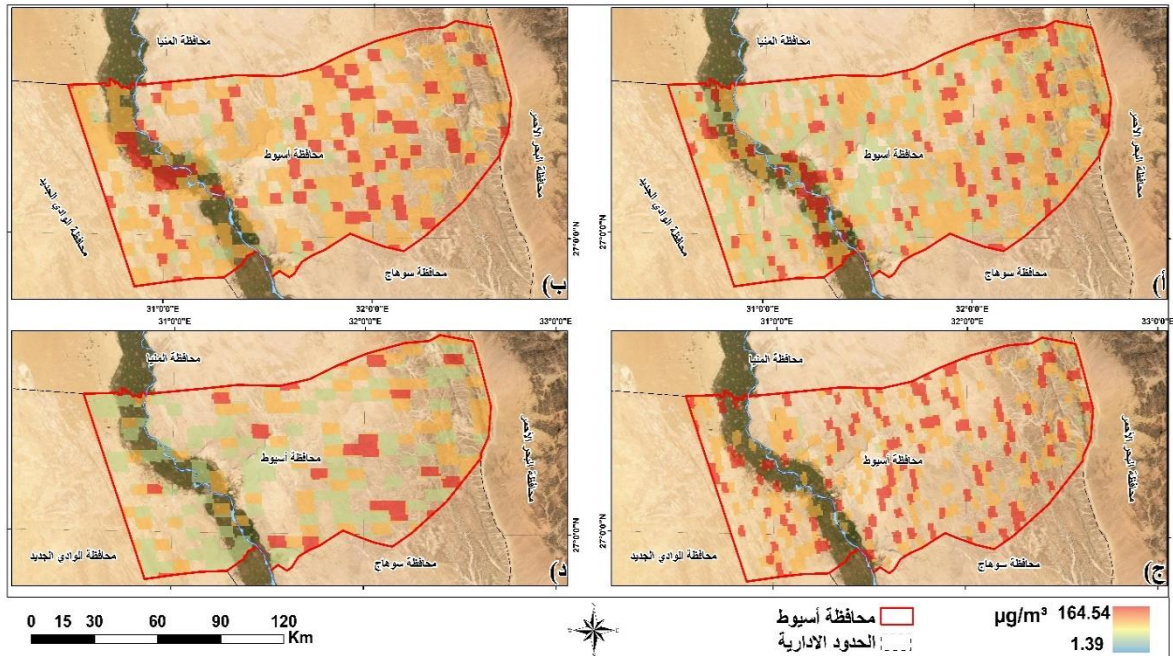
المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel 5-P/ SO₂ vertical column images



شكل (٥) تركيزات ثاني أكسيد الكبريت SO₂ في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٩ :

(أ) أبريل ٢٠١٩، (ب) يوليو ٢٠١٩، (ج) أكتوبر ٢٠١٩، (د) ديسمبر ٢٠١٩

المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel 5-P/ SO₂ vertical column images



شكل (٦) تركيزات ثاني أكسيد الكبريت SO₂ في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠٢٠ :

(أ) أبريل ٢٠٢٠، (ب) يوليو ٢٠٢٠، (ج) أكتوبر ٢٠٢٠، (د) ديسمبر ٢٠٢٠

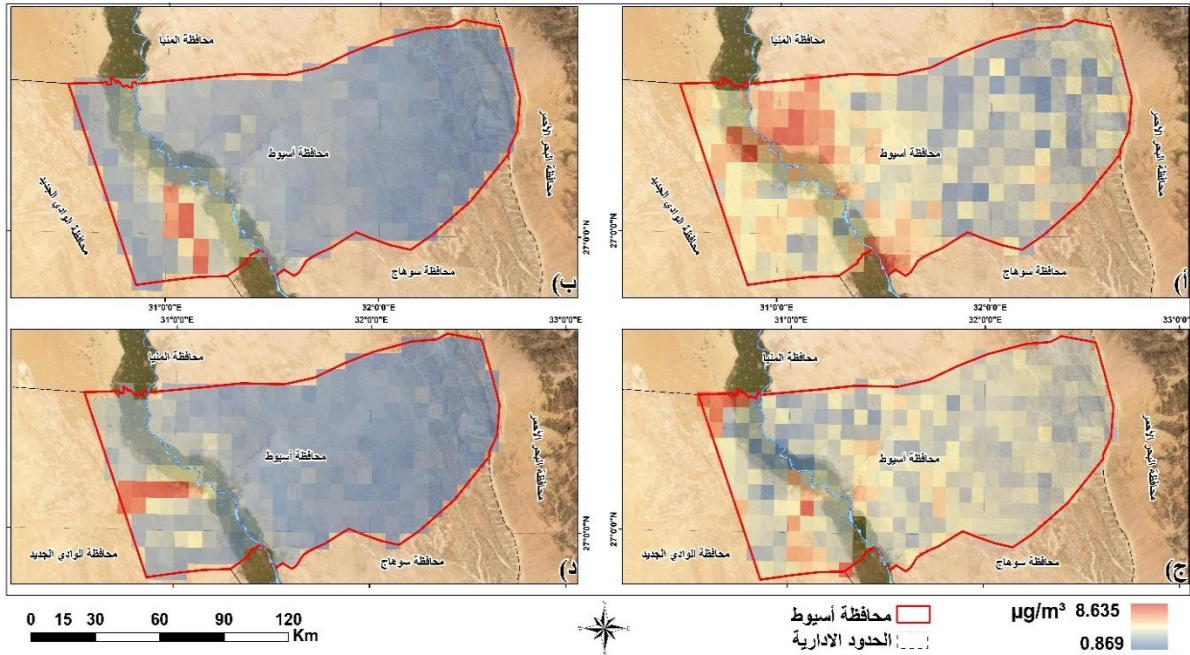
المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel 5-P/ SO₂ vertical column images

٢. ثاني أكسيد النيتروجين NO₂.

ترجع أهمية غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO₂ إلى أنه يصبح غازاً ساماً عندما تتجاوز تركيزاته ٢٠٠ ميكروجرام /م^٣/ ساعة (WHO, 2011, P 5/6)، ويُعد هذا الغاز المصدر الرئيس لعوالق النترات الدقيقة والعوالق الدقيقة بشكل عام. ويزيد ثاني أكسيد النيتروجين من التهابات القصبة الهوائية بالإضافة إلى وجود علاقة مؤكدة بين زيادة تركيزات NO₂ وانخفاض وظائف الرئة (WHO, 2011, P 5/6). ويرتبط بثاني أكسيد النيتروجين ظاهرة الضبخان Smog أو الضباب الدخاني وهو شكل من أشكال تلوث الهواء في المدن الكبرى عندما تقوم أشعة الشمس بتحليل مكونات غاز ثاني أكسيد النيتروجين مما ينتج عنه ملوث يشبه الدخان أو الضباب ويسمى بظاهرة الضباب الضوئي الكيميائي، وفي وجود ظاهرة الضبخان يكون لون الهواء بنيًا وله رائحة كريهة ويرتبط حدوثه بارتفاع درجات الحرارة. (علي حسن موسى، ١٩٩٠، ص ١٤٥). ٢,٩٩

وتشير الأشكال (٧، ٨، ٩) إلى توزيع تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO₂ في محافظة أسيوط، ويتضح منها زيادة تركيزات الملوثات في شرق مركز منفلوط أعلى القيم ٢,٩٩ ميكروجرام/م^٣، يليها شمال غرب المركز بقيمة ١,٩٧ ميكروجرام/م^٣ في أبريل ٢٠١٨. ويمثل الظهير الصحراوي الغربي لمركز أسيوط أعلى تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين بقيمة ٧,٣١ ميكروجرام/م^٣، يليها الظهير الصحراوي الغربي لمركز الغنايم بقيمة ٦,٤٤ ميكروجرام/م^٣ في يوليو ٢٠١٨. ويمثل نطاق الظهير الصحراوي الغربي لمركز أسيوط أعلى التركيزات بقيمة ٢,٦٢ ميكروجرام/م^٣.

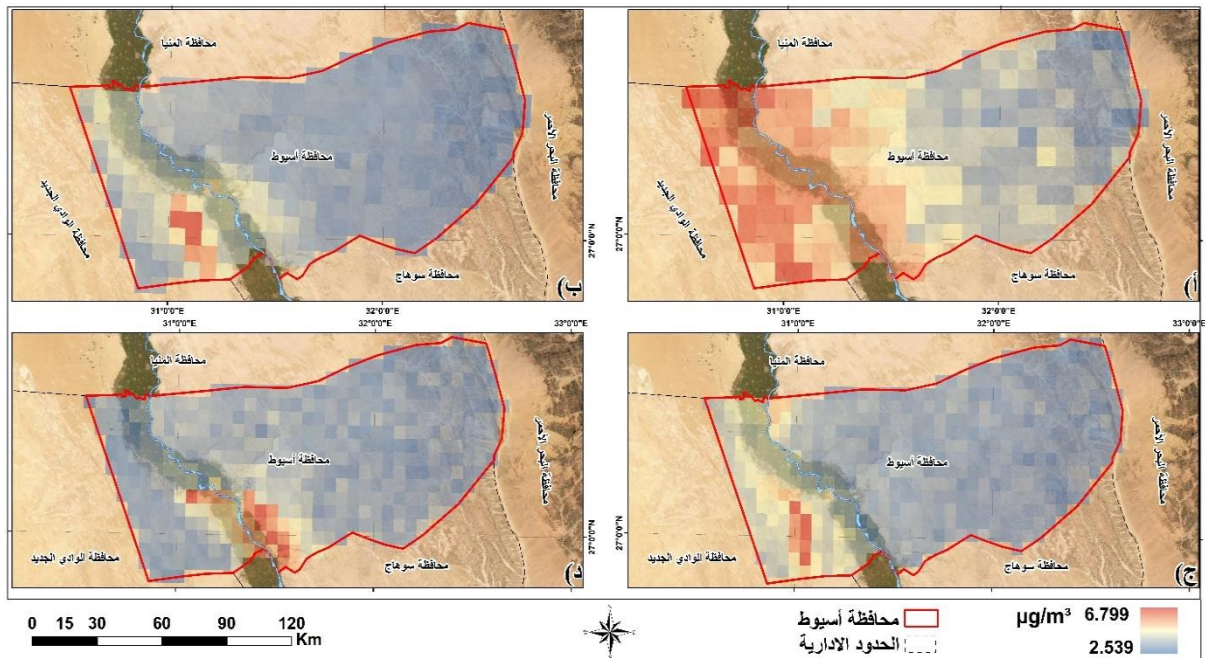
يليه شمال غرب مركز ديروط ٢,٥٣ ميكروجرام/م^٣ في أكتوبر ٢٠١٨. ويمثل النطاق المكاني الذي يشمل الظهير الصحراوي الغربي لمركز أسيوط أعلى تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين في ديسمبر ٢٠١٨ وبلغت قيمتها ٨,٦ ميكروجرام/م^٣. ويمثل مركز ديروط والظهير الصحراوي الغربي لمراكز المحافظة أعلى تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين في محافظة أسيوط في أبريل ٢٠١٩ حيث بلغت ٣,٦٨ ميكروجرام/م^٣. وتمثل منطقة الظهير الصحراوي لمركز أسيوط أعلى التركيزات ٦,٨ ميكروجرام/م^٣ في يوليو ٢٠١٩، ويمثل النطاق نفسه أعلى التركيزات ٥,٢٩ ميكروجرام/م^٣ في أكتوبر ٢٠١٩، وتمثل الظهير الصحراوي الشرقي لمركز ساحل سليم والظهير الغربي لمركز أسيوط أعلى تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين في ديسمبر ٢٠١٩ حيث بلغت ٤,٧٨ ميكروجرام/م^٣، يليها الظهير الصحراوي الشرقي لمركز البداري بقيمة ٤,٥ ميكروجرام/م^٣. ويمثل نطاق الظهير الصحراوي الغربي لمركز أسيوط أعلى تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين في أبريل ٢٠٢٠ بقيمة ٤,٣٧ ميكروجرام/م^٣ يليها شمال شرق مركز ديروط ٤,١٨ ميكروجرام/م^٣. وتمثل نطاق الظهير الصحراوي الغربي لمركزي أسيوط وأبو تيج أعلى تركيزات لثاني أكسيد النيتروجين في يوليو ٢٠٢٠ حيث بلغت قيمتها ٧,٢٢ ميكروجرام/م^٣، ويمثل النطاق نفسه أعلى معدلات التركيزات في أكتوبر ٢٠٢٠ بقيمة ٥,١٥ ميكروجرام/م^٣، ويمثل أعلى معدلات التركيزات في ديسمبر ٢٠٢٠ بقيمة ٩,٥٦ ميكروجرام/م^٣. وهو ما يتوافق مع مصادر التلوث بغرب المركز كما هو موضح في شكل (٣).



شكل (٧) تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين NO₂ في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٨ :

(أ) أبريل ٢٠١٨، (ب) يوليو ٢٠١٨، (ج) أكتوبر ٢٠١٨، (د) ديسمبر ٢٠١٨

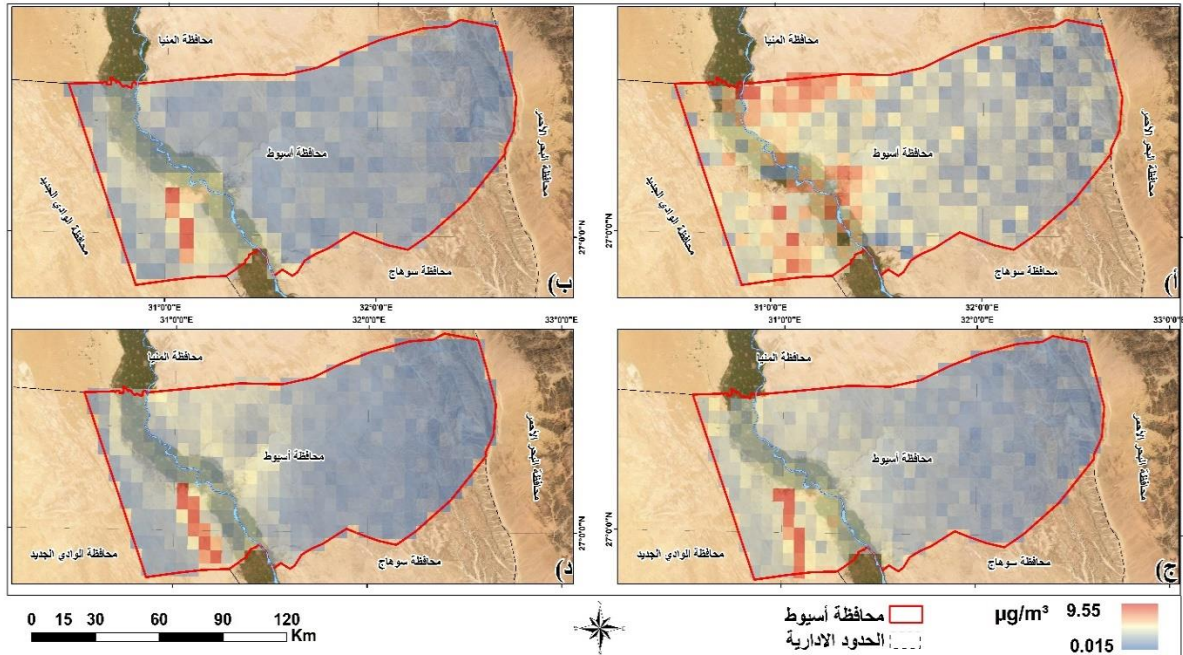
المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel-5P/NO₂ tropospheric column images



شكل (٨) تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين NO₂ في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٩ :

(أ) أبريل ٢٠١٩، (ب) يوليو ٢٠١٩، (ج) أكتوبر ٢٠١٩، (د) ديسمبر ٢٠١٩

المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel-5P/NO₂ tropospheric column images



شكل (٩) تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين NO₂ في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠٢٠:

(أ) أبريل ٢٠٢٠، (ب) يوليو ٢٠٢٠، (ج) أكتوبر ٢٠٢٠، (د) ديسمبر ٢٠٢٠

المصدر: اعتمادا على مرينات Sentinel-5P/NO₂ tropospheric column images

٣. أول أكسيد الكربون CO.

