# استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لتحديد مقدار التلوث الهوائي لحقل المشراق وتأثيره على البيئة لمدينة الموصل

**سحر سعيد قاسم الطائي[1]، فرح حمود خضر [2]**
[1] قسم جغرافيا ،كلية التربية العلوم الانسانية ، جامعة الموصل
[2]مديرية تربية نينوى

## المستخلص

تعد دراسة الأزمات والكوارث البيئية من العوامل الجغرافية المهمة التي تناولتها الدراسة من خلال توظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تحديد الاتجاهات الرئيسية لموضوع البحث. حيث تعرضت مدينة الموصل الى العديد من الازمات وسوف نتطرق في هذا البحث الى احدها الا وهي التلوث الهوائي بغاز ثاني اوكسيد الكاربون من حقل المشراق حيث تم أندلاع حريق في مصنع المشراق الحكومي للكبريت بالقرب من محطة الموصل وهذا ادى الى انتشار سريع للغاز في المدينة وهذا ماحدث عام 2016 نتج عنها غيوم كثيفة من ثاني أوكسيد الكبريت (SO2) التي تم أكتشافها من الفضاء بواسطة معطيات رسم خرائط الاوزون الكلي لدراسة القمر الصناعي (Toms-EP) Total Ozone Mapping Spectrometer-Earth Probeفي 18 يوماً مما أدى إلى تلوث الهواء على نحو واضح وبناء على ذلك تم استخدام معامل نموذج Moran's I الحالي لتحديد القيم والتجمعات المتشابهة للظاهرة الجغرافية بمقارنة قيمة ازواج المعالم بالقيمة الوسطى للمعالم في المنطقة وتوضح الطريقة اختلاف القيم عن المتوسط ككل وكشف التباين المحلي لطبيعة التوزيع المكاني

إذ تم اعتماد نموذج قياس تأثير التباين للتلوث بالكبريت على التحليل الاحصائي للبقة الباردة أو الواطئة والبقع المرتفعة العالية وإيجاد الدرجات المعيارية Z score مستوى المحلات السكنية لمدينة الموصل إذ تم كشف التركز لمناطق تركز التلوث اقل قيم Cold التي تراوحت بين 99-95 وتمثل اللون الأزرق على خريطة التوزيعات المكانية متركزة في المناطق الشمالية والغربية من المدينة حيث تصدرت اعلى نسب التلوث الهوائي بغاز ثاني اوكسيد الكبريت احياء موصل الجديدة والنهروان والقاهرة من 2970 -1620 واقل نسبة باحياء التراث والهاشمية والجلاء بنسبة تتراوح بين 180-90 من نسبة التلوث الهوائي بالغاز وكان لهذا التلوث الهوائي سبب كبير في التسبب بالعديد من الامراض التنفسية للسكان وتلف العديد من المحاصيل الزراعية.

**مفاتيح الكلمات:** نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، التلوث الهوائي، غاز الكبريت، معامل مورنس Morons

## ١. المقدمة

أصبحت نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي المحرك الأمثل للتعامل مع كل مراحل الأزمات بدءا بتوقعها قبل حدوثها من خلال أنظمة الإنذار المبكر ( Early Warning Systems) التي ترصد احتمالية حدوث الكارثة أو الأزمة قبل حدوثها للعمل على تلافيها (Prevention Phase) أو الاستعداد لها أن لم يكن تلافيها ممكنا (Preparedness Phase) ومرحلة التعامل مع الأزمة أو الكارثة أثناء حدوثها، وحتى في مراحل ما بعد الأزمة وهو ما يسمى بمرحلة أعادة البناء والذي على اساسه وجه البحث طريقه لتحقيق الهدف المنشود منه.

**هدف البحث:**

لقد كان الهدف من هذه الدراسة تشخيص عناصر معينة من الأزمات والكوارث البيئية التي تعرضت لها المدينة وتتمثل بالشكل التالي:

1. تقييم المخاطر الناجمة عن التلوث الهوائي لحقول المشراق وتأثيرها على مدينة الموصل.
2. تحديد مقدار الكارثة التي تعرضت لها مدينة الموصل في تهديم وتخريب المنازل.

**فرضية البحث:**

يعتمد البحث على عدة فرضيات تمثلت بالشكل التالي

كۆنفرانسی نێودەوڵەتیی گۆڕانکارییەکانی ئاووهەوا و مەترسییە ژینگەییەکانی لە ڕوانگەی جوگرافییەوە
زانکۆی کۆیە شوباتی ٢٠٢٢
ئیمەیلی تویژەر:
sahar.altaee@uomosul.edu.iq
farah.880@gmail.com

1- تحديد اتجاهات النمو السكاني للمستقرات الحالية والمستقبلية لتجنب مناطق الخطر المعرضة للتلوث من حقل المشرق مستقبلا.

2-هناك تباين مكاني واضح للتلوث الهوائي في مدينة الموصل.

3-هناك خسائر واضحة بالمساحات الخضراء واضرار بشرية نتيجة التلوث الهوائي

**أولا: مشكلة الدراسة:**

ألازمات والكوارث البيئية تعد من المشاكل المهمة التي تسبب أضرار بالمجتمع وهذا مما دعنا الى دراسة هذا الموضوع وخاصة بعد الاحداث التي تعرضت لها المدينة من أزمات وكوارث التي تتمثل بالفيضان وحرائق المشراق وتدمير أجزاء من الموصل كانت السبب الرئيسي في التطرق ودراسة تاثير حرائق المشراق على السكان وتحديد مقدار التلوث الناجم عنه والتوصل الى حل هذه المشكلة وإيجاد الطرق المناسبة لتشخيصها والتعامل معها.

**منهج البحث:**

تم الاعتماد في هذه الدراسة على المنهج الاستقرائي الذي يحدد الجزئيات للوصول الى الكل ومنهج دراسة الحالة كأحد المناهج الأساسية في هذه الدراسة.

