استخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني لدراسة مرض سرطان الدم بدولة الكويت لفترة ما بين (٢٠٠٦-٢٠١٢)(*)

د. محمد غانم المطر
قسم الجغرافيا – كلية العلوم الاجتماعية– جامعة الكويت

د. محمد عبدالله النصر الله
قسم الجغرافيا – كلية العلوم الاجتماعية– جامعة الكويت

الملخص

يركز هذا البحث على دراسة قضيتين أساسيتين هما: ١- التحليل الزماني لمرض سرطان الدم لفترة زمنية مدتها ست سنوات (٢٠٠٦-٢٠١٢). ٢- التحليل المكاني عن طريق تقصي هذه الظاهرة في المجتمع الكويتي مكانيا في المناطق السكنية في حدود المحافظات الست. ويستخدم البحث تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تقصي فرضية البحث ومتغيراته بالاستعانة بالانحدار الخطي Linear Regression، لبيان نمط العلاقة الخطية. كما أن الدراسة لا تستغني عن الأداة الجغرافية مثل الخريطة بأشكالها المفسرة لنمط توزيع الظاهرة المدروسة.

وتهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يمكن أن نسميه بالتحليل المكاني لتوزيع مرض سرطان الدم في الكويت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية التي ستستعين بمتغيرين تقوم باختبارهما على مدى السنوات الست السابقة الذكر للوصول إلى النتيجة التي مفادها: هل يوجد علاقة ذات مدلول معتبر بين متغيرين أساسين للدراسة وهما: شكل توزيع مرض سرطان الدم وعلاقته مع تلوث الهواء.

وتعتبر هذه الدراسة من الدراسات الجديدة إلى حد كبير على مستوى الكويت، إذ أنه في حدود علم الباحثين، لم يتم دراسة توزيع هذا المرض جغرافيًا على مستوى المناطق بالكويت من خلال ست سنوات وفي مناطق محددة كما بيناه آنفا. وتتقصى هذه الدراسة أماكن التركز لهذا النوع من الأمراض، إذ أن الخطوة الأولى لدراسة هذا النوع من الأمراض جغرافيا يقتضي معرفة طبيعة وشكل الانتشار، هل هو عشوائي أم متمركز.

(*) **مجلة كلية الآداب جامعة القاهرة المجلد (٧٨) العدد (٣) أبريل ٢٠١٨.**

لقد توصلت الدراسة إلى أنه لا توجد علاقة ذات مدلول ذي قيمة معتبرة بين المتغيرين المدروسين، وقد يرجع هذا إلى طبيعة المرض والتي غالبًا ما تكون وراثية. ومن جهة أخرى؛ فإن هذه الدراسة قد توصلت إلى جملة من المقترحات والتوصيات التي قد تفيد كثيرًا صناع القرار والمهتمين في مجال دراسة سرطان الدم في الكويت، وذلك عن طريق التركيز على دراسة الأمراض الوراثية التي ربما تكون من مسببات سرطان الدم أكثر من التلوث الهوائي.

Abstract

The use of Geographic Information System and spatial statistics for analyzing Leukemia in Kuwait during the period of (2006-2012)

This study investigates the distribution of blood cancer (Leukemia) in Kuwait urbanized areas from 2006 to 2012 by utilizing Geographic Information System (GIS). The purpose of this study is to understand the geographic distribution of blood cancer cases and then correlate the variation to air pollution in the study area and therefore, is the first of its kind.

This study explores the places of the concentration of this type of disease, which is the first step to study it geographically. The study concludes that there is not a significate relationship between the disease and the study areas and that leukemia's increase in some areas might be because of air pollution or because of hereditary. This study also suggests a set of recommendations to decision-makers and those interested in the study of leukemia in Kuwait.

المقدمة:

تتعدد الأسباب المؤدية إلى وفاة الإنسان وانتهاء دورته في الحياة ما بين مرضية وغير مرضية، وإن كانت الأسباب المرضية غالبًا ما تحتل المراتب الأولى في قائمة أسباب الوفاة، فأمراض القلب مثلا تصنف بأنها من الأسباب الأولى المؤدية للوفاة في العالم. كما يعتبر مرض السرطان أحد الأمراض الرئيسة والمسبب الأول للوفاة في الدول النامية والمتقدمة، إذ يحتل المركز السابع من بين الأسباب المؤدية للوفاة عالميا (World Health Organization, 2012). ويعتبر مرض سرطان الدم (اللوكيميا) أحد الأمراض الشائعة في مختلف دول العالم سواء كانت دول متقدمة أم نامية. وغالبا ما يوصف سرطان الدم على أنه إما أن يكون حادًا Acute (النمو السريع) أي إنه ينمو بجسم الانسان بشكل سريع أو مزمن Chronic (بطيء النمو) أي أنه ينمو في جسم الإنسان بشكل بطيء ومزمن على فترة طويلة. وكل نوع من سرطان الدم لديه نوع معين من العلاجات المختلفة (American Cancer Society, 2016).