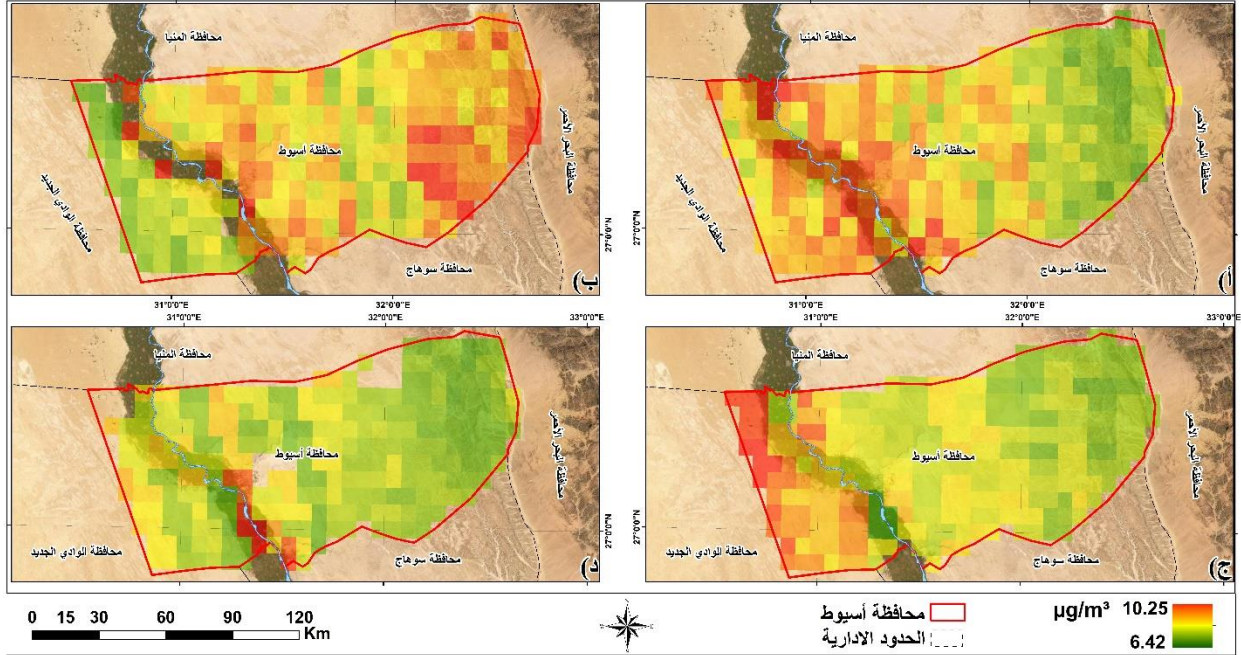
هو غاز سام عديم اللون والرائحة ويطلق عليه القاتل الصامت، وينتج عن طريق الحرق غير الكامل للكربون في الوقود داخل المحركات، سواء كانت السيارات أم مولدات الطاقة أم عمليات التصنيع. ويُعد من الملوثات الأولية primary Pollutant التي توجد بوفرة في الغلاف الجوي، ويؤثر في الإنسان دون أن يشعر؛ حيث إن الكميات القليلة منه تسبب الغثيان ويضعف الذاكرة ويبطئ ردود الفعل، بينما التركيزات العالية منه تسبب الوفاة حيث إنه لا يسمح للدماغ بنقل الأوكسجين الكافي للحياة. وتؤدي دورة الكربون دورًا مهمًا في النظام المناخي كونها مسنولة عن إنتاج غازي ثاني أكسيد الكربون CO₂، والميثان CH₄ المسببين للاحتباس الحراري (خالد محمد مذكور، ٢٠١٨، ص ٣١).

وتشير الأشكال (١٠، ١١، ١٢) إلى توزيع تركيزات غاز أول أكسيد الكربون CO في محافظة أسيوط، ويتضح منها زيادة تركيزات الملوثات في مركز ديروط أعلى القيم ٩,٥٤ ميكروجرام/م^٣ في أبريل ٢٠١٨. وتمثل منطقة

غرب مركز منفلوط أعلى تركيزات أول أكسيد الكربون بقيمة ٩,٣١ ميكروجرام/م^٣، يليها منطقة شمال مركز ساحل سليم وشمال شرق مركز أبو تيج بقيمة ٩,١٣ ميكروجرام/م^٣ في يوليو ٢٠١٨. ويمثل نطاق الظهير الصحراوي الغربي لمراكز ديروط والقوصية ومنفلوط أعلى التركيزات بقيمة ٨,٧٥ ميكروجرام/م^٣ في أكتوبر ٢٠١٨. ويمثل النطاق المكاني الذي يشمل مراكز أبو تيج والبداري وصدفا أعلى تركيزات أول أكسيد الكربون في ديسمبر ٢٠١٨ وبلغت قيمتها ١٠,٢٥ ميكروجرام/م^٣. وتمثل المنطقة الممتدة غرب مركز القوصية والظهير الصحراوي الغربي له أعلى تركيزات أول أكسيد الكربون في محافظة أسيوط في أبريل ٢٠١٩ حيث بلغت ١٠ ميكروجرام/م^٣، يليها منطقة أسيوط الجديدة بقيمة ٩,٨٣ ميكروجرام/م^٣. وتمثل منطقة غرب مركز ديروط ومنفلوط ومنطقة الظهير الصحراوي لمراكز ديروط والقوصية ومنفلوط أعلى التركيزات ٩,٥ ميكروجرام/م^٣ في يوليو ٢٠١٩، وتمثل المنطقة الممتدة بين جنوب مركز أسيوط وشمال مركز أبو تيج أعلى التركيزات ١٠,٤٢ ميكروجرام/م^٣ في أكتوبر ٢٠١٩،

حيث بلغت قيمتها ١٠,٨٧ ميكروجرام/م³، ويمثل مركز أسيوط أعلى معدلات التركيزات في أكتوبر ٢٠٢٠ بقيمة ١٠,٧٦ ميكروجرام/م³، وتمثل مدينة أسيوط وجنوب مركز البداري وغرب مركز أبو تيج أعلى معدلات التركيزات في ديسمبر ٢٠٢٠ بقيمة ١٠,٤٤ ميكروجرام/م³. وهو ما يتوافق مع مصادر التلوث بغرب المركز كما هو موضح في شكل (٣).

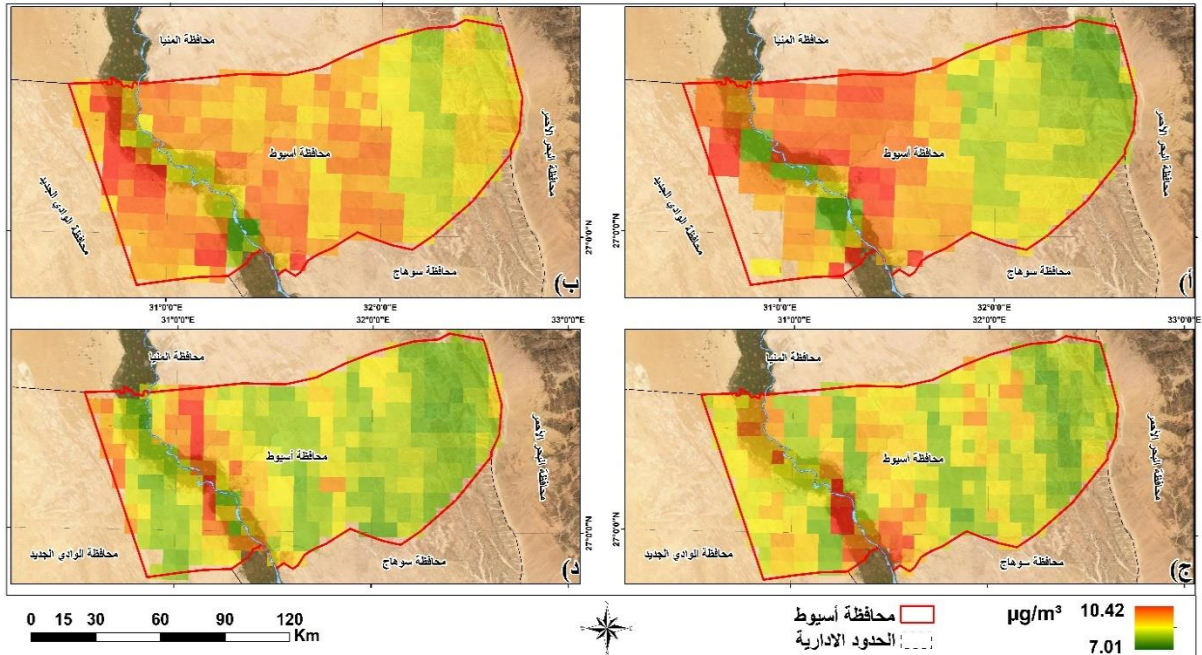
وتمثل المنطقة الممتدة شمال مركز أبنوب ومدينة أسيوط أعلى تركيزات أول أكسيد الكربون في ديسمبر ٢٠١٩؛ حيث بلغت ١٠ ميكروجرام/م³. ويمثل المنطقة الممتدة شمال مركزي ساحل سليم وأبو تيج وجنوب مركز أسيوط أعلى تركيزات أول أكسيد الكربون في أبريل ٢٠٢٠ بقيمة ١٠,٣٣ ميكروجرام/م³. وتمثل مراكز ديروط والقوصية وجنوب مركز البداري أعلى تركيزات لأول أكسيد الكربون في يوليو ٢٠٢٠



شكل (١٠) تركيزات أول أكسيد الكربون CO في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٨:

(أ) أبريل ٢٠١٨، (ب) يوليو ٢٠١٨، (ج) أكتوبر ٢٠١٨، (د) ديسمبر ٢٠١٨

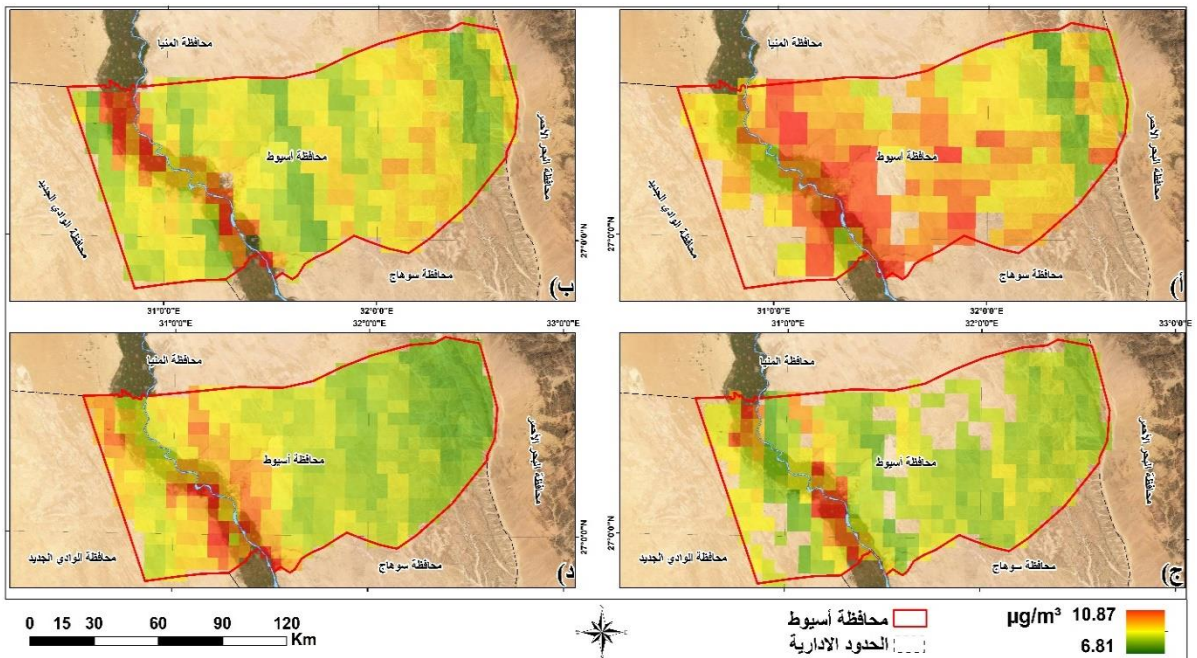
المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel-5P/CO total column images



شكل (١١) تركيزات أول أكسيد الكربون CO في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٩ :

(أ) أبريل ٢٠١٩، (ب) يوليو ٢٠١٩، (ج) أكتوبر ٢٠١٩، (د) ديسمبر ٢٠١٩

المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel-5P/CO total column images



شكل (١٢) تركيزات أول أكسيد الكربون CO في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠٢٠ :

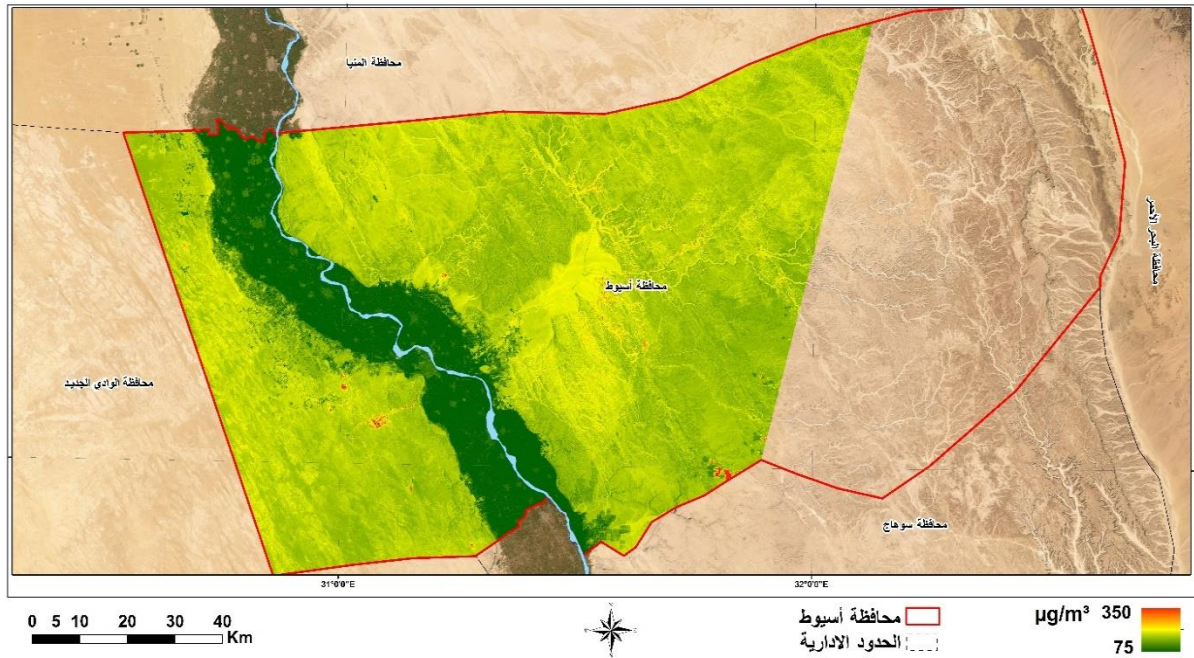
(أ) أبريل ٢٠٢٠، (ب) يوليو ٢٠٢٠، (ج) أكتوبر ٢٠٢٠، (د) ديسمبر ٢٠٢٠

المصدر: اعتمادا على مرئيات Sentinel-5P/CO total column images

وتوضح الأشكال (١٣، ١٤، و١٥) تركيزات العوالق الدقيقة أقل من ١٠ ميكرون PM10 في محافظة أسيوط خلال الفترة ٢٠١٨ - ٢٠٢٠، ومنها يلاحظ زيادة تركيزات العوالق الدقيقة PM10 في مناطق الظهير الصحراوي الغربي لمركزي أسيوط وأبو تيج حيث مصانع الأسمنت ومناطق المحاجر والمناطق التي تشهد عمليات البناء والتشييد في مدينة غرب أسيوط بقيم تتراوح بين ٢٨٤ - ٢٩٨ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٨، وما بين ٢٧٨ - ٣٠١ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٩، وما بين ٢٦٢ - ٣٠٨ ميكروجرام/م³ عام ٢٠٢٠. وتمثل منطقة مصنع سماد منقباد أعلى قيم تركيزات العوالق الدقيقة PM10 داخل مركز ومدينة أسيوط بمعدل ٢٤٢ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٨، و٢٤٠ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٩، و٢٥٨ ميكروجرام/م³ عام ٢٠٢٠.