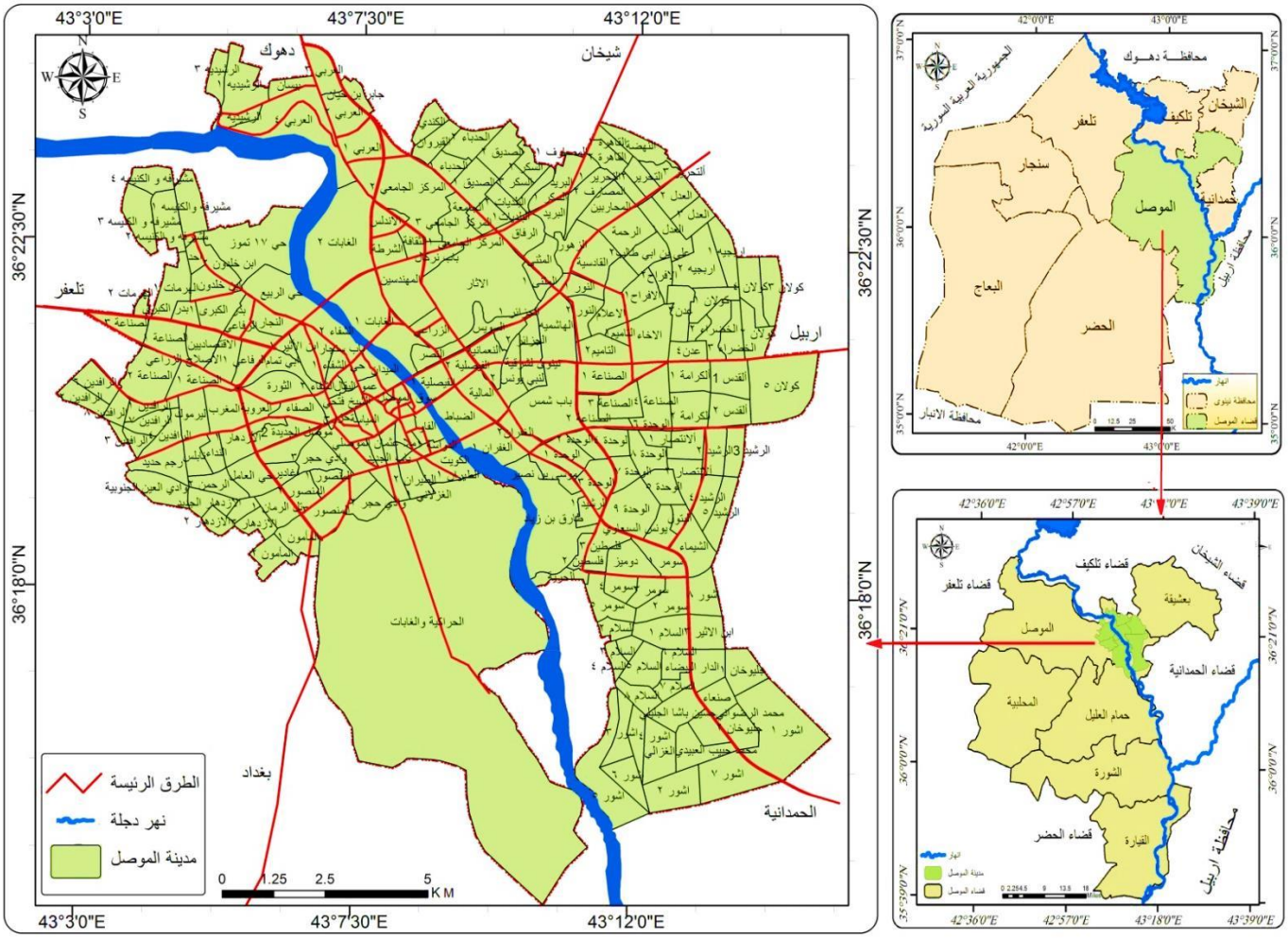
**أهمية البحث:**

تكمن أهمية الدراسة من خلال ما يسببه التلوث الهوائي لحقل المشراق ويخلفه من أثار على البيئة الحضرية والاقتصادية في مدينة الموصل الذي أثر على الإنسان وموارده بصورة مباشرة وعلى النباتات والحيوانات والموارد المتوفر داخل المدينة التي يسكن فيه، كانت العوامل الأساسية المباشرة وغير المباشرة التي دعت إلى دراسة هذا الموضوع.

**الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة:**

تقع مدينة الموصل في الجزء الشمالي الغربي من العراق[1]، وهي مركز محافظة نينوى في الحوض الأوسط لنهر دجلة ضمن الجزء الشمالي من العراق ويمكن تحديد موقعها الفلكي، عند تقاطع خطي طول (59´ 2˚ 43) و (57´ 13˚ 43) شرقاً وعند دائرتي عرض (32´ 17˚ 36) و(45´ 25˚ 36) شمالاً، وتقع منطقة الدراسة على الضفة اليسرى من نهر دجلة أذ أن نهر دجلة يشطر المدينة إلى شطرين غير متساوين في المساحة والسكان، يسمى الضفة الغربية من النهر بالجانب الأيمن، والضفة الشرقية من النهر بالجانب الأيسر[2]، وكما موضح بالخارطة (1).

الخارطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة محافظة نينوى – قضاء الموصل – مدينة الموصل: لموقع حقل المشراق




المصدر: من عمل الباحث

**التلوث الهوائي لحقل المشراق وتأثيرها على البيئة:**

يعد تلوث الهواء من أكبر المشاكل التي تعاني منها البيئة الحضرية وضوحاً في عالم اليوم بصفة عامة وفي عالم المدن الكبرى بصفة خاصة ولم يبدأ تلوث الهواء ليصبح مشكلة ألا عندما زاد أتجاه الأنسان إلى الأقامة والعيش في المدن وأتساع المجالات التي أصبح فيها أحتراق الوقود الاحفوري ضرورة معيشية[3]. وقد بدأت مشكلة تلوث الهواء بعد الثورة الصناعية وعلى وجه الخصوص في القرن العشرين فقد ساهم التصنيع بدرجة كبيرة في زيادة نسبة الغازات والأبخرة المتصاعدة مما يهدد حياة المجتمع الحضري في المدينة ويسبب له مشاكل صحية[4].

ونتيجة لذلك فأن التلوث الهوائي أكثر أنواع التلوث أنتشاراً نظراً لسهولة أنتقاله من منطقة لأخرى ولمدة زمنية وجيزة نسبياً ويؤثر هذا النوع من التلوث على الأنسان والحيوان والنبات تأثيراً مباشراً ويخلف أثاراً بيئية صحية واضحة متمثلة في التأثير على صحة الأنسان وأنخفاض كفاءتهُ الأنتاجية[5].ونتيجة لما سبق فقد تعددت التعريفات التي تناولت التلوث الهوائي ومنها:

تعريف محمد حسين عبد القوي حيث عبر عنه من خلال الظروف التي تؤدي إلى تغيير المواصفات الكمياوية والفيزياوية لتركيب عناصر الهواء الاعتيادية ومكوناتها سواء بأضافة أوطرح مواد محددة منه أو فيه بالحجم الذي يتم التحسس بها وأستشعار أثارها[6].

بينما عرفه محمد محمود الفراه هو وجود أي مواد صلبة أو سائلة أو غازية بالهواء بكميات تؤدي إلى أضرار فسيولوجية وأقتصادية وحيوية بالأنسان والنبات والالات والمعدات أو تؤثر في طبيعة الأشياء[7].ونستطيع ان نوضح التلوث الهوائي هو عبارة عن خلل بالتوزان البيئي للهواء مما يوثر على جميع الكائنات الحية على سطح الارض

**الموقع:**

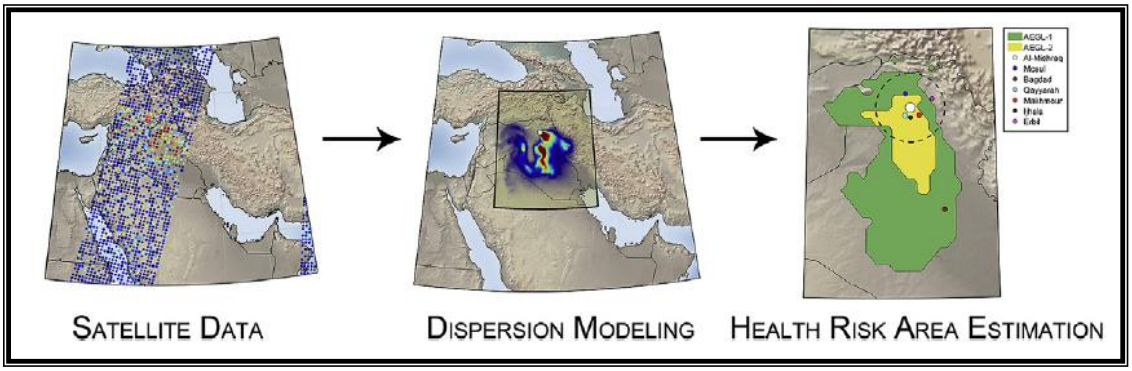
يقع معمل كبريت المشراق على بعد(45)كم جنوب مدينة الموصل وعلى الجانب الأيمن من نهر دجلة، والحقل مستطيل الشكل تتوزع داخله منشأت مشروع أستثمار الكبريت، معمل تقنية الكبريت (القديم والحديث)، النشاط الأنتاجي في حقل كبريت المشراق يضم (4) وحدات (مناطق)الأولى محطة أسالة الماء والثانية منطقة المراجل البخارية ووحدة ماء الشرب، والثالثة المنجم الذي يتم فيه أستخراج الكبريت والرابعة الوحدات الصناعية.