ومما لا شك فيه أن علم الجغرافيا له دور كبير في دراسة والتعرف على انتشار الأمراض على سطح الأرض، فعلى سبيل المثال مرض سرطان الدم له علاقة بالتلوث الهوائي، والملوثات التي تنبعث من المصانع أو من وقود السيارات وخاصة في المنطقة الحضرية، فالقرب أو البعد من مصادر هذه الملوثات له دور كبير في انتشار الأمراض وتركزها في موقع معين عن غيره.

وكما هو معلوم بأن مريض السرطان يحتاج إلى عناية خاصة وعلاج مكلف، إذ تبلغ كلفة العناية به ما يقارب متوسط ٣٠ ألف دينار كويتي (١٠٠ ألف دولار)، وقد يحتاج المريض إلى السفر إلى إحدى الدول المتقدمة للحصول على العلاج اللازم، نظرًا لازدياد الحالات المرضية وارتفاع تكلفة

علاجها، وثمة العديد من الأفراد والجهات التي تسعى لفهم العوامل المؤدية لارتفاع حصيلة المرضى في الكويت. لذا سعت هذه الدراسة إلى التركيز على أحد أمراض السرطان وهو "سرطان الدم" في دولة الكويت، ما بين عام ٢٠٠٦ إلى عام ٢٠١٢ لتقديم أكبر قدر ممكن من المعلومات لصناع القرار والمسئولين. وتبعا لمنظمة الصحة العالمية فإن نسبة وفيات مرض سرطان الدم بدولة الكويت في سنة ٢٠١٤ تشكل ٦.٢% من إجمالي وفيات مرضى السرطان بالنسبة للإناث، أما نسبة الذكور فتشكل ٨.٨% من إجمالي وفيات مرضى السرطان بدولة الكويت (World Health Organization, 2014)، بينما يعتبر مرض السرطان هو ثاني مسبب للوفاة بدولة الكويت (El-Basmy & et. al., 2012).

ويهتم البحث الحالي بدراسة مرض سرطان الدم بالمجتمع الكويتي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتحليل توزيعها الجغرافي. وتعتبر نظم المعلومات الجغرافية من الأدوات المهمة التي يستخدمها الجغرافي لتحليل الظواهر الجغرافية بطريقة مبتكرة، عن طريق ربط المتغيرات بالمكان ومن ثم تقصي الظاهرة وتغيراتها الزمانية والمكانية. وأما بالنسبة لكيفية التحليل في هذه الدراسة فنظم المعلومات الجغرافية تعتبر الأداة الأساسية في التحليل. ولا يكفي فقط معرفة كيفية استخدام الأساليب التكنولوجية (نظم المعلومات الجغرافية) في تحليل هذه الظاهرة بل لا بد من معرفة مسببات مرض سرطان الدم وما هي العوامل الجغرافية التي تساعد في زيادة نسبة هذا المرض. وهنا يأتي دور الجغرافيا الطبية والتي تستند إلى نتائج التحليل الإحصائي المكاني لنظم المعلومات الجغرافية.

تشمل الدراسة على مجموعة من العناصر أو الاقسام حيث يتناول كل قسم ما يتعلق فيه من شرح للمضمون. ابتداء من المقدمة والتي تعطي لمحة حول الدراسة والمشكلة الجغرافية التي تركز في دراستها، ثم إلى أهداف

الدراسة والتي يلخص فيها الباحثان الأهداف الرئيسية لها. وفرضيات الدراسة هو القسم الذي يسرد الفرضيات التي قامت عليها الدراسة، في حين قسم الدراسات والبحوث السابقة فهو عنصر مهم جدًّا في البحوث الأكاديمية حيث يختص في عرض مجموعة من الدراسات السابقة والمرتبطة في الظاهرة المدروسة، بينما قسم مناهج الدراسة وأساليبها فهو يتمحور حول المنهج أو الأسلوب المتبع في تحليل البيانات الخاصة بالظاهرة المدروسة، ويتبعها منطقة الدراسة والتي تقدم معلومات حول منطقة الدراسة. وآخر عنصرين في هذه الدراسة هما البيانات والتحليل وأخيرًا الخاتمة والتي تشمل على نتائج البحث والتوصيات التي يقدمها.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى تحقيق الأهداف التالية :

١- استخدام نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة معلومات خاصة بمرضى سرطان الدم.