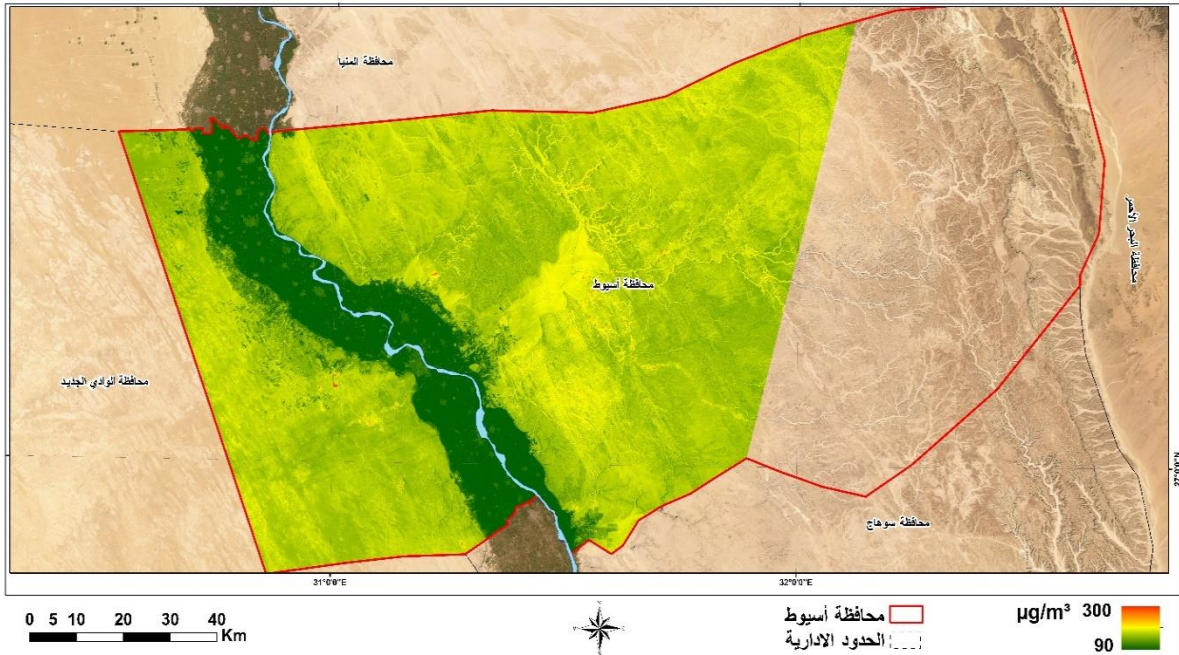
٤. العوالق الدقيقة أقل من ١٠ ميكرون PM10.

تشير منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأرصاد الجوية إلى أن العوالق الدقيقة PM تتألف من خليط من الجزيئات الصلبة والسائلة ومن كثير من المركبات والغبار المعدني، بالإضافة إلى مزيج من المواد العضوية المتطايرة والتي تضم الملوثات الأولية والثانوية ذات الأحجام المختلفة. وتشمل العوالق الدقيقة أقل من ١٠ ميكرون PM10 كل العوالق التي يقل قطرها عن ١٠ ميكرومتر، والتي تستنشق داخل الجهاز التنفسي للإنسان مسببة الأزمات القلبية وأمراض الجهاز التنفسي والعصبي. وأدرجت منظمة الصحة العالمية WHO العوالق الدقيقة كإحدى ملوثات الهواء الخطرة بداية من عام ٢٠٠٥، وحددت لها قيماً مرجعية الغرض منها بلوغ أدنى تركيز ممكن منها، وتبلغ القيم المرجعية لها ٢٠ ميكروجرام / م³ / سنة أو ٥٠ ميكروجرام / م³ / ساعة للموالق الدقيقة PM10 (WHO, 2011, p 2/6).



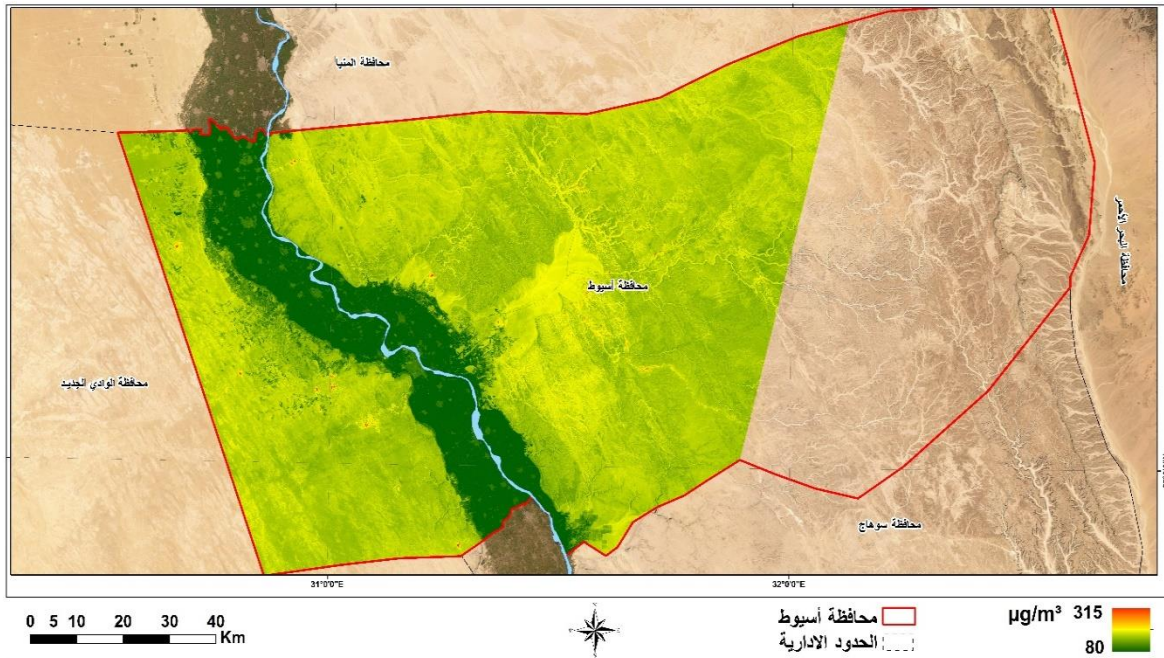
شكل (١٣) تركيزات العوالق الدقيقة PM10 في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٨

المصدر: اعتماداً على مرئيات Landsat-8 OLI/TIRS



شكل (١٤) تركيزات العوالق الدقيقة PM10 في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٩

المصدر: اعتمادا على مرئيات Landsat-8 OLI/TIRS

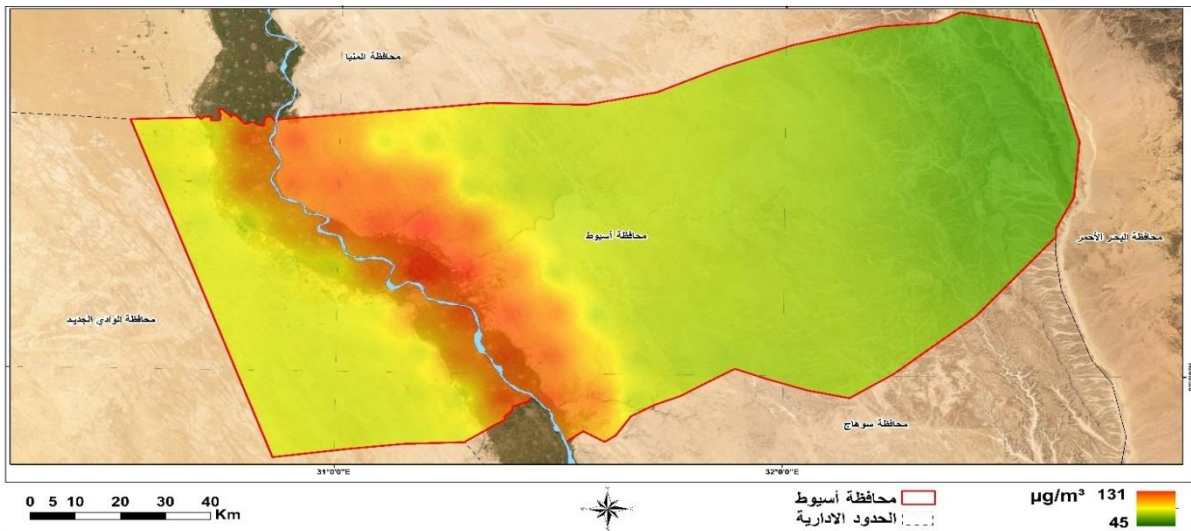


شكل (١٥) تركيزات العوالق الدقيقة PM10 في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠٢٠

المصدر: اعتمادا على مرئيات Landsat-8 OLI/TIRS

ويوضح شكل (١٦) تركيزات العوالق الدقيقة أقل من ٢,٥ ميكرون PM2.5 في محافظة أسيوط عام ٢٠١٨، ومنها يلاحظ زيادة تركيزات العوالق الدقيقة PM2.5 داخل مراكز المحافظة وبخاصة في مناطق الازدحام المروري وامتداد تلك المراكز في مناطق الظهير الصحراوي الشرقي بقيم تتراوح بين ١٠٤ - ١١٩ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٨، تصل لأقصاها في المنطقة الممتدة بين جنوب مركز أبنوب وشمال مركز الفتح بحوالي ١٣٠ ميكروجرام/م³.

٥. العوالق الدقيقة أقل من ٢,٥ ميكرون PM2.5. تشير منظمة الصحة العالمية إلى نوع آخر من العوالق الدقيقة أكثر خطورة وهي التي يقل قطرها عن ٢,٥ ميكرون PM2.5، حيث يمكن لتلك الملوثات أن تبلغ نواحي عميقة من الجهاز التنفسي والرتين مسببة الفشل الرئوي حال استنشاقها. وتمثل القيم المرجعية التي ينبغي أن تقل عنها تركيزات العوالق الدقيقة ١٠ ميكروجرام / م³ / سنة أو ٢٥ ميكروجرام / م³ / ساعة، وذلك للعوالق الدقيقة التي يقل قطرها عن ٢,٥ ميكرون PM2.5.



شكل (١٦) تركيزات العوالق الدقيقة PM2.5 في محافظة أسيوط خلال عام ٢٠١٨

المصدر: اعتمادا على بيانات العوالق الدقيقة PM2.5 الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (WHO, 2018)

أسيوط ٣٧,١٨% من إجمالي مرضى الجهاز التنفسي في المحافظة نظراً لوجود مستشفى الأمراض الصدرية وهو المستشفى التخصصي الوحيد في المحافظة لعلاج أمراض الجهاز التنفسي. ويأتي مركز البداري في المرتبة الثانية حيث تردد على مستشفى البداري حوالي ١٣,٧% من إجمالي المترددين، وهو ما لا يتفق مع نسبة سكان المركز والتي بلغت ٦,١٦% من إجمالي سكان المحافظة، ولم يستقبل مستشفى الغنايم سوى ٢,٢٦% من إجمالي حالات الأمراض الصدرية بالمحافظة. ويوضح شكلا (١٧، ١٨) إجمالي عدد السكان وإجمالي مرضى الجهاز التنفسي على مستوى مراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠.

رابعاً- التحليل الجيوطبي لأمراض الجهاز التنفسي في محافظة أسيوط:

يوضح جدول (٣) أن إجمالي عدد مرضى الجهاز التنفسي المترددين على المستشفيات في محافظة أسيوط بلغ ٢٤٤٤٣١ بما يمثل ٤,٨٦% من إجمالي المترددين على المستشفيات المختلفة في المحافظة والبالغ عددهم ٥٠٢٠٨٣٠، وتردد على العيادات الخارجية ٨٠,٤١% من إجمالي الحالات، واستقبل قسم الاستقبال والطوارئ حوالي ٤٣ ألف حالة بنسبة ١٧,٦٩% من إجمالي مترددي أمراض الجهاز التنفسي، وتحمل القسم الداخلي عبء علاج ٦٢٨٤ مريض بنسبة بلغت ١,٨٩% من إجمالي الحالات. وإجمالاً بلغ عدد مرضى الجهاز التنفسي المترددين على مستشفيات مركز

جدول (٣) توزيع مرضى الجهاز التنفسي في منطقة الدراسة ومحيطها المكاني عام ٢٠٢٠

عدد المترددين بأمراض الجهاز التنفسي على المستشفيات												المراكز	
الإجمالي العام		على القسم الداخلي		بإجمالي القسم الخارجي		بالاستقبال والطوارئ		على العيادات الخارجية		السكان		المراكز	عدد
%	عدد	%	عدد	%	عدد	%	عدد	%	عدد	%	عدد		
٣٧,١٨	٩,٨٨٣	٣,٧٣	٣٣٩٤	٩٩,٢٧	٨٧٤٨٩	١٢,٥١	١١٣٧١	٨٣,٧٥	٧٦١١٨	٢٢,٢٤	٩٧٤٩٩٣	أسبوط	
١١,٢٨	٢٧٥٦٧	٢,٣٣	٦١٤	٩٧,٧٧	٢٦٩٥٣	-	-	٩٧,٧٧	٢٦٩٥٣	١٣,٥٧	٥٩٤٩٤٤	ديروط	
٨,٨٧	٢١٦٦٩	-	-	١٠٠,٠٠	٢١٦٦٩	-	-	١٠٠,٠٠	٢١٦٦٩	١٠,٥٧	٤٦٣٥٢	القوصية	
٦,٦٢	١٦١٨٨	-	-	١٠٠,٠٠	١٦١٨٨	-	-	١٠٠,٠٠	١٦١٨٨	١١,٩٥	٥٣٣٦٣	منقلوط	
٩,٢٨	٢٢٦٨٩	-	-	١٠٠,٠٠	٢٢٦٨٩	٤٩,١٤	١١١٥٠	٥٠,٨٦	١١٥٣٩	٩,٣٩	٤١١٥٣٢	أنبوب	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	٧,٤٦	٣٢٧,٩١	الفتح	
٣,٨٥	٩٣٩٩	٠,٨٢	٧٧	٩٩,١٨	٩٣٢٢	٦٧,٢١	٦٣١٧	٣١,٩٧	٣,٠٥	٤,١١	١٨٠,١٠	ساحل سليم	
١٣,٦٩	٣٣٥٥٩	٠,٩٦	٣٢١	٩٩,٠٤	٣٣٢٣٨	٢٩,٧٥	٩٩٥٣	٦٩,٢٩	٢٣١١٥	٦,١٦	٢٧,٢٢٣	البياري	
٥,٨٩	١٤٤٠٠	٠,٩٤	١٣٥	٩٩,٠٦	١٤٢٦٥	١٧,٦٠	٢٥٣٤	٨١,٤٧	١١٧٣١	٧,٣٤	٣٢١٩١٨	أبو تيج	
١,٠٩	٢٦٦٢	٠,٣٨	١٠	٩٩,٦٢	٢٦٥٢	-	-	٩٩,٦٢	٢٦٥٢	٤,١٧	١٨٢٩٩٨	صففا	
٢,٦٦	٥٥١٥	١,٤٠	٧٧	٩٨,٦٠	٥٤٣٨	٣٤,٨٠	١٩١٩	٦٣,٨١	٣٥١٩	٣,٠٣	١٣٢٦٧٤	الغنايم	
١٠٠,٠٠	٢٤٤٣١	١,٨٩	٤٦٢٨	٩٨,١١	٢٣٨٠٣	١٧,٦٩	٤٣٢٤٤	٨٠,٤١	١٩٦٥٥٩	١٠٠,٠٠	٤٣٨٣٨٩	الإجمالي	
مرضى الجهاز التنفسي المعقدين في الملف الطبي الموحد												المراكز	
درجة التركيز		معامل توطن المرض (*)				معدلات الإصابة ونسب الانتشار				عدد المرضى المسجلين في الملف الطبي		المراكز	عدد
اجمالي	بأمراض الألف والآن	بأمراض الصدرية	والخنجرة	والخنجرة	بأمراض الصدرية	والخنجرة	بأمراض الألف والآن	بأمراض الصدرية	بأمراض الألف والآن	بأمراض الصدرية	بأمراض الصدرية		
١,١٨	١,٠٧	١,١٧	٠,٩١	١,٤٢	١١٤,٤٧	٨,٤٤	١,٠٣٦	١٠,٩٦٥٩	٨٢٢٦	١٠,٠٩٨	٩٧٤٩٩٣	أسبوط	
٠,٧٨	٠,٨٢	٠,٨٣	١,٠٦	١,٠٧	٧٤,١٥	٦,٤٨	٥,١٥	٤٤١١٦	٣٨٨٨	٣,٠٦٣	٥٩٤٩٤٤	ديروط	
١,٢٤	١,٨٥	٠,٨٤	١,٦٣	٠,٧٤	١٠,٨,٢٨	١٤,٥٦	٥,١٩	٥٠,١٧١	٦٧٤٨	٢٤,٠٧	٤٦٣٥٢	القوصية	
٠,٢٤	٠,٥٧	٠,٥٥	٠,٦٨	٠,٦٦	٨٠,٣٨	٤,٥١	٣,٤٣	٤٢,٠٨٨	٢٣١٠	١٧٩٨	٥٣٣٦٣	منقلوط	
١,٤٠	١,٤٦	٠,٩٩	١,٠٥	٠,٧١	١٣٧,٩٩	١١,٣٣	٦,١٣	٥٤٧٣١	٤٧٥٧	٢٥٢١	٤١١٥٣٢	أنبوب	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	٣٢٧,٩١	الفتح	
١,١٧	١,١٢	٠,٩٤	٠,٩٦	٠,٨٠	١١١,٣٥	٨,٨٣	٥,٨٠	٢٠,٤٤	١٥٨٩	١,٤٤	١٨٠,١٠	ساحل سليم	
-	٠,٧٤	٢,٢٢	٠,٦٦	١,٩٨	-	٥,٨١	١٣,٧٦	٢٨٩٣٢	١٥٩٩	٣٧١٧	٢٧,٢٢٣	البياري	
٠,٧٠	٠,٧٤	٠,٨٠	١,٠٦	١,١٥	٦٦,٢٧	٥,٨٠	٤,٩٧	٢١٣٣٥	١٨٦٨	١٦,٠٠	٣٢١٩١٨	أبو تيج	
١,٠٣	١,١٨	٠,٦٦	١,١٥	٠,٢٥	٩٦,٩٨	٩,٣٣	١,٦١	١٧٩٢٤	١٧,٦٦	٢٤٥	١٨٢٩٩٨	صففا	
٢,٢٨	١,٨١	٠,٧٤	٠,٨٠	٠,٣٣	٢١٧,٠١	١٤,٣١	٤,٦١	٢٨٧٩٢	١٨٩٩	١١٢	١٣٢٦٧٤	الغنايم	
١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	١,٠٠	٩٥,٣١	٧,٨٩	٦,٢٠	٤١٧٧٩٢	٣٤٥٧٠	٢٧١٥٥	٤٣٨٣٨٩	الإجمالي	
عدد الوفيات خلال الفترة (٢٠١٨ - ٢٠٢٠)												المراكز	
٢٠٢٠		٢٠١٩		٢٠١٨		٢٠١٨		٢٠١٨		٢٠١٨		المراكز	عدد
نسبة التغير	مقدار التغير	%	عدد	نسبة التغير	مقدار التغير	%	عدد	نسبة التغير	مقدار التغير	%	عدد		
٦٤,٣٦	١,٠٠٦	٥٩,٥	٢٥٦٩	١٠,٨٥	١٥٣	٥٣,٠٢	١٥٦٣	٢٦,٥٧	٢٦٦	٥٠,١٢	١٤١٠	أسبوط	
٣,٣٣	١٠	٧,١٨	٣١٠	٧,٤١٠	٢٤	١٠,١٨	٣٠٠	٢,٤١٠	٨	١١,٥٢	٣٢٤	ديروط	
٧٢,٠٢	١٣٩	٧,٦٩	٣٣٢	٢٧,٨١	٤٢	٦,٥٥	١٩٣	٣٥,٧٤٠	٨٤	٥,٣٧	١٥١	القوصية	
١٦,١٨	٢٢	٣,٦٦	١٥٨	١,٤٥٠	٢٠	٤,٦١	١٣٦	٢٥,٤١٠	٤٧	٤,٩١	١٣٨	منقلوط	
١٢,١٠	١٥	٢,٥٢	١٠٩	١٤,٤٨	٢١	٤,٢١	١٢٤	٢٩,٩٥٠	٦٠	٥,١٥	١٥٥	أنبوب	
٩,٢٣	١٨	٤,٩٣	٢١٣	٧,١٤	١٣	٦,٦١	١٩٥	١٨,١٨	٢٨	٦,٤٧	١٨٢	الفتح	
٤٣,٤٨	١٠	٠,٧٦	٣٣	٦٠,٣٤٠	٣٥	٠,٧٨	٢٣	٢٢,١٧٠	١٧	٢,٠٦	٥٨	ساحل سليم	
١٠,٤٥	١٤	٢,٧٨	١٢٠	٢,٩٠	٤	٤,٥٥	١٣٤	٢٧,٧٨	٣٠	٤,٩١	١٣٨	البياري	
١٢٣,٢٣	١٩١	٨,٠١	٣٤٦	١١,٩٣٠	٢١	٥,٢٦	١٥٥	٤,٨٦٠	٩	٦,٢٦	١٧٦	أبو تيج	
٨,٩٩	٨	١,٨٨	٨١	٨,٥٤	٧	٣,٠٢	٨٩	-	-	٢,٩٢	٨٢	صففا	
٣٠,٥٦	١١	١,٠٩	٤٧	٣,٠٠	٢٧	١,٢٢	٣٦	٨٠,٨٥٠	٣٨	٠,٣٢	٩	الغنايم	
٤٦,٤٧	١٣٧٠	١,٠٠	٤٣١٨	٤,٨	١٣٥	١,٠٠	٢٤٤٨	٣,٢٧	٨٩	١,٠٠	٢٨١٣	الإجمالي	