وعليه فأن حقل المشراق يطرح كافة أنواع الملوثات الغازية والسائلة والصلبة جميعها ذات تأثير حامضي ومؤكسدات أغلب الاحيان تؤثر على مافي البيئة من مفردات وما تحويه من حياة وجماد[8]. حيث تعرض حقل كبريت المشراق إلى الأحتراق عام (2003) وتعرض مرة أخرى عام (2016) وهذا ما سناتي على توضيحه بشكل مفصل .

**حريق معمل كبريت المشراق عام 2003 وعام 2016**

أندلع حريق في مصنع المشراق الحكومي للكبريت بالقرب من محطة الموصل، في 24يونيو2003 لمدة شهر تقريبي، أنتج أحتراق الكبريت في النار غيوم كثيفة من ثاني أوكسيد الكبريت ($SO_2$) التي تم أكتشافها من الفضاء بواسطة معطيات رسم خرائط الاوزون الكلي لدراسة القمر الصناعي (Toms-EP) Total Ozone Mapping Spectrometer-Earth Probe في 18 يوماً مما أدى إلى تلوث الهواء على نحو واضح ومكشوف بسبب طبيعة خزن الكبريت في المناطق المكشوفة في الهواء وأنتقاله بسهولة إلى المناطق القريبة والبعيدة وكأن أكثر هذه الظاهرة مأساوية هو ما حصل في سنة 2003عندما شب الحريق وأنتقل إلى العديد من المحافظات في العراق ومنها مدينة الموصل، مما سبب دمار للمزارع وهلاك الأشجار المثمرة وموت الحيوانات والبشر، وذلك بسبب الأهمال وعدم الأكتراث بهذا المنتوج الخطير.

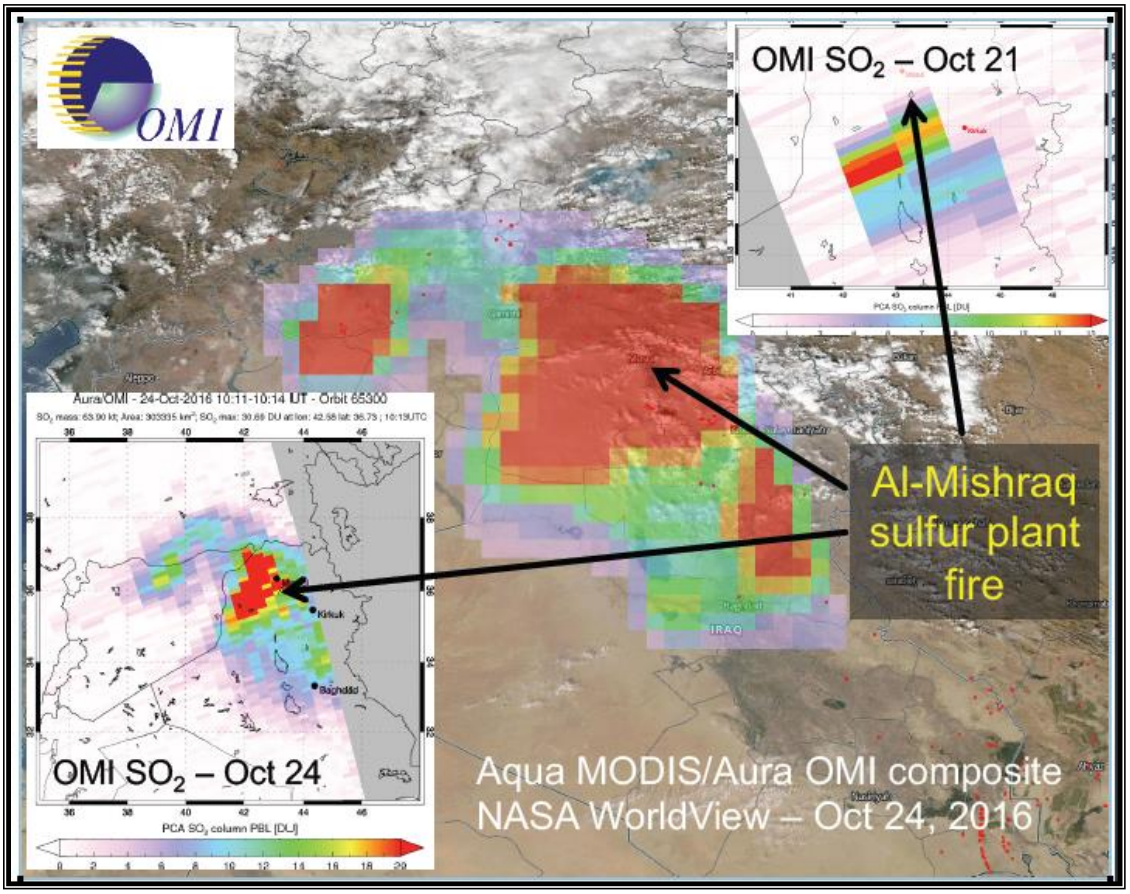
أما في عام شهر/أكتوبر 2016 أشعلت عصابات داعش الارهابي النار في مخزونات الكبريت في أحد المصانع جنوب الموصل، ينظر الشكل (1) مما أدى ظهور غيوم كبيرة من الدخان غطت المنطقة المحيطة، موبوءة بالأبخرة السوداء من بئر الزيت لاحظ الشكل (17 و18).




**الشكل (1): مراحل تقدم السحب المحملة بالدخان والغازات السامة**

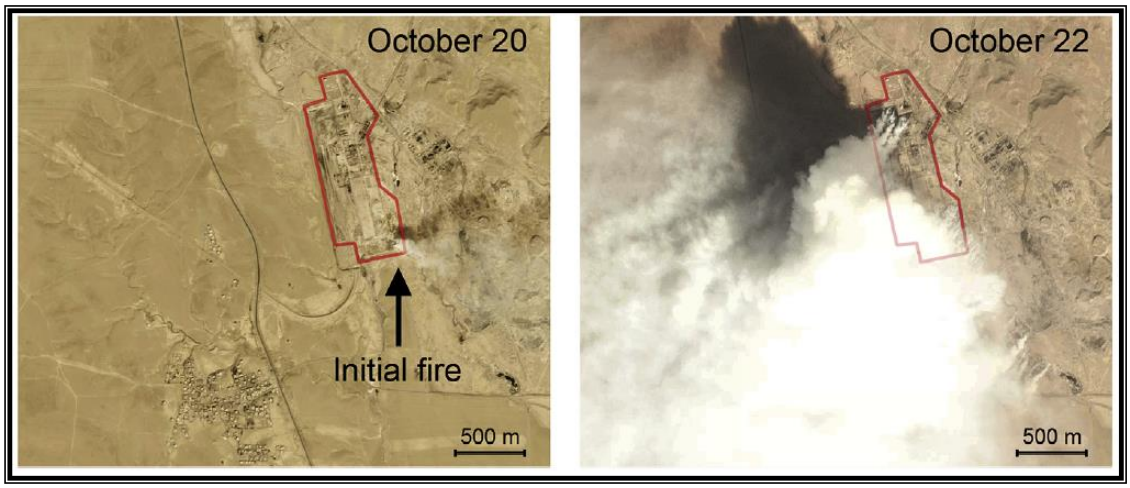
المصدر: Nasa Satelites Track Air Pollution from sulfur fires in Iraq.2011.