٢- دراسة التوزيع الجغرافي لمرضى سرطان الدم وتحديد المناطق التي تحتوي على أكثر إصابات، وربطها بأعداد السكان واستخراج معدل مرض سرطان الدم.

٣- إنشاء قاعدة معلومات جغرافية باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية خاصة بعدة ملوثات هوائية في منطقة الدراسة.

٤- استخدام التحليل الإحصائي المكاني للتعرف على العلاقة ما بين مرض سرطان الدم والتلوث الهوائي في الكويت.

٥- تحديد نمط التوزيع الجغرافي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتحديد المناطق الساخنة والباردة (Hot spots and cold spots).

أهمية الدراسة:

الدراسة الحالية تسلط الضوء على نوع محدد من الأمراض الخطيرة وهو سرطان الدم. فالدراسات السابقة سواءً في الكويت أم غيرها من الدول الإقليمية والعالمية غالبًا ما تسلط الضوء على مرض السرطان بشكل عام بسبب صعوبة جمع البيانات الخاصة بالمرضى؛ لأن ذلك يتطلب النزول إلى مستوى الحالة المدروسة. والحصول على بيانات الموقع الجغرافي الدقيق لنوع محدد من هذه الأمراض يعرقل مثل هذه الدراسات، لذا نجد أن هذه الدراسة ربما تكون الأولى من نوعها إلى حد كبير في الكويت لأنها تركز على نوع محدد من أنواع السرطان وكذلك لأنها تستخدم الأساليب الإحصائية المتقدمة في دراسة العلاقة ما بين مرض سرطان الدم (اللوكيميا- Leukemia) والتلوث الهوائي الناجم عن التوسع العمراني والمرتبط بارتفاع أعداد السكان. فالزيادة السكانية ربما تساهم في ارتفاع تركيز الملوثات الناتجة عن حرق النفايات المختلفة وزيادة الملوثات الناتجة عن استخدام الوقود الأحفوري في الصناعة ووسائل النقل وتوليد الطاقة وتحلية المياه وجميعها قد تساهم في تفاقم الوضع.

كما أن هذه الدراسة توضح نمط التوزيع الجغرافي للمرض وفهم كيفية تفاوت انتشاره بين المناطق الحاضنة لأكثر الأعداد، والمناطق التي تقل فيها معدلات الإصابة به. بالإضافة إلى ما سبق سوف تساهم هذه الدراسة في تحديد المناطق التي تحتاج إلى اهتمام أكبر لكونها تشكل أعلى الحالات ما بين المناطق المجاورة لها. وباستخدام نموذج التحليل الاحصائي المكاني للمناطق الساخنة والباردة، يمكن معرفة الفروق المكانية. وهذه المخرجات النهائية يمكن الاستفادة منها في التعرف على أسباب ارتفاع المصابين في بعض المناطق وانخفاضها في غيرها، وكذلك استخدامها لتعزيز صناعة القرار، إذ يمكن الاستفادة منها لتحديد أفضل موقع لإنشاء مركز متخصص لمرضى سرطان الدم.

فرضيات الدراسة:

تتمحور فرضيات هذه الدراسة بطبيعة مرض سرطان الدم وارتباطه في العديد من العوامل الطبيعية والبشري والتي قامت عليها الدراسة، ويمكن تلخيصها كالتالي:

١- تفترض الدراسة بأن البيانات المتعلقة بالتلوث الهوائي يمكن استخدامها للتعرف على المناطق المجهولة القيم والتي لا يوجد لها بيانات مرصودة.

٢- تفترض الدراسة أن البيانات المرتبطة بسرطان الدم والتي تم جمعها من المستشفى المختص في دولة الكويت على مستوى عالٍ من الدقة.

٣- تفترض الدراسة أنه لا توجد علاقة قاطعة بين تلوث الهواء ومرض سرطان الدم في منطقة الدراسة للفترة ما بين ٢٠٠٦ إلى ٢٠١٢.

٤- تفترض الدراسة بأن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتوزيع مرضى سرطان الدم من أدق الأدوات الجغرافية لدراسة وتحليل توزيعهم.