المصدر: اعتماداً على:

- [١] مديرية الشئون الصحية بأسبوط، الملفات الطبية الموحدة لمرضى الدخول، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠
- [٢] وزارة الصحة والسكان، المركز القومي لمعلومات وزارة الصحة، وحدة نظم المعلومات الصحية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.

(*) تستخدم قرينة التوطن لتحديد الأهمية النسبية للمرض في مركز معين بالنسبة للمحافظة، وتقيد قرينة التركيز في تحديد درجة تركيز مرض ما في منطقة ما، للمزيد عن درجة التركيز ومعامل التوطن يراجع في ذلك:

- صفوح خير: البحث الجغرافي، مناهجه وأساليبه، دار المريخ للنشر، الرياض، ١٩٩٠.
- محمد أزهر السماك، علي عباس العزاوي: البحث الجغرافي بين المنهجية التخصصية والأساليب الكمية وتقنية المعلومات المعاصرة، دار اليازوري، عمان، ٢٠١١.

تابع: جدول (٣)

المراكز	وفيات الأمراض المرتبطة بشكل مباشر بتلوث الهواء في منطقة الدراسة وبقي مراكز المحافظة خلال الفترة (٢٠١٥: ٢٠٢٠)											
	معدل الوفيات/ ١٠٠٠٠ نسمة			الريو			حساسية الصدر			إجمالي وفيات		
	تغير الزنة	الريو	حساسية الصدر	%	تغير الزنة	%	عدد	%	عدد	معدل الوفيات	%	عدد
أسيوط	٥,٨٥	٣,٣٢	١,٤٢	٧٢,٢٤	٥٧٠	٢٧,٦٧	٣٢٤	١٧,٦٢	١٣٨	١٠,٥٨	٣٧,٦٢	١٠,٣٢
ديروط	٠,٣٠	٠,٨١	٢,٨٢	٢,٢٨	١٨	٤,١٠	٤٨	٢١,٤٦	١٦٨	٣,٩٣	٨,٥٣	٢٣٤
القوصية	١,٨١	٤,٩٢	٢,٢٠	١٠,٦٥	٨٤	١٩,٤٧	٢٢٨	١٣,٠٣	١٠٢	٨,٩٣	١٥,٠٩	٤١٤
منفلوط	٠,٢٩	١,٠٣	٠,٢٣	١,٩٠	١٥	٤,٦١	٥٤	١,٥٣	١٢	١,٥٥	٢,٩٥	٨١
أبنوب	٠,٤٤	٦,٢٧	٠,٨٧	٢,٢٨	١٨	٢٢,٠٣	٢٥٨	٤,٦٠	٣٦	٧,٥٨	١١,٣٧	٣١٢
الفتح	٠,٧٣	٢,٩٣	٠,١٨	٣,٠٤	٢٤	٨,٢٠	٩٦	٠,٧٧	٦	٣,٨٥	٤,٥٩	١٢٦
ساحل سليم	٠,٣٣	٠,٦٧	٣,٠٠	٠,٧٦	٦	١,٠٢	١٢	٦,٩٠	٥٤	٤,٠٠	٢,٦٢	٧٢
البداري	٠,٢٢	٠,٦٧	٠,٢٢	٠,٧٦	٦	١,٥٤	١٨	٠,٧٧	٦	١,١١	١,٠٩	٣٠
أبو تيج	٠,٦٨	٣,٣٥	٠,٥٦	٢,٧٩	٢٢	٩,٢٢	١٠٨	٢,٣٠	١٨	٤,٦٠	٥,٤٠	١٤٨
صدفا	١,٢٠	١,٠٤	١٣,١٢	٢,٧٩	٢٢	١,٦٢	١٩	٣,٠٦٥	٢٤٠	١٥,٣٦	١٠,٢٤	٢٨١
الغنايم	٠,٣٠	٠,٤٥	٠,٢٣	٠,٥١	٤	٠,٥١	٦	٠,٣٨	٣	٠,٩٨	٠,٤٧	١٣
الإجمالي	١,٨٠	٢,٦٧	١,٧٩	١٠,٠٠٠	٧٨٩	١٠,٠٠٠	١١٧١	١٠,٠٠٠	٧٨٣	٦,٢٦	١٠,٠٠٠	٢٧٤٣

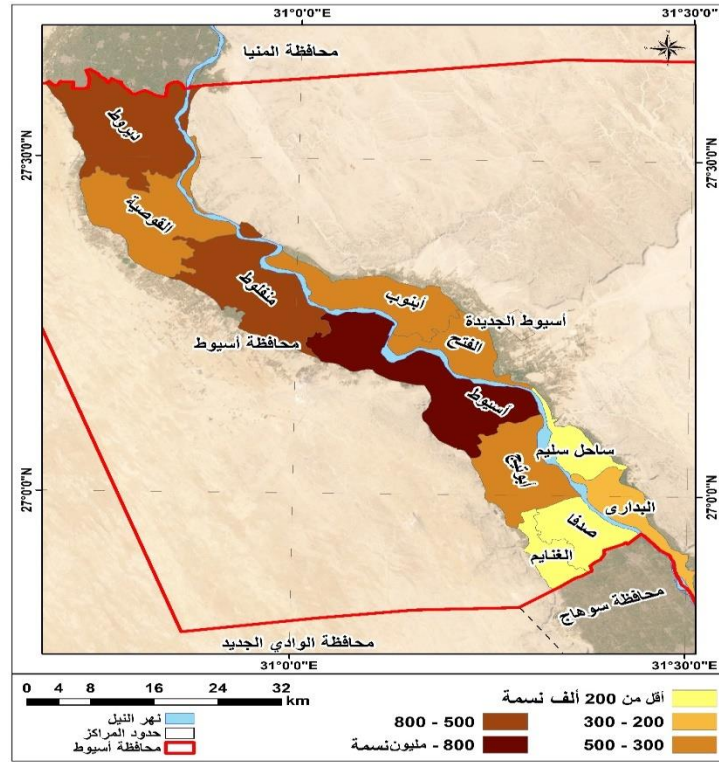
المصدر: اعتمادًا على:

[١] مديرية الشئون الصحية بأسيوط، الملفات الطبية الموحدة لمرضى الدخول، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.

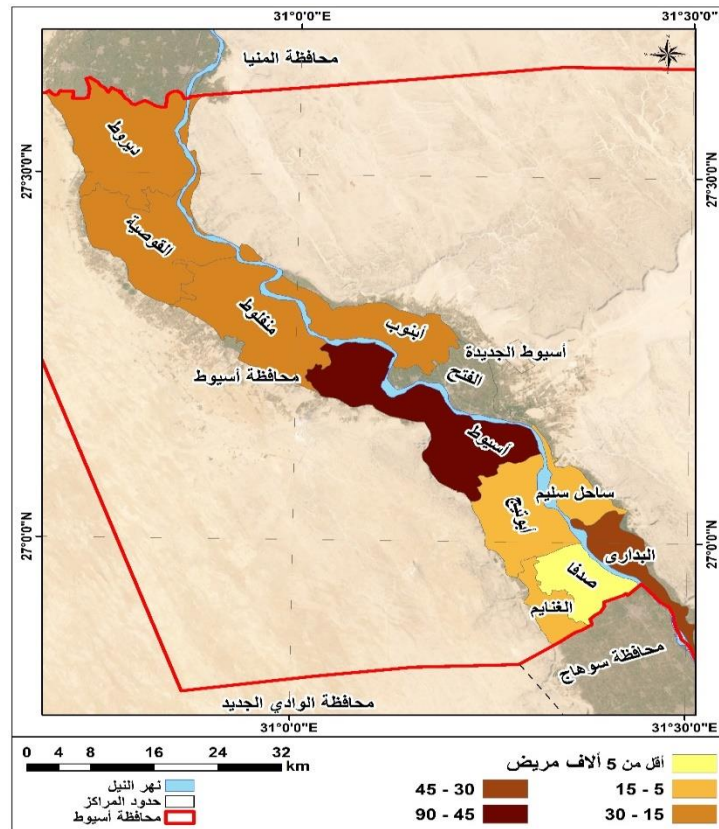
[٢] وزارة الصحة والسكان، المركز القومي لمعلومات وزارة الصحة، وحدة نظم المعلومات الصحية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.

٣,٧٣% من إجمالي الحالات؛ وذلك نظرًا لوجود مستشفى الصدر التخصصي لهذه الأمراض، وتبلغ أقل نسبة دخول في مركز صدفا الذي يستقبل قسم الداخلي ٠,٣٨% من إجمالي الحالات المترددة بأمراض الصدر على مستشفاه، ولم تستقبل مراكز القوصية ومنفلوط وأبنوب مرضى بالأمراض الصدرية بالقسم الداخلي بها. ويبلغ المعدل العام للإصابة وانتشار الأمراض الصدرية في المحافظة ١٠٠٠/٦,٢ نسمة، ويأتي مركز البداري في المرتبة الأولى بين المراكز من حيث معدلات انتشار الأمراض الصدرية بنسبة بلغت ١٠٠٠/١٣,٦٧ نسمة. وتزيد نسب الانتشار بين كل ألف حالة عن ١٠ حالات في مركز أسيوط، وتتراوح ما بين ١٠٠٠/٥-١٠٠٠ نسمة في مراكز أبنوب وساحل سليم والقوصية وديروط، في حين تقل نسب الانتشار عن ١٠٠٠/٥ نسمة في مراكز أبو تيج ومنفلوط والغنايم ومركز صدفا الذي حقق أقل نسبة انتشار بين سكانه بمعدل بلغ ١٠٠٠/١,٦ نسمة.

وتتباين نسب المترددين على العيادات الخارجية بين مراكز المحافظة، وتتراوح ما بين كل الحالات أي ١٠٠% منها بمركزي القوصية ومنفلوط اللذين لا يستقبلان أية حالات دخول أو طوارئ بأمراض الجهاز التنفسي، إضافة إلى مركزي صدفا وديروط اللذين استقبلتا أكثر من ٩٧% من الحالات وحوالي نصف الحالات بمركز أبنوب وحوالي ٣٢% من الحالات بمركز ساحل سليم. ويستقبل مركز أبنوب نحو نصف الحالات المترددة على مستشفاه بقسم الطوارئ وهو يمثل ٢٦,٢٩% من إجمالي حالات مرضى الجهاز التنفسي الطارئة بالمحافظة، وتبلغ أقل نسبة لحالات الطوارئ من إجمالي الزيارات في مركز أسيوط الذي يستقبل ١٢,٥١% من المترددين بمستشفى الصدر بقسم الاستقبال؛ وهذا لا يعني بالتأكيد انخفاض عدد حالات الاستقبال بهذا القسم بالنسبة لباقي المراكز؛ حيث تستقبل مستشفى الصدر بمركز أسيوط ما يزيد عن ربع حالات استقبال الأمراض الصدرية بالمحافظة. وتبلغ نسب الدخول بالأمراض الصدرية بمركز أسيوط نحو



شكل (١٧): إجمالي عدد السكان بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



شكل (١٨): إجمالي مرضى الجهاز التنفسي بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠

الأمراض التنفسية عبء وفاة ٢٨١٣ حالة عام ٢٠١٨، وازدادت لتصل في عام ٢٠١٩ إلى ١٠,٧٧% من حجم الوفيات في المحافظة؛ حيث ارتفعت وفياتها لتبلغ ٢٩٤٨ حالة وفاة وبنسبة زيادة بلغت ٤,٨%، وخلال عام ٢٠٢٠ شهدت الأمراض التنفسية ارتفاعاً ملحوظاً قدر بنحو ١٣٧٠ حالة وفاة وبنسبة زيادة بلغت ٦,٤٧% ليصل عدد وفيات أمراض الجهاز التنفسي في المحافظة إلى ٤٣١٨ حالة وفاة. وعلى المستويات المكانية فقد اختلفت نسب الارتفاع والانخفاض في حجم الوفيات في مراكز المحافظة؛ فقد شهدت مراكز أسيوط والقوصية والفتح وصدفا والغنايم ارتفاعاً في حجم وفياتها خلال عام ٢٠١٩، وقد بلغت نسبة الزيادة حوالي ٣٠٠% في مركز الغنايم الذي زاد بمقدار ٣٦ حالة وفاة عن عام ٢٠١٨؛ وقد بلغت في ذلك العام ٩ حالات فقط، وازدادت وفيات مركز القوصية بنحو ٤٢ حالة؛ بما يمثل ٢٧,٨١% وازدادت وفيات مركز أسيوط بنحو ١٥٣ حالة وفاة؛ بنسبة زيادة عن العام السابق حوالي ١٠,٨٥%، وازدادت وفيات مركزي صدفا والفتح بنحو ٧ وفيات للأولى و١٣ وفاة للثانية؛ بما يمثل ٨,٥٤% و٧,١٤% من وفيات المركزين على التوالي خلال عام ٢٠١٨. وقد قفزت الأمراض التنفسية بأعدادها في المحافظة خلال عام ٢٠٢٠. وقد ارتفع حجم الوفيات في مراكز المحافظة بنسب وأعداد كبيرة؛ حيث ازداد عدد وفيات مركز أسيوط؛ بما يزيد عن ١٠٠٠ حالة؛ وبما يمثل ٦٤% من وفيات الأمراض التنفسية في المركز خلال عام ٢٠١٩، كما بلغت الزيادة نحو ١٩١ حالة في مركز أبو تيج؛ بنسبة زيادة ١٢٣% من وفيات المركز، كما ارتفعت وفيات الأمراض التنفسية بمركز القوصية بحوالي ١٣٩ حالة وفاة؛ بما يمثل ٧٢% من وفيات المركز. وبالرغم من الزيادة الملحوظة بهذه المراكز؛ إلا أن بعض مراكز المحافظة، مثل: أبنوب، والبداري، وصدفا قد شهدت انخفاضاً في وفيات الأمراض التنفسية بها.