هذه الحرائق تسببت في زيادة التلوث الهوائي في مدينة الموصل أذ الحقت ضرراً كبيرا على الأنسان والحيوان والنبات[9].




الشكل (2): طريقة انتقال الغازات السامة

https://science.gsfc.nasa.gov/610/applied-sciences/highlights/IraqSulfurFire2016_code610_highlight.pdf




الشكل (3): منظر القمر الصناعي لمحطة الكبريت في المشراق

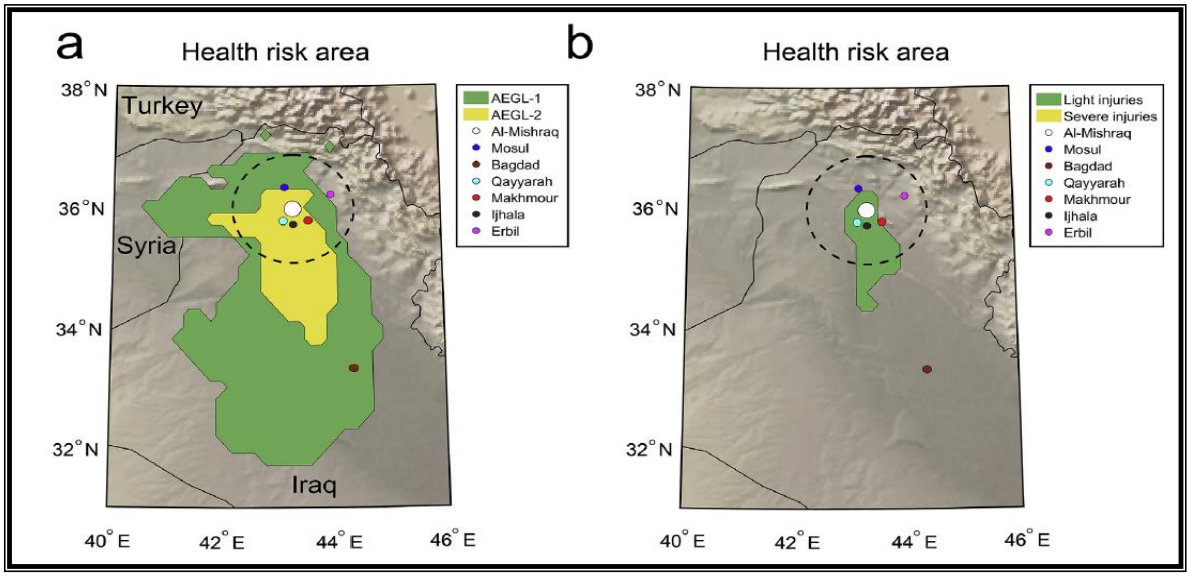
المصدر: .(2011)S.,Aardenne,J.,KIimont,z

**الأثر البيئي لـ $SO_2$ وأكاسيد الكبريت الأخرى:**

تسبب ثاني أوكسيد الكبريت في البيئة المحيطة، أنه محاط بالتربة والنباتات، وهو يتداعى بشكل سيء على الأرض ويمكن حتى أن يتم تغطيته داخل غيمة السحاب مما يؤدي إلى أحتمال حدوث أمطار حمضية [10]

يمكن أكتشافه من خلال المذاق والرائحة في حدود 1000م إلى 3000 م مليغرام لكل متلر مكعب بتركيزات 10000 جزء من الغرام/م$^2$.لها رائحة نفاذة كريهة.

يذوب ثاني أكسيد الكبريت بسهولة في الماء الموجود الغلاف الجوي لتكوين حامض الكبريت (30%) من ثاني أوكسيد الكبريت في الغلاف الجوي يتم تحويله إلى Sulfer Acrosol، يؤثر هباء الكبريت والذي ينتشر في طبقة الثروموسفير على صحة الأنسان والنظم الايكولوجية والزراعة والمناخ العالمي والاقليمي [11]




**الشكل (4): مخاطر الاصابة بسبب تلوث الهوائي لحقل المشراق**

1. Smith ،S. ,Aardenne,J. ,KIimont,z. (2011). Anthropgenic suIur dioxide emissions. Chem. Phys.

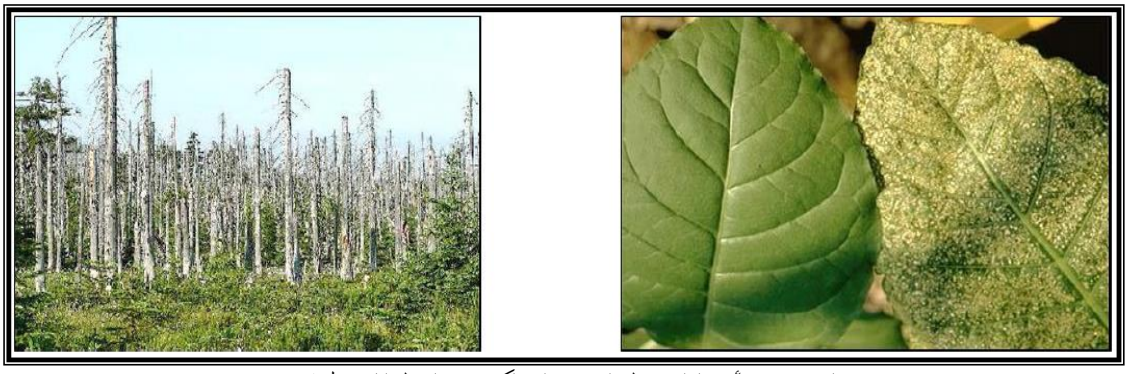
**الصور (1): تأثر المواطنين بالغازات السامة نتيجة الحريق**

**المصدر:** website 4, website3.www.epa.gov/acidrain/effects/surface –water.htmI.

**تأثيره على النبات:**

قد تؤدي كميات صغيرة من ثاني أوكسيد الكبريت إلى تلف النباتات والأشجار وتقليل نموها عند التراكيز العالية يمكن أن تتسبب $SO_2$ الغازية في تدمير الأشجار والنباتات عن طريق أتلاف أوراق الشجر وتقليل نموها.