البحوث والدراسات السابقة:

من الدراسات التي تم عملها عن مرض سرطان الدم، هي التي أجريت في مدينة كاوشانق في جنوب تايوان والتي كان الغرض منها دراسة العلاقة بين التعرض السكني للبتروكيماويات وخطر الإصابة بمرض سرطان الدم (Yu & et. al., 2006). وقد تم استخدام مقياس لرصد مدة التعرض للملوثات الهوائية باستخدام عدة مؤشرات مثل التنقل من العمل وإليه، ومدة الإقامة في السكن، والمسافة إلى مصانع البتروكيماويات، واتجاه الرياح السائدة، ومصادر تلوث متعددة للبتروكيمياويات. ومما لا شك فيه أن كل هذه العوامل لها علاقة بزيادة المخاطر على صحة الإنسان والتي قد تؤدي إلى زيادة نسبة الإصابة بمرض سرطان الدم. وأوضحت نتائج هذه الدراسة أن الأشخاص

الذين أعمارهم بين ٢٠ إلى ٢٩ هم الأكثر عرضةً للوكيميا مقارنة بالأصغر سنًّا بين سنة إلى ١٩ سنة.

كما أجريت العديد من الدراسات لإيجاد العلاقة بين مرض سرطان الدم والملوثات الهوائية الناجمة عن وقود السيارات (ثاني أكسيد النيتروجين NO2) التي توجد في المنطقة الحضرية. وتعد واحدةً من أهم وأحدث الدراسات التي أجريت في ولاية أوكلاهوما في الولايات المتحدة الأمريكية والتي وجدت علاقةً بين أعداد مرضى سرطان الدم (اللوكيميا) وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وخاصةً ضمن فئة الأطفال (Janitz et al., 2016). وأوضحت دراسة أخرى أيضا أنه يوجد علاقة بين درجة التعرض لغاز ثاني أكسيد النيتروجين NO2 ومرض سرطان الدم (Raaschou-Nielsen et al., 2016). بمعنى آخر كلما زاد التعرض لهذا الملوث الهوائي الناجم عن وقود السيارات زادت نسبة التعرض لمرض سرطان الدم.

وعند عمل هذا النوع من الدراسات لا بد من مراعاة شيء مهم ألا وهو الإطار الجغرافي للدراسة وما مستوى التحليل المكاني سواء كان على مستوى الدولة ككل أم على مستوى المحافظات أو على مستوى المدن؛ لأن كل مستوى له نتائج مختلفة عن الأخرى والتي من دورها التأثير في عملية صنع القرار. ففي دراسة أجريت في المملكة العربية السعودية توضح العلاقة بين ثاني أكسيد النيتروجين وأنواع مختلفة من مرض السرطان (Al-Zahrani & Ahmadi, 2013). وأوضحت نتائج هذه الدراسة أنه يوجد علاقة بين ثاني أكسيد النيتروجين NO2 والأنواع المختلفة من السرطان على مستوى المحافظات بينما على مستوى المدن فإن العلاقة تكون أقل. حيث يسعى الجغرافيون إلى مكافحة مرض السرطان وأنواعه المختلفة عن طريق اتباع عدة خطوات أولها تحديد المواقع التي يوجد بها نسبة عالية من السرطان ومن ثم دراسة أسباب تركز هذه الظاهرة، عن طريق معرفة

المؤثرات البيئية التي تسبب انتشار هذا المرض مثل القرب أو البعد من مصادر الملوثات الهوائية. كما أنه من الملاحظ أن هذه الدراسة تختلف عن الدراسات السابقة المحلية والاقليمية؛ وذلك لأنه لم يجد الباحثان دراسة تم القيام بها للتوزيع الجغرافي لمرضى سرطان الدم وعلاقته مع التلوث الهوائي. وهذه الدراسة تستخدم نظم المعلومات الجغرافية لتحليل التوزيع الجغرافي للمرضى في دولة الكويت وربطها بالتلوث الهوائي. إضافة إلى ذلك فإن الدراسة اعتمدت على بيانات للمرضى على مستوى المناطق والذي يعتبر مقياس صغير نسبيا بالمقارنة مع الدراسات السابقة والتي اعتمدت على بيانات مرتبطة برقع جغرافية كبيرة نسبيًا كالمحافظات.