وفيما يتعلق بوفيات الأمراض التنفسية المرتبطة بشكل مباشر بنوعية الهواء في المحافظة والمتمثلة في حساسية الصدر والربو وأمراض الرئة (أشكال ٢٠، ٢١، و٢٢) فقد بلغ عدد وفياتها خلال الفترة (٢٠١٨ - ٢٠٢٠) نحو ٢٧٤٣ حالة وفاة، سُجِّلَ بمستشفيات مركز أسيوط

وتوطن الأمراض الصدرية بأعلى معامل توطن لها في مركز البداري بمعامل توطن يقترب من ٠,٢، ويزيد معامل التوطن عن ١ في مراكز أسيوط وديروط وأبو تيج (*). ويقل توطن الأمراض الصدرية لتصل إلى أقل معدلاتها بمركز صدفا بمعامل بلغ ٠,٢٥. وتتركز الأمراض الصدرية بأعلى درجاتها في مركز البداري بنحو ٢,٢٢، يليه مركز أسيوط بدرجة تركيز بلغت ١,٦٧، ولم تتجاوز درجة التركيز الواحد الصحيح في باقي مراكز المحافظة، وقد تم تسجيل أقل درجة تركيز والتي لم تتجاوز ٠,٣ بمركز صدفا.

وتساعد دراسة وفيات أمراض الجهاز التنفسي وتبايناتها المكانية في إيضاح الصورة كاملة عن هذه الأمراض، حيث تعد الوفاة النتيجة النهائية للمرض والمؤشر لخطورته ومعدل الهلاك به، حيث يعيش المرء مسار الحياة بطرق مختلفة تؤثر على العمر والسبب النهائي للوفاة، وتشمل هذه التأثيرات جودة الحياة، والسمات البيئية المؤثرة في حدوث المرض، وانتقال سلوكيات حياتية كالتدخين (Cubbin & Smith, 2000)، ويعد نمط الوفاة في أية منطقة جغرافية هو انعكاس "للمرضة" وهي نسبة انتشار المرض (Morbidity) في هذه المنطقة أي الأمراض المنتشرة بها (جابر، ٢٠٠٣) (*).

ويتبين من تحليل تغير خريطة وفيات أمراض الجهاز التنفسي في المحافظة (شكل ١٩) ارتفاع مشاركة أمراض الجهاز التنفسي في عبء الوفاة على المستوى العام لمحافظة أسيوط للفترة ٢٠١٨ - ٢٠٢٠، وقد تحملت

(* تستخدم قرينة التوطن لتحديد الأهمية النسبية للمرض في مركز معين بالنسبة للمحافظة، وتفيد قرينة التركيز في تحديد درجة تركيز مرض ما في منطقة ما. للمزيد عن درجة التركيز ومعامل التوطن يراجع في ذلك:

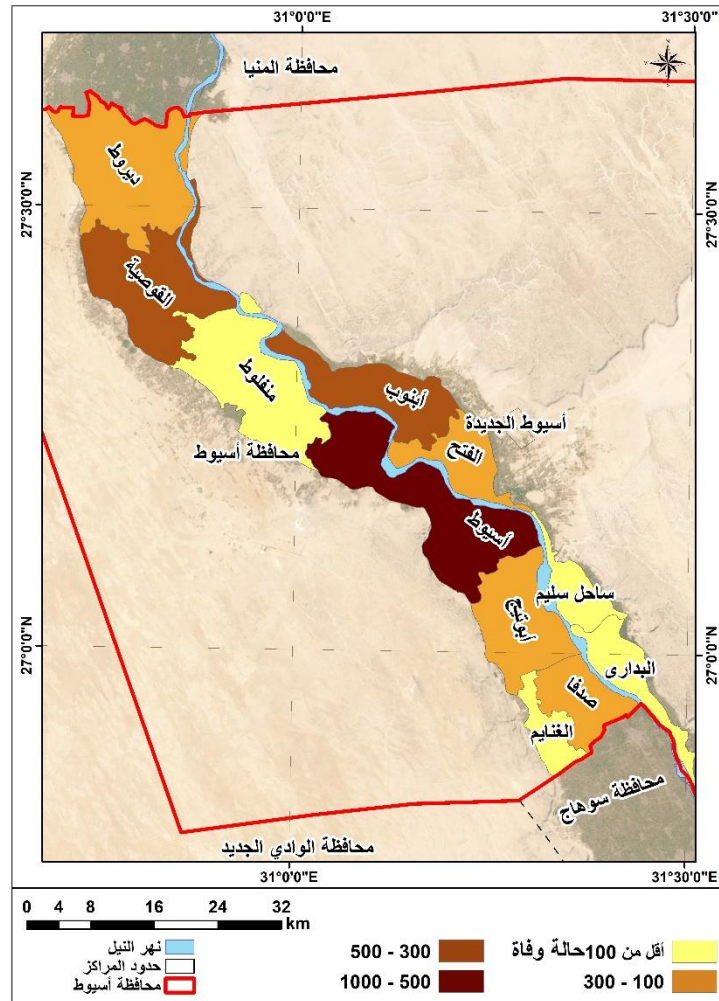
- صفوح خير: البحث الجغرافي، مناهجه وأساليبه، دار المريخ للنشر، الرياض، ١٩٩٠.

- محمد أزهري السماك، علي عباس العزاوي: البحث الجغرافي بين المنهجية التخصصية والأساليب الكمية وتقنية المعلومات المعاصرة، دار البازوري، عمان، ٢٠١١.

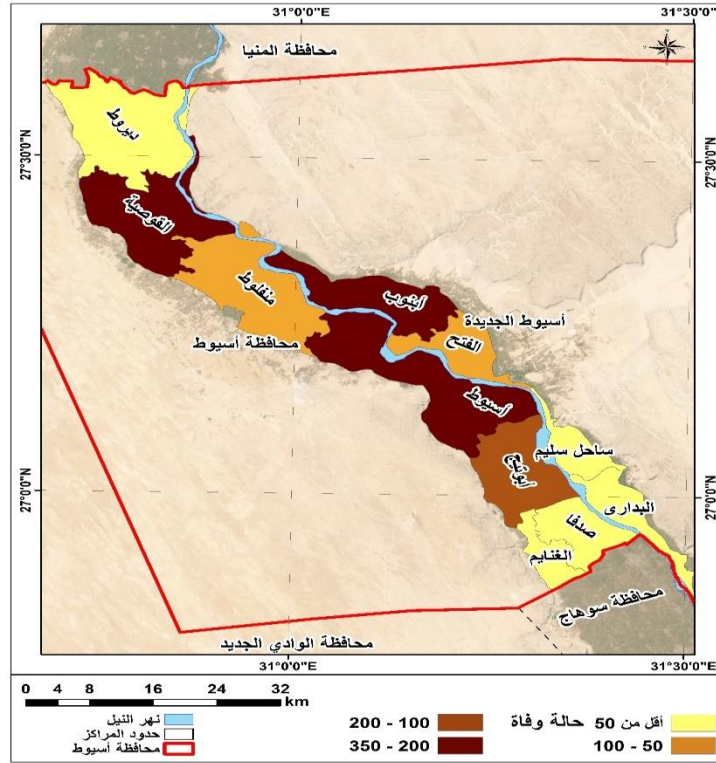
(* يؤثر تركيز المستشفيات بمراكز إدارية معينة على زيادة عدد الوفيات بها؛ حيث إن عدد الوفيات يزداد زيادة ظاهرية في بعض المراكز عن غيرها؛ لأن تسجيل الوفاة يتم حسب مكان وقوع الوفاة وليس حسب الإقامة مع التسليم مسبقاً أنه لا مناص من دراسة الوفيات حسب الأرقام المعطاة؛ حيث لا يمكن بسهولة فصل وفيات الأقسام والمراكز حسب الإقامة (أبو عيانة، ١٩٨٠).

أنه وفقاً لنظام الإحالة الصحية بين المستشفيات بمراكز محافظة أسيوط فإن مستشفى صدفا المركزي تستقبل حالات إحالة بأمراض الجهاز التنفسية من مستشفى الغنايم، مما يعني أن هذا العدد من الممكن أن يشمل وفيات من مركز الغنايم، ويرغم ذلك فإن نسبة وفيات أمراض الجهاز التنفسي المرتبطة بنوعية الهواء في مركز صدفا ومركز الغنايم اللذين سُجل بهما ١٠,٧% من الوفيات تفوق نسبة سكانهما من إجمالي المحافظة مما يعني أنهما ترفع بهما وفيات الأمراض التنفسية.

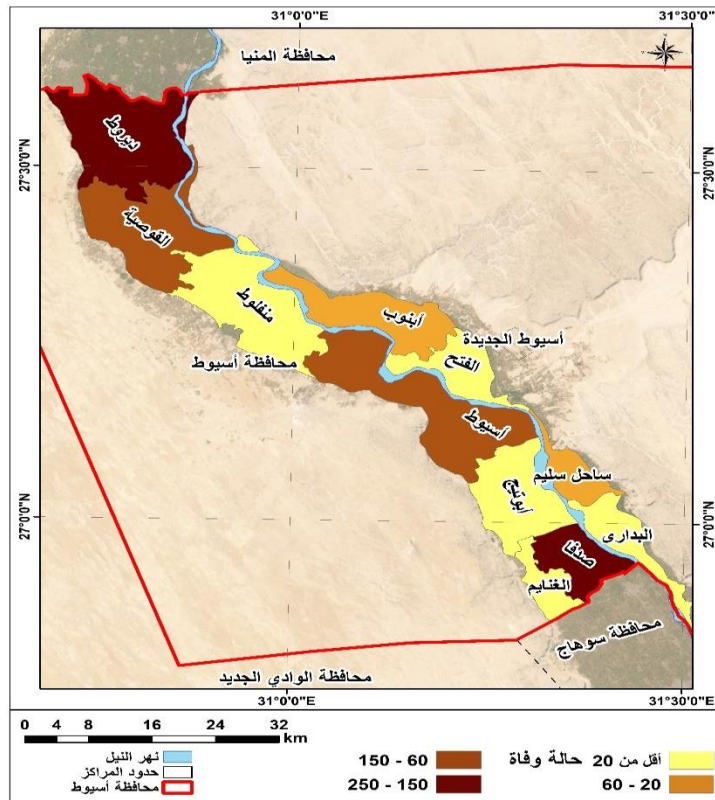
٣٧,٦% من إجمالي الوفيات، وتم تسجيل ١٥% من حالات الوفاة بمركز القوصية، ووفقاً لذلك تم تسجيل أكثر من نصف الحالات بالمركزين سالفين الذكر، وبلغت عدد وفيات مركز أنوب حوالي ٣١٢ حالة بما يمثل ١١,٣٧% من وفيات الأمراض التنفسية المرتبطة بنوعية الهواء في المحافظة. وتم تسجيل ١٠,٢% من إجمالي الحالات في مركز صدفا وهو الأمر اللافت للانتباه؛ حيث إن نسبة وفيات المركز تفوق نسبة سكانه من إجمالي المحافظة. ومن الجدير بالذكر في هذا الصدد



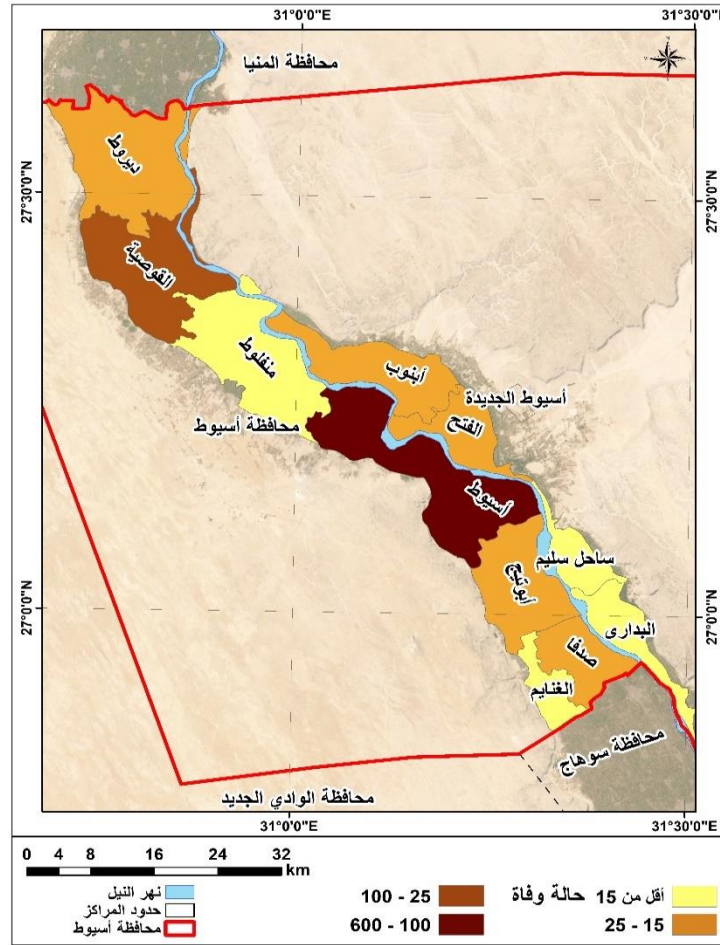
شكل (١٩): إجمالي وفيات وتلوث الهواء بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



شكل (٢٠): اجمالي وفيات الربو بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



شكل (٢١): اجمالي وفيات حساسية الصدر بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



شكل (٢٢): اجمالي وفيات تغير الرئة بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠

مركز صدفا، وسجل بمركز ديروط ما يزيد عن خمس وفيات حساسية الصدر في المحافظة ٢١,٤٦%، وبذلك تركز أكثر من نصف وفيات حساسية الصدر خلال الفترة (٢٠١٨ - ٢٠٢٠) في مركزي صدفا وديروط، وتم تسجيل ما يفوق ٣٠% من وفيات حساسية الصدر في مركزي أسيوط والقوصية. ويبلغ المعدل العام لوفيات حساسية الصدر في المحافظة ١,٨/١٠٠٠٠ نسمة، ويزيد المعدل عن ليبغ أقصاه في مركز صدفا؛ حيث سجل ١٣,١٢/١٠٠٠٠ نسمة، وسجل معدل الوفاة ٣/١٠٠٠٠ نسمة في مركز ساحل سليم، وتعدى الحالتين بين كل ١٠٠٠٠ نسمة في مركزي ديروط والقوصية، ويزيد عن حالة واحدة في مركز أسيوط، ويقل عن الحالة بين كل ١٠٠٠ نسمة في مراكز: منفلووط وأنبوب والفتح والبداري وأبو تيج والغنم.