تسبب أنبعاثات أكسيد السالفور تأثيرات ضارة على النباتات، بما في ذلك الغابات والمحاصيل الزراعية، أظهرت دراسات مستفيضة في الولايات المتحدة وفي أماكن أخرى أن النباتات المعرضة لتركيزات عالية من ثاني أوكسيد الكبريت قد تفقد أوراقها وتصبح أقل أنتاجية أو تموت مبكرا (صورة 2) بعض الأنواع أكثر حساسية للتعرض من غيرها، إذ كانت مناطق مدينة الوصل في الجانب الأيمن الأكثر تعرضاً. أذ تكون النباتات في المنطقة القريبة من مصادر الأنبعاث أكثر عرضة للخطر [12]



الصور (2) تأثير الغازات السامة ودخان الكبريت على النباتات المختلفة

**المصدر:** website 4, website3.www.epa.gov/acidrain/effects/surface –water.htmI.

**تأثيره على مواد البناء والمعادن:**

قد تؤثر أنبعاثات ثاني أكسيد الكبريت على حجر البناء والمعادن الحديدية وغير الحديدية، حامض الكبريت الذي يتكون من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الرطوبة، يعزز تأكل الحديد والصلب الزنك، تتفاعل أكاسيد الكبريت مع النحاس لأنتاج الطلاء الأضر لكبريتات النحاس على سطح النحاس. أذ تتحول الأحماض إلى غازات أو هباء أو هطول الأمطار قد تؤدي إلى تأكل مواد البناء كيميائياً مثل الرخام والحجر الجيري والدولوميت. ومما يثير القلق بشكل خاص التآكل الكيميائي للأثر التاريخي والأعمال الفنية. أحماض الكبريت والكبريتيك المتكونة من ثاني أوكسيد الكبريت عندما تتفاعل مع الرطوبة قد تؤدي أيضاً إلى تلف الورق والجلد لاحظ الصورة (3 و4) [13].

الصورة (3): سحابة من الدخان الضار

الصورة (4): حريق الكبريت شمال الموصل

المصدر: website 4, website3.www.epa.gov/acidrain/effects/surface –water.htmI.

**تأثيره على الماء:**

يمكن أن يؤدي كل من أنخفاض درجة الحموضة وتركيزالالمنيوم العالي في المياه السطحية التي تحدث نتيجة الأمطار الحمضية إلى تلف الأسماك والحيوانات المائية الأخرى.في درجة الحموضة أقل من 5 لن يفقس معظم بيض السمك ويمكن أن تقلل الاس الهيدروجيني المنخفض من الأسماك البالغة [14]

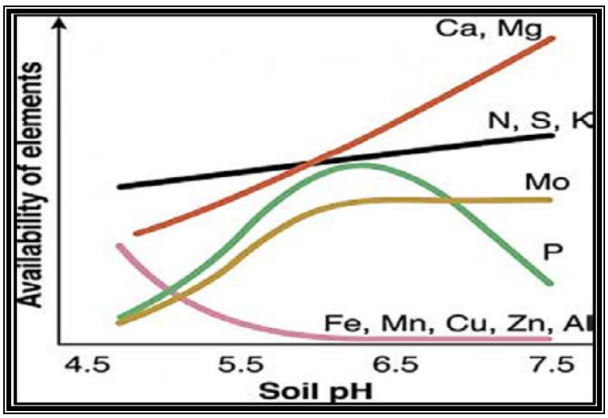
الصورة (5).

الصورة (5): تأثير الغازات السامة والدخان الضار على الثروة السمكية

المصدر: Green-Book, T. 1992. Method for the determination of possible damage to people and objects resultin from releases of hazardous materials, Hague, Netherlands, the Diroctor-General of Labour.

**تأثيره على التربة:**

ان تاثير الغازات السامة لحريق المشراق على التربة ادى الى تلفها بسبب الامطار الحامضية التي تستهلك الأحماض بسرعة ولكن لا يمكن للميكروبات الأخرى البقاء على قيد الحياة عند أنخفاض درجة الرقم الهيدروجيني،حيث يوجد الألمنيوم في التربة بأشكال مختلفة ويرتبط بمكونات التربة، ولاسيما جزيئات الطين والمواد العضوية. عندما تنخفض درجة الحموضة التربة، يصبح الألمنيوم قابل للذوبان وتتزايد كمية الألمنيوم في محلول التربة [15] كما في الشكل (3).



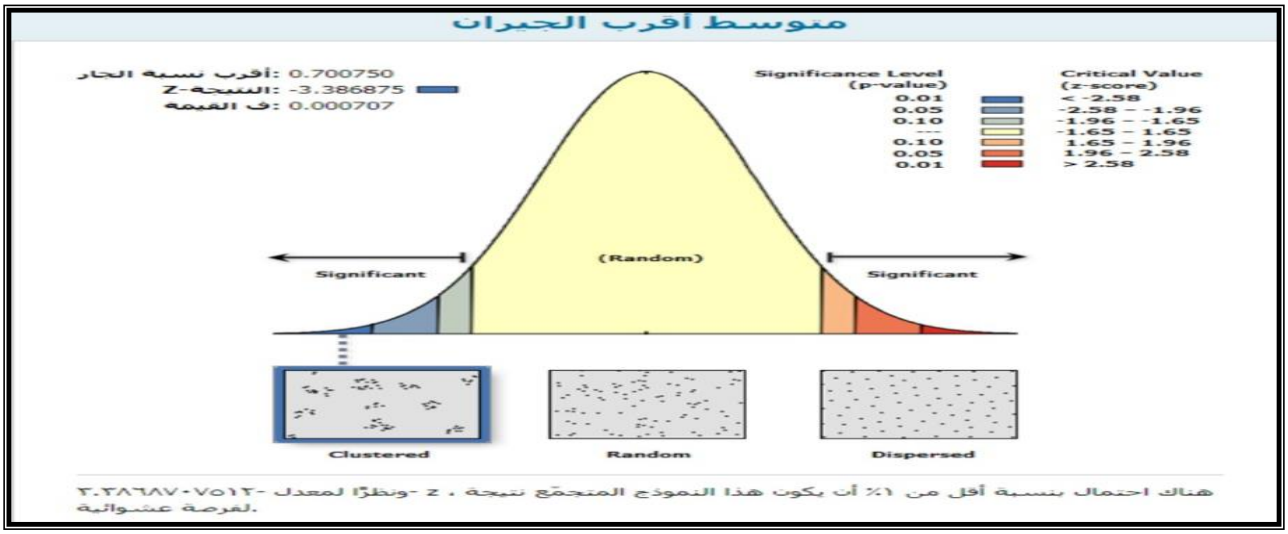

الشكل (5): تمثيل العلاقة بين درجة الحموضة في التربة وتوافر المغذيات في التربة الحمضية

المصدر: Green-Book, T. 1992. Method for the determination of possible damage to people and objects resultin from releases of hazardous materials, Hague, Netherlands, the Diroctor-General of Labour.

**استخدام نموذج Moron'sI لتحديد القيم والتجمعات المشابهة للظاهرة الجغرافية**

تعد عمليات التحليل المكاني الاحصائي Spatial Statistics Tools في نظم المعلومات الجغرافية الوسيلة المثلى للكشف عن التباينات المكانية بين الظواهر عبر النماذج الخرائطية الإحصائية، لتاخذ بعين الاعتبار قرب الظواهر من بعضها وقرب قيم الخصائص المتعلقة بهذه الظواهر من اجل ايجاد تجمعات القيم المتشابهة. تفيد هذه الطريقة في اظهار مواقع القيم المتقاربة واماكن انتشار القيم المتشابهة والمختلفة من المنطقة المدروسة، ويمكن ان تمثل على الخريطة القيم الاحصائية المعرفة للمعالم المتشابهة، وتمكن بذلك من ايجاد البقع الساخنة والبقع الباردة للظاهرة، وتبحث هذه الطريقة بقيمة الظاهرة.

يستخدم نموذج **Moran's I** الحالي لتحديد القيم والتجمعات المتشابهة للظاهرة الجغرافية بمقارنة قيمة ازواج المعالم بالقيمة الوسطى للمعالم في المنطقة، لاحظ الشكل (4) وتوضح الطريقة اختلاف القيم عن المتوسط ككل وكشف التباين المحلي لطبيعة التوزيع المكاني، وان اختبار الدلالة الاحصائية لطريقة **Moran's I** في تحليل التوزيع المكاني للظاهرة الجغرافية ذات مصداقية عالية [16]. إذ تم اعتماد نموذج قياس تأثير التباين للتلوث بالكبريت على التحليل الاحصائي للبقة الباردة أو الواطئة والبقع المرتفعة العالية وإيجاد الدرجات المعيارية Zscore لها لمستوى المحلات السكنية لمدينة الموصل إذ تم كشف التركز لمناطق تركز التلوث اقل قيم Cold التي تراوحت بين 99-95 وتمثل اللون الأزرق على خريطة التوزيعات المكانية متركزة في المناطق الشمالية والغربية من المدينة.




الشكل (6): نموذج مورن لتحديد القيم والتجمعات المتشابهة للظاهرة الجغرافية

**المصدر: سفيان وليد إبراهيم الطالب، تنمية المواقع السياحية في الموصل، رسالة دبلوم عالي، كلية التربية، جامعة الموصل، 2019.**

بينما مثلت قيم اعلىHot تأثير للتلوث الكبريتي في المناطق المتأثرة بأعلى كميات من اثار الكبريت كملوثات هوائية على مدينة الموصل بعدها مخاطر طبيعية في الأجزاء التي تمثل تركزها بين 99 -95 وتحمل اللون الأحمر بتدرجاته بينما المناطق التي مثلت باللون الأصفر فكان تأثير التلوث عليها محدود جداً.

أما الدرجات المعيارية Z-Score لقيم البقع الواطئة والعالية تشير إلى الدلالة الإحصائية للتكتلات القيم الموجبة والسالبة لدرجة الثقة التي يتركز بها تاثير ملوثات الكبريت تم تمثيلها على الخريطة (2) التي تظهر تجمعات الدلالة الإحصائية للتلوث الكبريتي. ويفسر احصائياً اذا كانت قيمة (P) صغيرة فالقيمة المطلقة لـ (Z) هي كبيرة جدا إلى حد انها تقع خارج مستوى الثقة المطلوبة، فان الفرضية الصفرية (فرض العدم) ترفض. وإذا كانت قيمة المعامل أكثر من (صفر) فان مجموعة الظواهر تظهر بشكل متجمع وإذا كانت القيمة اقل من (صفر) فان مجموعة الظواهر تظهر بشكل متباعد، وبناء على الشكل (3) والبيانات في الجدول (1) فقد تم تصنيف الاحياء السكنية كدالة لدرجة تأثيرها بالخارطة رقم (1)، والخارطة (2) تمثل قيم البقع الواطئة والعالية حسب الدرجات المعيارية z-score.

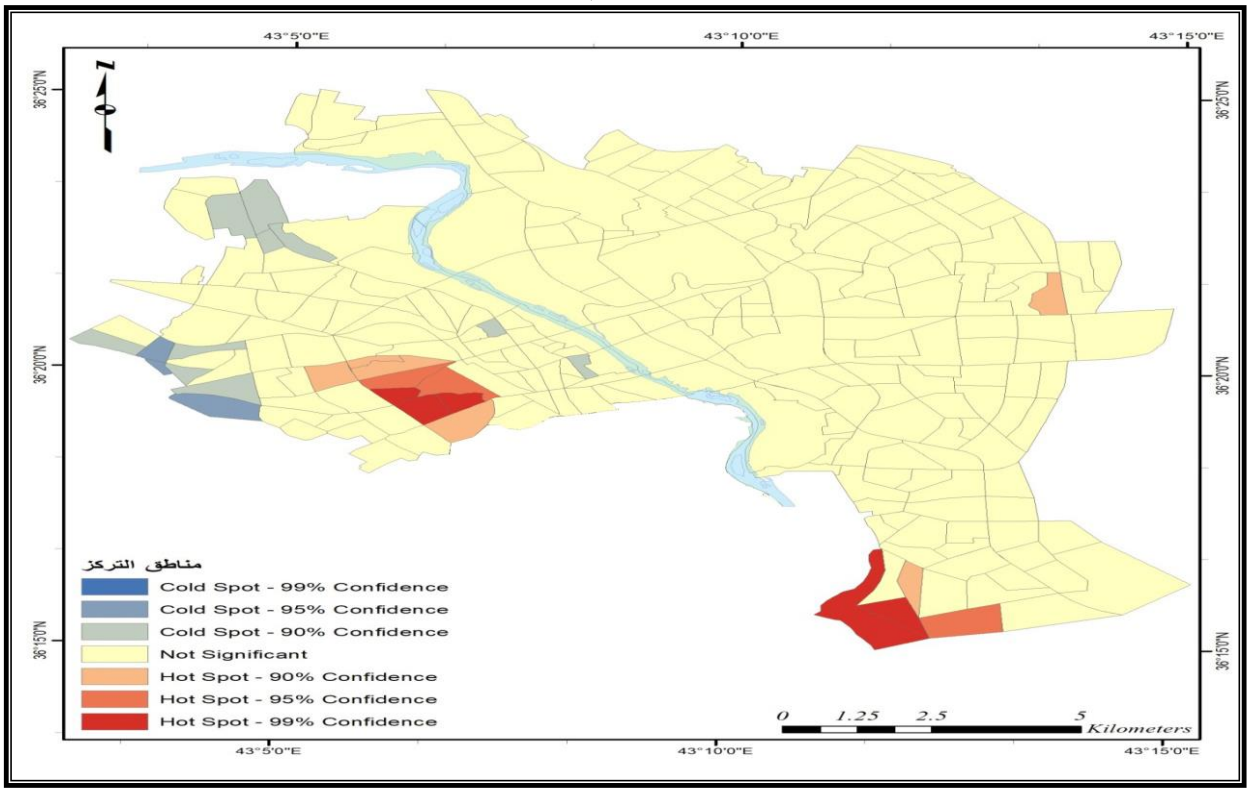
**جدول (1): يوضح نسب غاز $Co_2$ حسب المناطق في مدينة الموصل**