ويبلغ المعدل العام لوفيات الأمراض التنفسية المرتبطة بالهواء في المحافظة ٦,٢٦/١٠٠٠٠ نسمة، ويرتفع المعدل ليصل أقصاه في مركز صدفا؛ حيث تعدى ١٥/١٠٠٠٠ نسمة. ويبلغ المعدل أدناه في مركز الغنم؛ حيث لم يتجاوز حالة واحدة بين كل ١٠٠٠٠ نسمة. ويمكن تقسيم مراكز المحافظة وفقاً للمعدل وفياتها إلى مراكز تزيد وفياتها عن ٨/١٠٠٠٠ نسمة، وتتمثل في مراكز: صدفا وأسيوط والقوصية، ومراكز يتراوح معدل وفياتها ما بين ٤ - ٨/١٠٠٠٠ نسمة، وتتمثل في مراكز: أنبوب وأبو تيج وساحل سليم، ومراكز تقل وفياتها عن ٤/١٠٠٠٠ نسمة، وتتمثل في مراكز: ديروط ومنفلوط والفتح والبداري والغنم. ويبلغ عدد وفيات حساسية الصدر في المحافظة ٧٨٣ حالة وفاة وهو ما يمثل ٢٨,٥% من الأمراض المرتبطة بنوعية الهواء في المحافظة، وتم تسجيل ٣٠,٦% من وفيات حساسية الصدر في

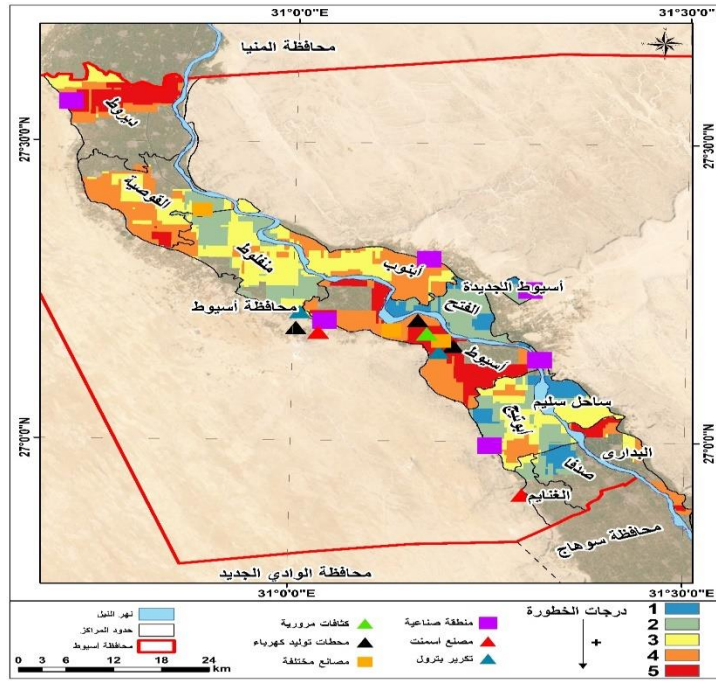
المحافظة عن المعدل العام لوفيات الرئة في المحافظة، وسجل مركز صدفا معدل وفاة بلغ ١,٢ % ١٠٠٠٠ نسمة، واحتل المرتبة الثالثة بين مراكز المحافظة من حيث معدل وفيات تغير الرئة.

خامساً- تحليل العلاقات الارتباطية بين نوعية الهواء ومرضى الجهاز التنفسي في محافظة أسيوط:

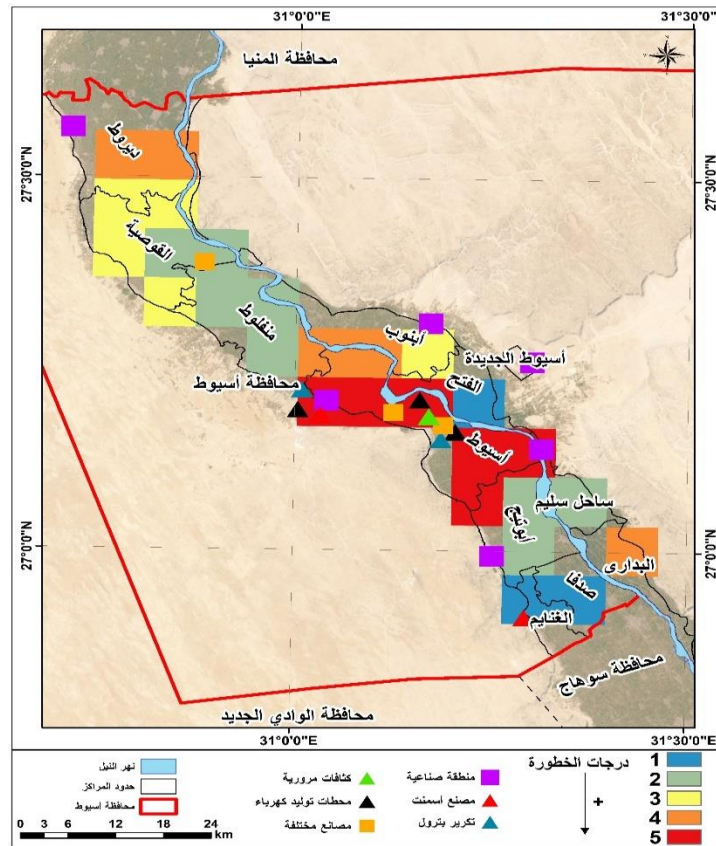
توضح الأشكال (٢٣ - ٣٣) الترابط المكاني بين نوعية الهواء وملوثاته وأعداد مرضى ووفيات الجهاز التنفسي في مراكز محافظة أسيوط، ومنها يلاحظ أن أعلى معدلات الترابط المكاني بين أعداد مرضى الجهاز التنفسي وتركيزات ثاني أكسيد الكبريت في مراكز محافظة أسيوط تتركز في شمال مركز ديروط، ووسط وجنوب مركز أسيوط، وشمال مركز البداري، وجنوب مركز القوصية. بينما يمثل مركز أسيوط بشكل عام أعلى معدلات الترابط المكاني بين أعداد المرضى وكل من تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين وتركيزات أول أكسيد الكربون، وأعلى معدلات الترابط بين عدد المرضى وتركيزات العوالق الدقيقة بنوعيهما PM_{10} ، و $PM_{2.5}$. وعلى مستوى الترابط المكاني لإجمالي أعداد الوفيات بأمراض الجهاز التنفسي وتركيزات ثاني أكسيد الكبريت، فإن مراكز القوصية وأسيوط وجنوب مركز أسيوط تسجل أعلى معدلات الترابط المكاني. بينما يمثل مركز أسيوط أعلى ترابط مكاني بين إجمالي أعداد وفيات الجهاز التنفسي وتركيزات كل من ثاني أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون، ويشاركه في أعلى معدلات الترابط المكاني للعوالق الدقيقة PM_{10} مركز القوصية، ويشاركهما مركز أسيوط ووسط مركز صدفا للعوالق الدقيقة $PM_{2.5}$.

وبلغ عدد وفيات الربو في المحافظة ١٧١ حالة وفاة بما يمثل ٤,٧ % من وفيات الأمراض التنفسية المرتبطة بنوعية الهواء في المحافظة، وجاء مركز أسيوط في المرتبة الأولى بين مراكز المحافظة في عدد وفياته؛ حيث بلغت ٣٢٤ حالة وفاة بالربو بما يمثل ٢٧,٦٧ %، تلاه مركز أبنوب الذي سجل ٢٢ % من وفيات الربو في المحافظة، ثم مركز القوصية الذي سجل ١٩,٥ % ويتشارك مركزا أبو تيج والفتح واللذان شاركا معا بنحو ١٧,٤ % من وفيات الربو في المحافظة. ويبلغ المعدل العام لوفيات الربو ١٠٠٠٠/٢,٦٧ نسمة، ويبلغ المعدل أقصاه في مركز أبنوب الذي سجل ١٠٠٠٠/٦,٢٧ نسمة، ويمكن تقسيم مراكز المحافظة وفقاً لمعدل الوفاة إلى: مراكز يزيد معدل الوفيات بها عن ١٠٠٠٠/٤ نسمة، وتضم مركزي أبنوب والقوصية. ومراكز يتراوح معدل وفياتها ما بين ٢ : ١٠٠٠٠/٤ نسمة، وتضم مراكز: أسيوط وأبو تيج والفتح. ومراكز يقل معدل وفياتها عن ١٠٠٠٠/٢ نسمة، وتضم مراكز: ديروط ومنفلوط وساحل سليم والبداري وصدفا والغنايم.

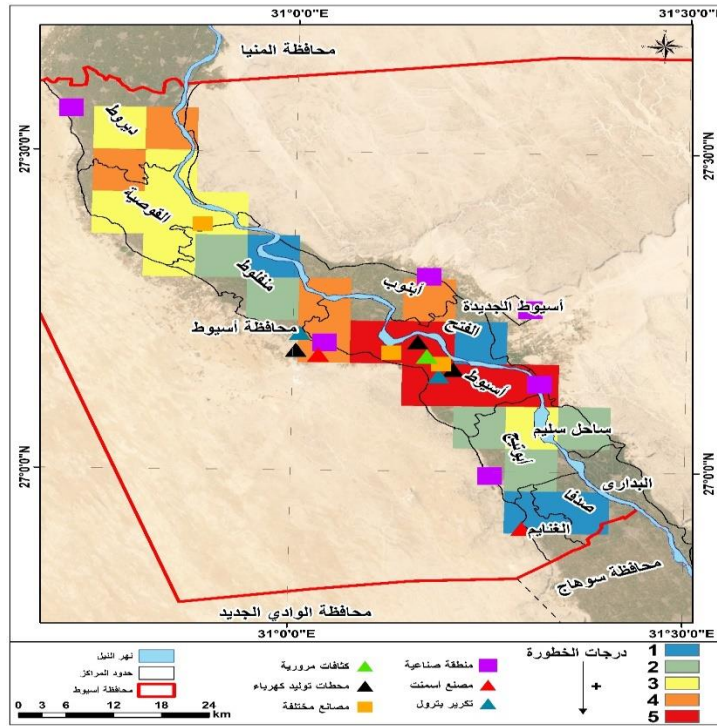
وفيما يتعلق بوفيات أمراض تغير الرئة فقد تركز ٧٢,٢٤ % من وفياتها في مركز أسيوط، ولا يرجع ذلك إلى ارتفاع عدد مرضى تغير الرئة بالمحافظة فحسب، بل يضاف إلى ذلك وجود مستشفى الصدر التخصصي بالمدينة والمستشفى الجامعي ومستشفى أسيوط العام ومستشفى الإيمان العام التي تستقبل حالات مرضية بتغير الرئة من كل مراكز المحافظة. وقد بلغ المعدل العام لوفيات تغير الرئة في المحافظة ١٠٠٠٠/١,٨ نسمة، ولم يزد عن هذا المعدل إلا مركز أسيوط الذي سجل ١٠٠٠٠/٥,٨٥ نسمة، ومركز القوصية الذي سجل ١٠٠٠٠/١,٨١ نسمة، وتقل باقي مراكز



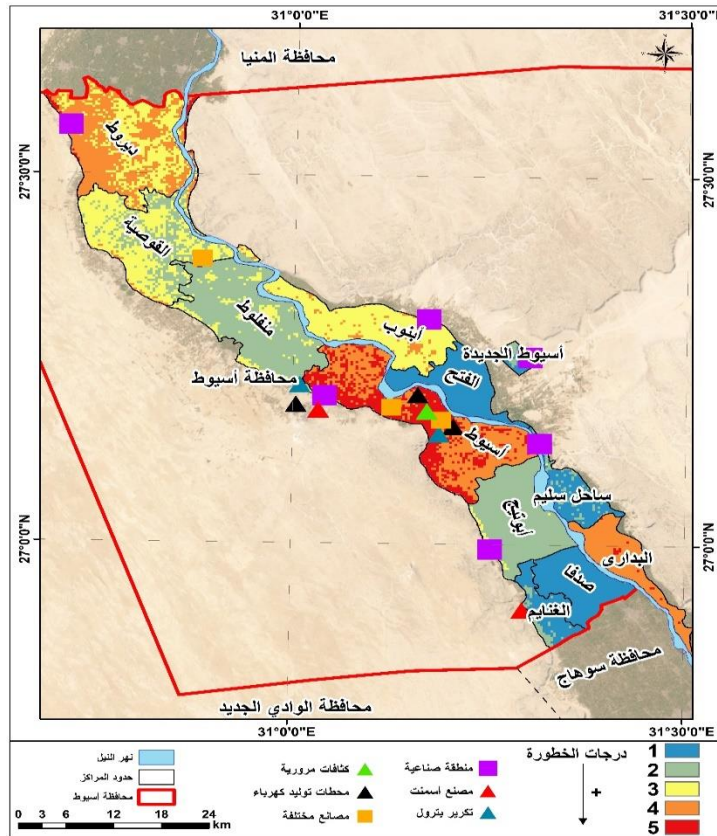
شكل (٢٣): الترابط المكاني بين أعداد المرضى وتوزيع ثاني أكسيد الكبريت بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



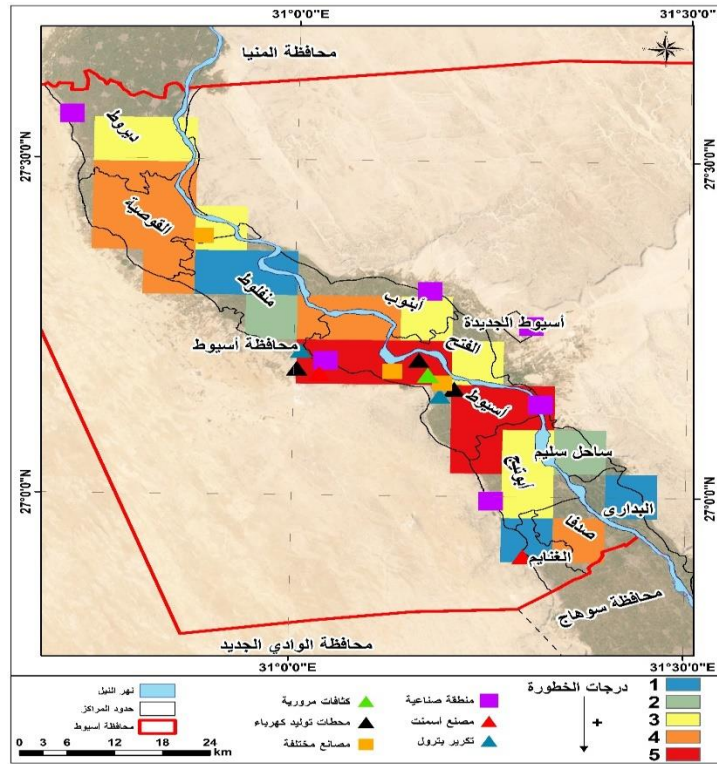
شكل (٢٤): الترابط المكاني بين أعداد المرضى وتوزيع ثاني أكسيد النيتروجين بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



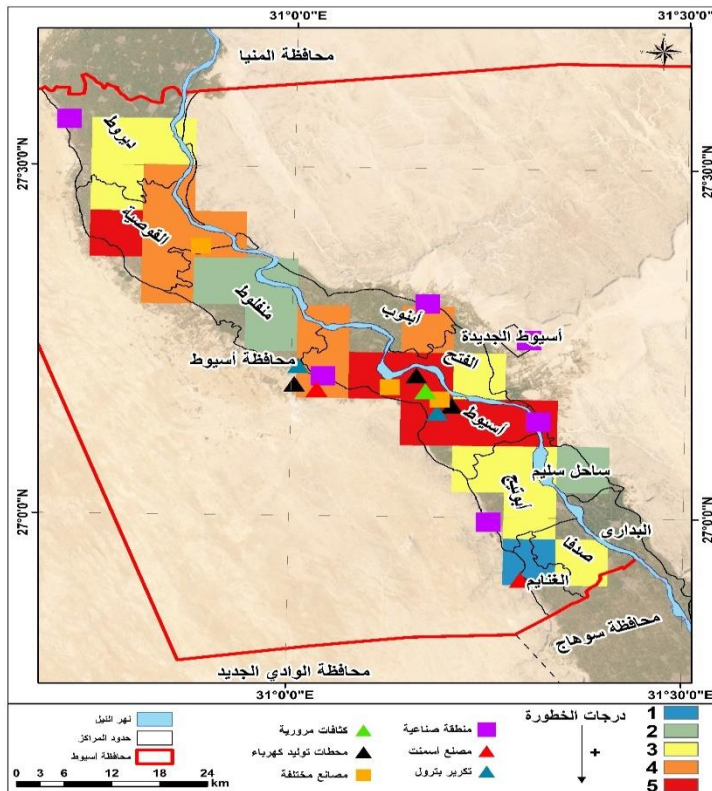
شكل (٢٥): الترابط المكاني بين أعداد المرضى وتوزيع أول أكسيد الكربون بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