| المنطقة | $So_2$ | المنطقة | $So_2$ | المنطقة | $So_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| المامون | 630 | نابلس | 450 | النعانية | 1080 |
| تل الرمان | 1440 | العبور | 180 | الجزائر | 1440 |
| وادي حجر | 1710 | العامل | 900 | النبي يونس | 1260 |
| المحطة | 2610 | البواسل | 360 | البريد | 810 |
| باب البيض | 630 | التضامن | 360 | الزهور | 1260 |
| العكيدات | 630 | الميكانيك | 270 | المصارف | 810 |
| الغزلاني | 360 | الجهاد | 450 | القاهرة | 1710 |
| الطيران | 630 | الازدهار الجديد | 180 | المحاربين | 720 |
| الفاروق | 1350 | المستقبل | 180 | التحرير | 1260 |
| باب الطوب | 720 | 17-تموز | 1260 | الصناعي | 810 |
| الدندان | 630 | 30-تموز | 900 | النهضة | 630 |
| الكورنيش | 450 | النداء | 270 | محمد الفاتح | 720 |
| المكاوي | 540 | المغرب | 720 | التاميم | 1350 |
| الميدان | 540 | بدر الكبرى | 270 | النور | 1080 |
| السرجخانة | 1260 | خزرج | 360 | الاعلام | 810 |
| الزنجيلي | 1260 | النبي جرجيس | 450 | القادسية | 810 |
| الشفاء | 1350 | الصناعة القديم | 270 | الرحمة | 630 |
| باب الجديد | 540 | قضيب البان | 180 | البكر | 1530 |
| النبي شيت | 810 | سوق الموصل | 180 | الزهراء | 1440 |
| الدواسة | 1080 | شيخ ابو العلا | 270 | الاخاء | 1080 |
| الجوسق | 720 | المنصورية | 360 | عدن | 990 |
| بلدية لموصل | 360 | المياسة | 360 | الخضراء | 1080 |
| النفط | 450 | اغادير | 180 | الكرامة | 1620 |
| باب السراي | 540 | الصفاء | 270 | الوحدة | 990 |
| وادي العين | 540 | الرحمن | 450 | البعث | 450 |
| اليرموك | 1350 | عثمان الموصلي | 270 | الرشيد | 630 |
| النهروان | 1620 | رجم حديد | 540 | البتول | 270 |
| المنصور | 1530 | الهرمات | 450 | يونس السبعاوي | 810 |
| الصمود | 180 | مشيرفة | 270 | فلسطين | 720 |
| مدينة الطب | 180 | العربي | 900 | الحرية | 540 |
| الشيخ فتحي | 360 | جابر بن حيان | 180 | الميثاق | 810 |

| المنطقة | $So_2$ | المنطقة | $So_2$ | المنطقة | $So_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| الخاتونية | 360 | الكندي | 630 | سومر | 1170 |
| المشاهدة | 540 | القيروان | 360 | الشيماء | 450 |
| باب سنجار | 540 | الحدباء | 630 | دوميز | 810 |
| أبي تمام | 540 | الصديق | 810 | الانتصار | 1260 |
| العلاليف | 270 | السكر | 810 | السلام | 720 |
| الرفاعي | 1440 | البلديات | 630 | القدس | 900 |
| العربي | 360 | الجامعة | 720 | المشراق | 810 |
| الربيع | 270 | الاندلس | 450 | الشرطة | 720 |
| النجار | 990 | الثقافة | 720 | المثنى | 810 |
| الاقتصاديين | 810 | المهندسين | 450 | باب شمس | 630 |
| الاصلاح الزراعي | 1080 | الزراعي | 360 | محمد الرضواني | 360 |
| الثورة | 720 | النصر | 1080 | الجلاء | 180 |
| العروبة | 540 | السويس | 720 | محمد العبيدي | 180 |
| الصناعة القديم | 1530 | الفيصلية | 1170 | اشور | 2160 |
| الموصل الجديدة | 2970 | الضباط | 630 | الغفران | 810 |
| الرسالة | 1170 | المالية | 720 | الغزالي | 180 |
| صنعاء | 450 | السادة | 270 | العدل | 1170 |
| باب تركال | 450 | الاربجية | 270 | الافراح | 810 |
| الهاشمية | 90 | حسين الجليلي | 180 | البركة | 630 |
| الزيتون | 270 | الشعب | 360 | الفارابي | 270 |
| كوكجلي | 1350 | الخلود | 270 | التراث | 90 |
| التاميم | 1080 | الاستقلال | 180 | الدار البيضاء | 180 |

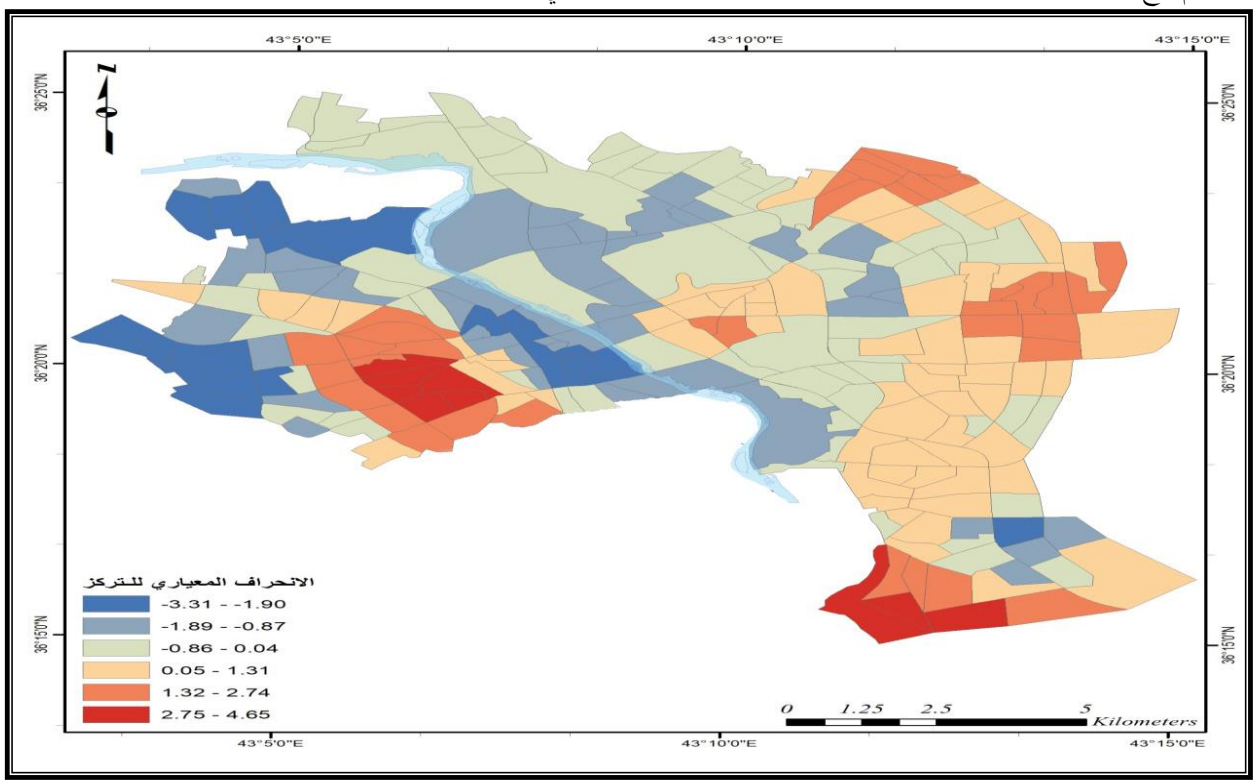
نشوان محمد جاسم محمد الزبيدي، تحليل التباين المكاني لمشكلة التلوث البيئي في مدينة الموصل، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، قسم الجغرافيا، جامعة الموصل، 2017.

الخريطة (2): آثار التلوث الكبريتي على احياء مدينة الموصل




المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج الـ ArcGIS والـ Shape file الخاص بمدينة الموصل

الخارطة (3): قيم البقع الواطئة والعالية حسب الدرجات المعيارية Z-Score لمقدار التلوث الكبريتي على مدينة الموصل




المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج الـ ArcGIS والـ Shape file الخاص بمدينة الموصل

وترتيبا على ماتقدم تعد مرحلة الاستجابة للازمة أو الكارثة من اهم المراحل في إدارة الأزمات والكوارث لأنها تظهر القدرة الحقيقية لأنظمة إدارة الأزمات في العمل والاستجابة للمستجدات الطارئة، كما أنها تقدم المعلومات لصانعي القرار عما يحدث في المناطق المتضررة لتمكنهم من اتخاذ القرارات الصحيحة. ان اكثر التخمينات التي تواجه المعنيين بإدارة الأزمة هو انقطاع سبل الاتصال خصوصاً إذا كان الدمار كبير.

ومن هنا تظهر أهمية نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات الجغرافية مع الصور الجوية والفضائية لتقديم المعلومات عن سير عمليات الإخلاء ومناطق تجمع المكان ومراكز الإيواء والطرق المغلقة والمنازل التي تعرضت لضرر ما تساعد الصور أيضاً على حصر الأضرار وتمكننا من توزيع فرق الإنقاذ بشكل افضل والقدرة على إرشادهم للمكان.ولكن هنا تظهرا الحاجة إلى عاملين لهم القدرة على التعامل مع هذه الصور وتحليلها بطريقة صحيحة وإعطاء إحصائيات دقيقة[17] .ومن الأمور التي يجب التركيز عليها في مثل هذه المواقف لمحللين الصور:

1- تقييم حالة الطرق ودفع طرق بديلة للوصول لتجمعات السكان.
2- تحديد الأماكن المتضررة.
3- تحديد أماكن التجمعات السكانية.
4- تحديد أماكن مناسبة لتكون مراكز إيواء.
5- التأكد الدوري من سلامة البنية التحتية.

وبناء على ما تقدم نستطيع أن نوضح أحد الطرق المستخدمة في معالجة حالات التلوث الهوائي من حقل المشراق كانت عن طريق دعم قوات الدفاع المدني ولا يوجد دعم واهتمام سياسي من متخذي القرار ولا توجد لوائح وقوانين توضع مع برامج وخطط التنمية لتمنع حدوث مسببات تلك الكارثة قبل وقوعها والتنبؤ بها.

**الاستنتاجات:**

1- تختلف الاستراتجيات المتبعة لأدارة الأراضي في المناطق الخطرة والمعرضة للتلوث الهوائي وفقا للخصائص الطبيعية والبشرية للمنطقة والامكانات والموارد المتاحة للمدينة حيث كل مدينة لها طرق واساليب في التخلص من مخاطر التلوث

2- أن الدولة هي الجهة الفاعلة الرئيسة والمساهم الأساسي في عملية أدارة والسيطرة على التلوث الهوائي وتحديد ممقدار الاضرار البيئية الناجمة عنه للتوصل للسيطرة عليه بصورة فعالة.

3-شهدت مدينة الموصل زيادة في مستويات تلوث الهواء الناجمة من حرق حقول المشراق وكذلك التلوث البيئي نتيجة عمليات التخريب التي شهدتها المدينة بعد عمليات التحرير من عصابات داعش الأرهابي التي أثرت على الانسان والهواء والنبات والتربة وعلى البيئة بصورة عامة.

4-نموذج **Moran's I** الوسيلة المثلى للكشف عن التباينات المكانية بين الظواهر عبر النماذج الخرائطية الإحصائية وهذا ماحصلنا عليه من نتائج حقيقية لمنطقة الدراسة

5-التاثير الواضح لحريق المشراق ليس فقط ظهر على مستوى التلوث الهوائي وانما هناك علاقة ارتباطية بين الماء والتربة الذي ظهر التلوث واضحا فيها وادى الى اضرار كبيرة فيها

**التوصيات:**

1- أدراج التكنولوجيا والتقنيات الحديثة في أدارة الكوارث وخاصة كوارث التلوث الهوائي بحريق المشراق للحد من مخاطرها والاستفادة منها والاستعداد لمواجهتها.
2- وضع شبكة فعالة من البنية التحتية والخدمات المناسبة والمتطورة للحد من مخاطر التلوث الهوائي.
3- نشر الوعي لدى السكان عن خطر التلوث بغاز ثاني اوكسيد الكبريت وكيفية الحد من أثاره.
4- الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من اجل معالجة التلوث الهوائي لما له اهمية بتوفير الخرائط والرسومات عن واقع المدينة الحالي والمستقبلي
5- اجراء التعاون العلمي بين الجامعة وموسسات الدولة ليتم تزويدهم باحدث المستجدات العلمية وتبادل الخبرة لتجنب حدوث الكوارث البيئية.

**پەراوێزەکان**

1 . صبيح يوسف طاهر، تحليل جغرافي لملامح الاستقطاب الحضري في إقليم مدينة الموصل، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، بغداد، عدد 26، 1999م، ص156.

2 . صلاح حميد الجنابي، الخصائص الجغرافية الموضعية لمدينة الموصل، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، بغداد، العدد 32 لسنة 1996، ص96.

3 . رداف لقمان، مشكلات تلوث البيئة الحضرية بالنفايات المنزلية بمدينة قسنطينة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة منتوري، الجزائر,2007,ص9.

4 . برني لطيفة، دور الإدارة البيئية في تحقيق مزايا تنافسية للمؤسسة الصناعية, رسالة ماجستير، جامعة محمد خضير، بسكرة، الجزائر، كلية العلوم الاقتصادية، 2007ص 14.

5 . حسام محمد مازن، التربية البيئية، دار الفجر للطباعة والنشر، القاهرة 2008,ص32

6 . مجلة أصدقاء البيئة، دولة قطر العدد5 السنة 2000 مقالة منشورة على الموقع دون ناشر ودون عنوان www.polIution.com

7 . محمد حسين عبد القوي، التلوث البيئي، مركز الاعلام الأمني، القاهرة، بحث منشور على الانترنيت على الموقع وص13

8 . عبد الغفور حسن كنعان، أثر التلوث الصناعي على الانسان والطبيعة، دراسة خاصة عن حقل كبريت المشراق، مجلة تنمية الرافدين، العدد 10، المجلد33 لسنة 2011ص-ص (99-110).

9 .https://science.gsfc.nasa.gov/610/applied-sciences/highlights/IraqSulfurFire2016_code610_highlight.pdf

10 .Smith ، S.,Aardenne,J.,KIimont,z.(2011).Anthropgenic

suIur dioxide emissions. Chem.Phys.,11,1101-1116.

[11] .NichoIas P.(2001),Handbook of PoIIution Prevention Practices.

[12] .website 4, website3.www.epa.gov/acidrain/effects/surface –water.htmI.

[13] . Smith ، S.,Aardenne,J.,KIimont,z.(2011).Anthropgenic suIur dioxide emissions. Chem.Phys.,11,1101-1116

[14] . NichoIas P.(2001),Handbook of PoIIution Prevention Practices.17

[15] . Website 5 ،United States Environmental Protection Agency, https://www.eba. gov/ sot-pollution/sulfur-dioxide-basics#effects.

[16] . Arcgis ، disectop.help 10.4.1

[17] . http:// WWW.Elagha.net/13281.