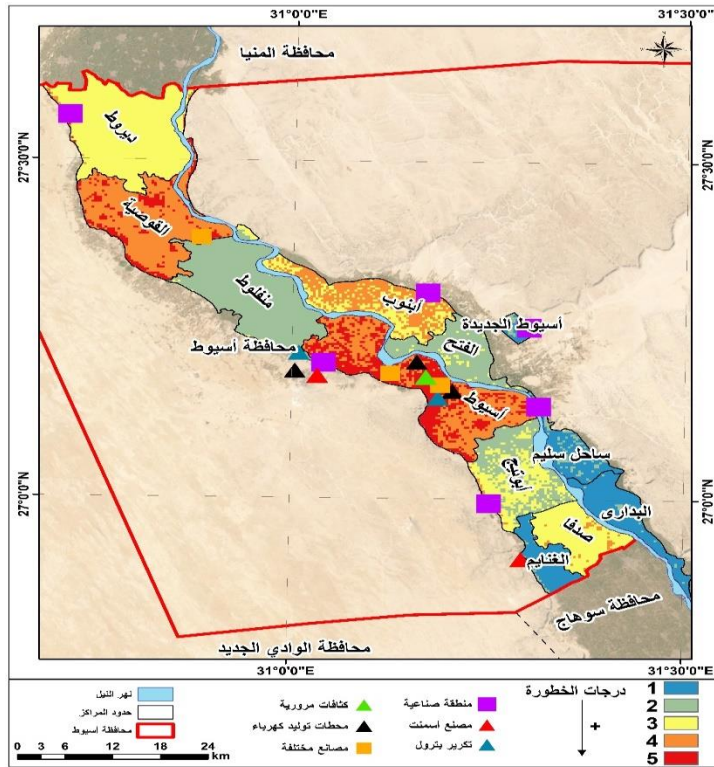
شكل (٢٦): الترابط المكاني بين أعداد المرضى وتوزيع العوالق الدقيقة PM10 بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



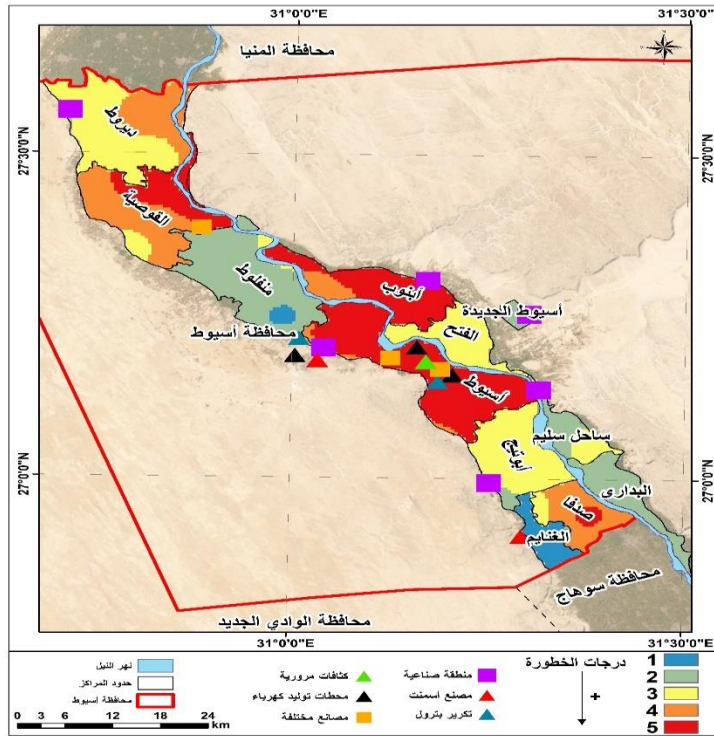
شكل (٢٩): الترابط المكاني بين أعداد الوفيات وتوزيع ثاني أكسيد النيتروجين بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



شكل (٣٠): الترابط المكاني بين أعداد الوفيات وتوزيع أول أكسيد الكربون بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



شكل (٣١): الترابط المكاني بين أعداد الوفيات وتوزيع العوالق الدقيقة PM10 بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠



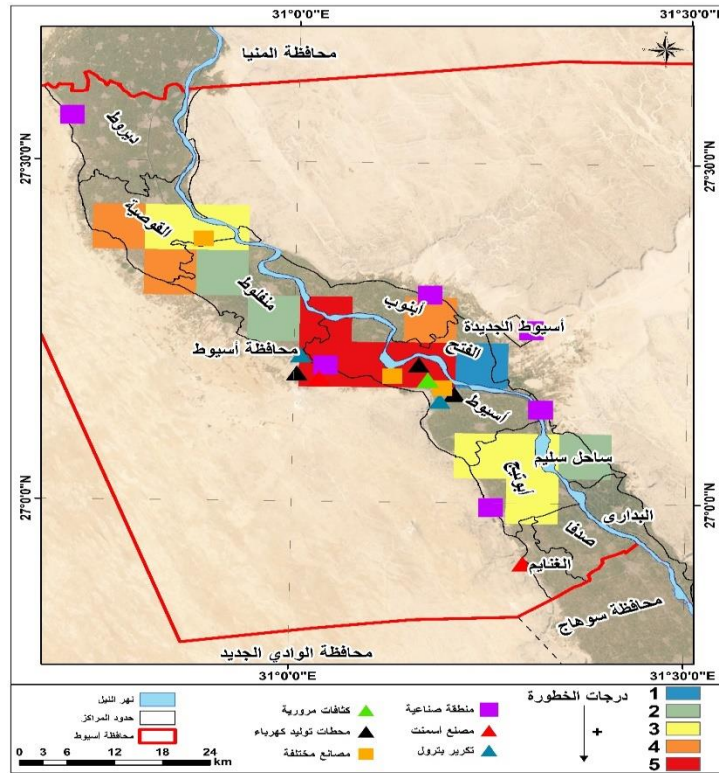
شكل (٣٢): الترابط المكاني بين أعداد الوفيات العوالق الدقيقة PM2.5 بمراكز محافظة أسيوط عام ٢٠٢٠

مراكز محافظة أسيوط نتيجة لنوعية وملوثات الهواء، يليه النطاق الممتد غرب مركز القوصية، بينما يمثل النطاق الطولي الأوسط الممتد على محور شمال-جنوب مركز منفلوط أدنى درجات الخطورة للوفاة بأمراض الجهاز التنفسي في مراكز محافظة أسيوط نتيجة لنوعية وملوثات الهواء.

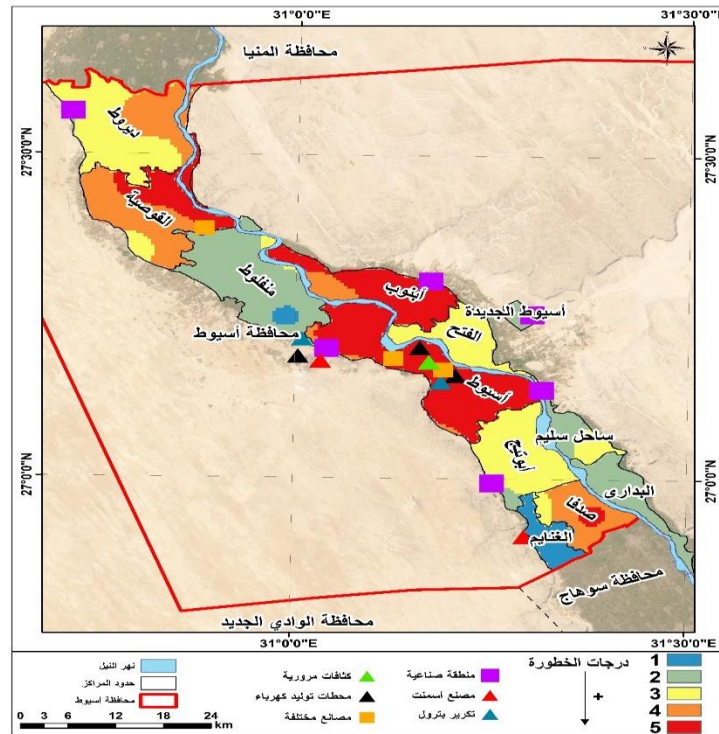
وبشكل عام، فإن النطاق الممتد بين شمال ووسط مركز أسيوط (مدينة أسيوط) يمثل أعلى درجات الخطورة للإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والتعرض للوفاة نتيجة تلك الأمراض كنتيجة لتركز ملوثات الهواء وسوء نوعيته في ذلك النطاق، وهو ما ينتج عن تركيز مصادر تلوث الهواء في ذلك النطاق وإلى الغرب منه، والتي تتمثل في: مصانع الأسمنت ومناطق المحاجر ومواقع البناء والتشييد، ومصانع تكرير البترول، وكثير من الصناعات المختلفة، ومحطات توليد الطاقة؛ علاوة على الكثافات المرورية التي يشهدها هذا النطاق الذي يمثل مدينة أسيوط عاصمة المحافظة وأكبر مدنها، ودور الرياح الشمالية الغربية التي تسود في هذه المنطقة بنسبة ٣٦,٩% في نقل ملوثات الهواء من مصادرها إلى داخل المدينة.

انتهت الدراسة قياساً على تحليل الترابط المكاني بين أعداد مرضى الجهاز التنفسي وإجمالي أعداد الوفيات بأمراض الجهاز التنفسي من جهة، وتركيزات ملوثات الهواء (ثاني أكسيد الكبريت، وثاني أكسيد النيتروجين، وأول أكسيد الكربون، والعوالق الدقيقة PM_{10} ، $PM_{2.5}$) من جهة أخرى إلى تحديد معامل الخطورة لنوعية وملوثات الهواء في مراكز محافظة أسيوط بناءً على أعداد مرضى الجهاز التنفسي (شكل ٣٣)؛ حيث يبلغ معامل الخطورة أقصاه في النطاق الممتد من جنوب مركز منفلوط وغرب مركز الفتح وشمال ووسط مركز أسيوط، يليه في الخطورة النطاق الممتد غرب مركز القوصية وجنوب مركز أبنوب، بينما يمثل شرق مركز الفتح أقل درجات الخطورة للإصابة بأمراض الجهاز التنفسي في مراكز محافظة أسيوط نتيجة لنوعية وملوثات الهواء.

ويوضح شكل (٣٤) معامل الخطورة لنوعية وملوثات الهواء في مراكز محافظة أسيوط بناءً على إجمالي أعداد الوفيات بأمراض الجهاز التنفسي؛ حيث يمثل النطاق العرضي الممتد غرب مركز الفتح ووسط وشمال مركز أسيوط أعلى درجات الخطورة للوفاة بأمراض الجهاز التنفسي في



شكل (٣٣): معامـل الخطورة لنوعية وملوثات الهواء وأعداد مرضى الجهاز التنفسي بمراكز محافظة أسيوط



شكل (٣٤): معامـل الخطورة لنوعية وملوثات الهواء وأعداد الوفيات بأمراض الجهاز التنفسي بمراكز محافظة أسيوط

نتائج وتوصيات الدراسة:

مركز صدفا وشمال مركز الغنايم أعلى تركيزات ثاني أكسيد الكبريت في أبريل ٢٠٢٠ بقيمة ١٠١,٥٤ ميكروجرام/م³.

تزداد تركيزات غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO₂ في محافظة أسيوط، ويمثل النطاق المكاني الذي يشمل الظهير الصحراوي الغربي لمركز أسيوط أعلى تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين في ديسمبر ٢٠١٨ وبلغت قيمتها ٨,٦ ميكروجرام/م³. ويمثل أعلى معدلات التركيزات في ديسمبر ٢٠٢٠ بقيمة ٩,٥٦ ميكروجرام/م³. وهو ما يتوافق مع مصادر التلوث بغرب المركز.

تزداد تركيزات غاز أول أكسيد الكربون CO في محافظة أسيوط، حيث يعد النطاق المكاني الذي يشمل مراكز أبو تيج والبداري وصدفا أعلى تركيزات أول أكسيد الكربون في ديسمبر ٢٠١٨ وبلغت قيمتها ١٠,٢٥ ميكروجرام/م³. وتمثل المنطقة الممتدة بين جنوب مركز أسيوط وشمال مركز أبو تيج أعلى التركيزات ١٠,٤٢ ميكروجرام/م³ في أكتوبر ٢٠١٩. وتمثل مراكز ديروط والقوصية وجنوب مركز البداري أعلى تركيزات لأول أكسيد الكربون في يوليو ٢٠٢٠ حيث بلغت قيمتها ١٠,٨٧ ميكروجرام/م³. وهو ما يتوافق مع مصادر التلوث بغرب المركز.

يلاحظ زيادة تركيزات العوالق الدقيقة PM₁₀ في محافظة أسيوط خلال الفترة ٢٠١٨ - ٢٠٢٠، في مناطق الظهير الصحراوي الغربي لمركزي أسيوط وأبو تيج حيث مصانع الأسمنت ومناطق المحاجر والمناطق التي تشهد عمليات البناء والتشييد في مدينة غرب أسيوط بقيم تتراوح بين ٢٨٤ - ٢٩٨ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٨، وما بين ٢٧٨ - ٣٠١ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٩، وما بين ٢٦٢ - ٣٠٨ ميكروجرام/م³ عام ٢٠٢٠. وتمثل منطقة مصنع سمام منقباد أعلى قيم تركيزات العوالق الدقيقة PM₁₀ داخل مركز ومدينة أسيوط بمعدل ٢٤٢ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٨، و٢٤٠ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٩، و٢٥٨ ميكروجرام/م³ عام ٢٠٢٠.

يزداد تركيزات العوالق الدقيقة PM_{2.5} في محافظة أسيوط عام ٢٠١٨، داخل مراكز المحافظة وبخاصة في مناطق

توصلت الدراسة من خلال المعالجة والتحليل إلى

مجموعة من النتائج، يتمثل أهمها فيما يلي:

• تتميز منطقة الدراسة بالمناخ الجاف، ندرة الأمطار، وقلة سرعة الرياح نسبيًا، وزيادة نسبة السطوع الشمسي خلال العام، وهو مناخ يساعد على ترك الجسيمات معلقة في الهواء، كما يساعد على زيادة تركيزات الملوثات إلى حد يمكن أن يكون أعلى من الحد الأقصى المسموح به.

• تتخطى تركيزات الجسيمات العالقة بجميع أنواعها الحدود الآمنة والمسموح بها وفقا لمعايير القانون المصري في منطقة الدراسة، وبالتالي وفقا لدليل منظمة الصحة العالمية خلال الفترة من ٢٠١٨/٢٠٢٠. حيث يتخطى تركيز الجسيمات الصلبة (الدخان الأسود) الحدود المسموح بها، ويتصدر عام ٢٠٢٠ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات الصلبة بنسبة تركيز قدرها ١٤٦ ميكروجرام/م³، ويتخطى متوسط التركيز السنوي للجسيمات العالقة الكلية (T.S.P) الحدود المسموح، ويتصدر عام ٢٠١٩ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات الكلية بنسبة تركيز قدرها ٥١٣ ميكروجرام/م³، كما نجد الجسيمات الصلبة (PM₁₀) الحدود المسموح بها، ويتصدر عام ٢٠٢٠ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات الصلبة بنسبة تركيز قدرها ٣٤٠ ميكروجرام/م³، وهو ما يعادل تقريبًا ٥ أضعاف الحد المسموح به في القانون المصري، كما يتخطى تركيز الجسيمات المستنشقة (PM_{2.5}) الحدود المسموح بها، ويتصدر عام ٢٠٢٠ أعلى متوسط لتركيز الجسيمات المستنشقة بنسبة تركيز قدرها ٣٦١ ميكروجرام/م³، وهو ما يعادل تقريبًا ٧ أضعاف الحد المسموح به في القانون المصري.

• يزداد تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂ في محافظة أسيوط، ويتضح زيادة تركيزات الملوثات في غرب مركز منفلوط وبلغت ١١٣,١٤ ميكروجرام/م³ في أكتوبر ٢٠١٨. وتمثل مركز أبنوب أعلى تركيزات ثاني أكسيد الكبريت في ديسمبر ٢٠١٩ حيث بلغت ١٠٧,٤٣ ميكروجرام/م³. وتمثل المنطقة الواقعة جنوب غرب مركز أبو تيج وشمال غرب

أسيوط تتركز في شمال مركز ديروط، ووسط وجنوب مركز أسيوط، وشمال مركز البداري، وجنوب مركز القوصية. يمثل مركز أسيوط بشكل عام أعلى معدلات الترابط المكاني بين أعداد المرضى وكل من تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين وتركيزات أول أكسيد الكربون.

تسجل مراكز القوصية وأسيوط وجنوب مركز أسيوط أعلى معدلات الترابط المكاني بين عدد المرضى وتركيزات العوالق الدقيقة بنوعيهما PM10، وPM2.5.

يمثل مركز أسيوط أعلى ترابط مكاني بين إجمالي أعداد وفيات الجهاز التنفسي وتركيزات كل من ثاني أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون، ويشاركه في أعلى معدلات الترابط المكاني للعوالق الدقيقة PM10 مركز القوصية، ويشاركهما مركز أسيوط ووسط مركز صدفا للعوالق الدقيقة PM2.5.

تم تحديد معامل الخطورة لنوعية وملوثات الهواء في مراكز محافظة أسيوط بناءً على أعداد مرضى الجهاز التنفسي؛ حيث يبلغ معامل الخطورة أقصاه في النطاق الممتد من جنوب مركز منفلووط وغرب مركز الفتح وشمال ووسط مركز أسيوط، بينما يمثل شرق مركز الفتح أقل درجات الخطورة للإصابة بأمراض الجهاز التنفسي في مراكز محافظة أسيوط نتيجة لنوعية وملوثات الهواء.

يمثل النطاق العرضي الممتد غرب مركز الفتح ووسط وشمال مركز أسيوط أعلى درجات الخطورة للوفاة بأمراض الجهاز التنفسي في مراكز محافظة أسيوط نتيجة لنوعية وملوثات الهواء، بينما يمثل النطاق الطولي الأوسط الممتد على محور شمال-جنوب مركز منفلووط أدنى درجات الخطورة للوفاة بأمراض الجهاز التنفسي في مراكز محافظة أسيوط نتيجة لنوعية وملوثات الهواء.

يعد النطاق الممتد بين شمال ووسط مركز أسيوط (مدينة أسيوط) يمثل أعلى درجات الخطورة للإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والتعرض للوفاة نتيجة تلك الأمراض كنتيجة لتركز ملوثات الهواء وسوء نوعيته في ذلك النطاق، وهو ما ينتج عن تركيز مصادر تلوث الهواء في ذلك النطاق وإلى الغرب منه، والتي تتمثل في: مصانع الأسمنت ومناطق المحاجر

الازدحام المروري وامتداد تلك المراكز في مناطق الظهير الصحراوي الشرقي بقيم تتراوح بين ١٠٤ - ١١٩ ميكروجرام/م³ عام ٢٠١٨، تصل لأقصاها في المنطقة الممتدة بين جنوب مركز أسيوط وشمال مركز الفتح بحوالي ١٣٠ ميكروجرام/م³.

بلغ عدد مرضى الجهاز التنفسي المترددين على مستشفيات مركز أسيوط ١٨، ٣٧% من إجمالي مرضى الجهاز التنفسي في المحافظة نظرًا لوجود مستشفى الأمراض الصدرية وهو المستشفى التخصصي الوحيد في المحافظة لعلاج أمراض الجهاز التنفسي. ويأتي مركز البداري في المرتبة الثانية حيث تردد على مستشفى البداري حوالي ١٣،٧% من إجمالي المترددين.

يبلغ المعدل العام للإصابة وانتشار الأمراض الصدرية في المحافظة ١٠٠٠/٦،٢ نسمة، ويأتي مركز البداري في المرتبة الأولى بين المراكز من حيث معدلات انتشار الأمراض الصدرية بنسبة بلغت ١٠٠٠/١٣،٦٧ نسمة. وتزيد نسب الانتشار بين كل ألف حالة عن ١٠ حالات في مركز أسيوط.

تتوطن الأمراض الصدرية بأعلى معامل توطن لها في مركز البداري بمعامل توطن يقترب من ٠،٢. ويزيد معامل التوطن عن ١ في مراكز أسيوط وديروط وأبو تيج. ويقل توطن الأمراض الصدرية لتصل إلى أقل معدلاتها بمركز صدفا بمعامل بلغ ٠،٢٥. وتتركز الأمراض الصدرية بأعلى درجاتها في مركز البداري بنحو ٢،٢٢، يليه مركز أسيوط بدرجة تركيز بلغت ١،٦٧، ولم تتجاوز درجة التركيز الواحد الصحيح في باقي مراكز المحافظة، وقد تم تسجيل أقل درجة تركيز والتي لم تتجاوز ٠،٣ بمركز صدفا.

بلغ عدد وفيات الأمراض التنفسية المرتبطة بشكل مباشر بنوعية الهواء في المحافظة والمتمثلة في حساسية الصدر والربو وأمراض الرئة خلال الفترة (٢٠١٨ - ٢٠٢٠) نحو ٢٧٤٣ حالة وفاة، سُجل بمستشفيات مركز أسيوط ٣٧،٦% من إجمالي الوفيات، وتم تسجيل ١٥% من حالات الوفاة بمركز القوصية.

أعلى معدلات الترابط المكاني بين أعداد مرضى الجهاز التنفسي وتركيزات ثاني أكسيد الكبريت في مراكز محافظة

٥. علي زين العابدين عبدالسلام، محمد بن عبدالمرضي فرحات (٢٠٠٧)، "تلوث البيئة ثمن للمدنية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مكتبة الأسرة، القاهرة.
٦. علي حسن موسى (١٩٩٠)، التلوث الجوي، دار الفكر المعاصر، دمشق، سورية.
٧. فتحي أبو عيانة (١٩٨٠)، جغرافية سكان الإسكندرية دراسة ديموغرافية منهجية، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
٨. محافظة أسيوط، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، بيانات غير منشورة، ٢٠٢١.
٩. محمد أزهري السماك، علي عباس العزاوي (٢٠١١)، البحث الجغرافي بين المنهجية التخصصية والأساليب الكمية وتقنية المعلومات المعاصرة، دار اليازوري، عمان.
١٠. محمد مدحت جابر (٢٠٠٣)، التحول الوبائي في دولة الإمارات العربية المتحدة، دراسة في الجغرافية الطبية، حوليات الآداب والعلوم الاجتماعية، الكويت، حولية (٢٤).
١١. محمد هاني سعيد (٢٠١١)، مناخ مدينة أسيوط - دراسة جغرافية في المناخ الحضري، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط.
١٢. محمد يونس (٢٠٢٠)، تلوث الهواء- عبء صحي متزايد على المصريين - الجسيمات الدقيقة (PM2.5) كمؤشر، العدالة البيئية بالمبادرة المصرية للحقوق الشخصية، الطبعة الأولى، فبراير ٢٠٢٠، القاهرة. متاح على الرابط: <https://eipr.org/publications>.
١٣. مديرية الشئون الصحية بأسيوط، الملفات الطبية الموحدة لمرضى الدخول، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.
١٤. وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، بيانات غير منشورة، ٢٠١٨، ٢٠١٩، ٢٠٢٠.
١٥. وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، نوعية الهواء في مصر.
١٦. وزارة الصحة والسكان، المركز القومي لمعلومات وزارة الصحة، وحدة نظم المعلومات الصحية، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.
١٧. وزارة الصحة والسكان، مركز الرصد البيئي، تقرير نوعية الهواء والحدود المسموح بها، ٢٠١٩.

ومواقع البناء والتشييد، ومصانع تكرير البترول، وكثير من الصناعات المختلفة، ومحطات توليد الطاقة؛ علاوة على الكثافات المرورية، ودور الرياح الشمالية الغربية التي تسود في هذه المنطقة بنسبة ٣٦,٩% في نقل ملوثات الهواء من مصادرها إلى داخل المدينة.

وتوصي الدراسة في ضوء النتائج بما يلي:

- إعادة توطين المناطق الصناعية ذات الصناعات الملوثة للهواء في مُنصرف الرياح (شرق المحافظة) بالنسبة لمحافظة أسيوط بشكل عام ومدينة أسيوط بشكل خاص بما تمثله من ثقل سكاني بالمحافظة، مما يجعلها الأكثر عرضة لأخطار تلوث الهواء.
- وتوصي الدراسة أيضا بضرورة إنشاء عدد من مستشفيات الأمراض الصدرية بمراكز المحافظة لتخفيف الضغط والطلب الواقع على المستشفيات في مركز ومدينة أسيوط وتوفير الخدمة لمرضى الجهاز التنفسي بمراكز المحافظة دون الحاجة للانتقال بين مراكز المحافظات لتلقي الخدمة من ناحية، وللحيلولة دون زيادة خطر الوفاة لمرضى الجهاز التنفسي في حالة عدم تقديم الإسعافات الأولية والعلاج بشكل مباشر وسريع.

المصادر والمراجع:

أولاً- المصادر والمراجع باللغة العربية:

١. إريك إيكهوم (١٩٨١)، "الصحة للجميع - الإنسان وأمراض البيئة"، مكتبة غريب، القاهرة.
٢. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات البيئة، سنوات (٢٠١٨: ٢٠٢٠).
٣. خالد محمد مذكور علي (٢٠١٨)، نمذجة نوعية الهواء وغازات الصوية الحرارية في مصر دراسة في الجغرافيا المناخية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٤. صفوح خير (١٩٩٠)، البحث الجغرافي، مناهجه وأساليبه، دار المريخ للنشر، الرياض.

ثانياً- المصادر والمراجع باللغة الإنجليزية:

1. Abolfazl, M., et al. (2020). Predicting the hotspots of age-adjusted mortality rates of lower respiratory infection across the continental United States: integration of GIS, spatial statistics and machine learning algorithms. *International Journal of Medical Informatics*, 142, 104248
2. Apituley, A. Pedergnana, M. Sneep, M. Veefkind, J. Loyola, D. Landgraf, J. Borsdorff, T. (2018). Sentinel-5 precursor/TROPOMI Level 2 Product User Manual Carbon Monoxide. SRON-S5P-LEV2-MA-002. <https://sentinel.esa.int/documents/247904/2474726/Sentinel-5P-Level-2-Product-User-Manual-Carbon-Monoxide>
3. Atef MF Mohammed, Inas A Saleh (2020) A review of sulfur dioxide and particulate matter (PM2.5 and PM10) in greater Cairo, Egypt. Air Pollution Research Department, Environmental Research Division, National Research Centre, Giza, Egypt
4. C P Kaushik 1, Khaiwal Ravindra, Krishan Yadav, Surender Mehta (2006) Assessment of ambient air quality in urban centres of Haryana (India) in relation to different anthropogenic activities and health risks *Environ Monit Assess*, Nov;122(1-3):27-40.
5. Cubbin, C., & Smith, G., (2000), Socioeconomic status and injury mortality: Individual and neighbourhood determinants. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 54, 517–524, 2000.
6. EPA. (2011). Climate change - Health and environmental effects. <http://www.epa.gov/climatechange/effects/health.html#ref>.
7. ESA. (2019). Copernicus Sentinel-5 Precursor operations change: improved spatial resolution. European Space Agency. https://sentinel.esa.int/web/sentinel/news/-/asset_publisher/xR9e/content/sentinel-5-precursor-operations-change-improved-spatial-resolution (Last Accessed: Dec 2021)
8. ESA. (2020). European Space Agency Science Toolbox Exploitation Platform. SNAP toolbox. <https://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>
9. Eskes, H. Geffen, J. Boersma, F. Eichmann, K. Apituley, A. Pedergnana, M. Sneep, M. Veefkind, J. Loyola, D. (2018). Sentinel-5 precursor/TROPOMI Level 2 Product User Manual Nitrogen dioxide. S5P-KNMI-L2-0021-MA, <https://earth.esa.int/documents/247904/2474726/Sentinel-5P-Level-2-Product-User-Manual-Nitrogen-Dioxide>
10. European Commission, 2016. European strategy for low-emission mobility. Swd, 244pp. 13. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0501&from=en#footnote1> [Accessed 29-04-2020].

11. GEE. (2020). Earth Engine Data Catalog. Sentinel-5P OFFL SO2: Offline Sulphur Dioxide. Google Earth Engine. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5_P_OFFL_L3_SO2#description
12. Iuliano, D., Roguski, M., Joseph, S. (2017) Estimates of global seasonal influenza-associated respiratory mortality: a modelling study. *The Lancet* 14
13. Li H, Guo B, Mengfei H, Tian M, Zhang J (2015) Particulate Matters Pollution Characteristic and the Correlation between PM (PM2.5, PM10) and Meteorological Factors during the summer in Shijiazhuang. *Journal of Environmental Protection*, 6: 457–463
14. Mbuligwe, S.E., Kassenga, G.R., 1997, "Automobile air pollution in Dares Salam City, Tanzania". *The science of the Total Environment*, Amsterdam, the Netherlands.
15. Mishra R, Pandey J, Chaudhary S, Khalkho A, Singh V (2012) Estimation of air pollution concentration over Jharia coalfield based on satellite imagery of atmospheric aerosol, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 2: 723-729
16. Moawad Badawy Moawad, Abdel Aziz Youssief and Khaled Madkour (2017) Modeling and Monitoring of Air Quality in Greater Cairo Region, Egypt Using Landsat-8 Images, HYSPLIT and GIS Based Analysis, *Climate Change Research at Universities*, Springer, Cham, 37-54
17. Retalis A, Sifakis N (2010) "Urban aerosol mapping over Athens using the differential textural analysis (DTA) algorithm on MERIS - ENVISAT data", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65: 17–25
18. Romahn, F. Pedergrana, M. Loyola, D. Apituley, A. Sneep, M. Veeffkind, J. Theys, N. Hedelt, P. (2020). Sentinel-5 precursor/TROPOMI Level 2 Product User Manual Sulphur Dioxide SO2, Sulphur Dioxide SO2 <https://sentinel.esa.int/documents/247904/2474726/Sentinel-5P-Level-2-Product-User-Manual-Sulphur-Dioxide>
19. Sentinel-5P Pre-Operations Data Hub, <https://s5phub.copernicus.eu/dhus/#/home>
20. Siyan, D., Changke, W., & Qing, W. (2020). Projecting Impacts of Temperature and Population Changes on Respiratory Disease Mortality in Yancheng, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C28*
21. Sturm B (1981) The atmospheric correction of remotely sensed data and the quantitative determination of suspended matter in marine water surface layers, *Remote Sensing in Meteorology, Oceanography and Hydrology*, 147: 163-197
22. WHO, (2020). Modes of transmission of virus causing COVID- 19: implications for IPC precaution recommendations.

Scientific brief. 1–3. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316.5>

23. WHO, 2019, 'Global Modelled Ambient Air Pollution, Annual mean PM_{2.5} levels estimated with the Data Integration Model for Air Quality (DIMAQ), <http://maps.who.int/airpollution/>
24. World Health Organization (2016) WHO Ambient air pollution database. Available at:

http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_database_summary_results_2016_v02.pdf

25. Yil-Yi S (1982) A method of correcting the atmospheric effects in satellite measurement of ocean colour, Proceedings of the Annual Technical Conference held in Liverpool: Remote sensing and the atmosphere, Remote Sensing Society, pp 110-116

**MODELING OF AIR QUALITY HAZARDS AND THEIR IMPACTS ON THE
HEALTH OF RESPIRATORY PATIENTS IN ASYUT GOVERNORATE, EGYPT
USING LANDSAT-8 & SENTINEL-5P IMAGES AND GIS TECHNIQUES**

* Mohamed Hany Saied¹, Ahmed Ali Ahmed¹, Khaled Mohamed Madkour²

1- Department of Geography, Faculty of Arts, Asyut University, Asyut, Egypt.

mohamed.hany13474@aun.edu.eg & ahmed.ali@aun.edu.eg

2- Department of Geography, Faculty of Arts, Ain Shams University, Cairo, Egypt.

khaled.madkour@art.asu.edu.eg

ABSTRACT

Asyut Governorate is exposed to high rates of air pollutants, which directly affect the increase in the increase of respiratory diseases and deaths. The current study deals with the analysis of the spatial relationship between air quality and respiratory diseases in the Asyut governorate at the level of governorate districts at the period from 2018 to 2020, using the Sentine l-5P & Landsat-8 satellite imagery to monitor and model air pollutants and air quality in the study area.

The study concluded that the area extending between the north and center of Asyut district including Asyut city represents the highest rate risk of respiratory diseases and death as a result of the high concentrations of air pollutants and the poor air quality in this area, which results from the locations of air pollution sources inside the same area and to the west of it, and the role of the northwest wind that prevails in this area by 36.9% in transporting air pollutants from their sources into the city and increasing the levels of air pollution concentrations and increase the risk factors of exposure to air pollution hazards.

Key words: *Air Quality – Respiratory diseases – Asyut Governorate.*