مناهج الدراسة وأساليبها:

يعتبر تحديد المنهج المتبع في الدراسة من أهم الخطوات في الدراسات العلمية، والجدير بالذكر بأن هناك العديد من المناهج في الدراسات الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية وأشهرها منهجان الأول: المنهج الوصفي والذي تتبلور فكرته في اتباع الأسلوب الوصفي في دراسة المشكلات أو الظاهرات الجغرافية سواءً الطبيعية منها أم البشرية، حيث يقوم الباحث في هذا المنهج بالتحدث حول الظاهرة أو المشكلة وتوزيعها والتعرف على العوامل التي ساهمت في اتخاذها هذا النمط في الانتشار. بينما المنهج الثاني: وهو الأسلوب الكمي الذي يتبع الأسلوب الإحصائي والرياضي في تفسير الظاهرات وسبب انتشارها والعوامل المؤثرة فيها. اعتمدت هذه الدراسة على المنهجين الوصفي والكمي حيث قام الباحثان بجمع البيانات الخاصة بمرضى سرطان الدم ومن ثم التحدث عن انتشارهم وتوزيعهم ومن ثم استخدام الأساليب الإحصائية لتحديد نمط توزيع المرضى في منطقة الدراسة والسعي للتعرف على العلاقة ما بين التلوث الهوائي في الكويت ومرض السرطان.

تتناول الدراسة مجموعة من العناصر ذات ارتباط مكاني بالموقع

الجغرافي، حيث تم التعامل مع هذه العناصر للوصول إلى مجموعة الأهداف التي تم تحديدها من قبل الباحثين. أول عنصرين تعاملت معهما الدراسة هما مرضى سرطان الدم والتعداد السكاني، حيث تم جمع البيانات المرتبطة بالمرضى والسكان في المناطق السكنية ومن ثم إنشاء قاعدة معلومات جغرافية لهم. بينما القراءات المرتبطة بجودة الهواء أو الملوثات الهوائية فقد تم إنشاء طبقة معلوماتية لها باستخدام عمليات تحليلية متقدمة في نظم المعلومات الجغرافية. جميع العناصر السابقة تم ربطها بالموقع الجغرافي في قاعدة معلومات جغرافية واحدة ومن ثم تحليلها في نموذج الانحدار الخطي والتحليل الإحصائي المكاني لتحديد المناطق الساخنة والمناطق الباردة لمرضى سرطان الدم في منطقة الدراسة.

منطقة الدراسة:

تقع دولة الكويت في الجزء الشرقي من العالم العربي، حيث تحدها من جهة الشمال؛ العراق والمملكة العربية السعودية في الجزء الغربي والجنوب الغربي والخليج العربي من جهة الشرق. حيث تمتد ما بين خطي طول (28º 30’ و 30º 06’) بينما تمتد بين دائرتي عرض (46º 30’و 49º 00’)، ومعظم أجزاء البلاد مغطاة بالصحاري كأغلب دول الخليج العربي (Kwarteng and Chavez, 1998). والمناخ الصحراوي هو الغالب في الدولة، والذي يمتاز بارتفاع درجة الحرارة صيفًا لأكثر من ٥٠ درجة سيليزية وشتاءً بارد إلى حد ما وقصير ويبلغ متوسط الحرارة فيه إلى ١٧ درجة سيلزية، ويقل متوسط الأمطار السنوي فيها عن ١٠٠ مليمتر(Kwarteng and Chavez, 1998). تتشكل الدولة من ست محافظات وهي العاصمة وحولي والاحمدي والفروانية ومبارك الكبير والجهراء، وتبلغ مساحة الكويت 17,818 كيلومتر مربع، كما يبلغ عدد السكان فيها ما يقارب ٤.٤ مليون نسمة وفقًا للتقارير الإحصائية للهيئة العامة للمعلومات المدنية لسنة ٢٠١٦. وتركز الدراسة على

المنطقة الحضرية لدولة الكويت والتي تقدر بحوالي ١٠% أو أقل من المساحة الكلية للبلاد. و(شكل رقم ١) يبين خريطة الكويت والمنطقة الحضرية التي يركز البحث على دراستها.

البيانات وتحليلها:

- **البيانات الخاصة بمرضى سرطان الدم:**

تعتمد هذه الدراسة على بيانات مرضى سرطان الدم في الكويت من عام ٢٠٠٦ إلى عام ٢٠١٢، حيث تم أخذها من المركز المختص في معالجة وجمع وإنشاء الإحصائيات المرتبطة بمرضى السرطان. ويعتبر الحصول على مثل هذه البيانات من المركز المختص دليلاً على مدى اهتمام القائمين عليه بمكافحة المرض ومعرفة توزيعه، خصوصًا في دولة الكويت. بالرغم من أن ما تم تقديمه لنا يعتبر بيانات أولية ليست مصنفة تصنيفًا جغرافيا بل كانت على شكل جداول ويمثل صف مريض والأعمدة تصف الصفوف (المرضى). وتحوي الجداول بيانات مرتبطة بكل مريض من دون ذكر بياناته الشخصية، فلقد احتوت الجداول على: الجنس، والعمر، والمنطقة السكنية، والجنسية، وأخيرًا المحافظة.

بالرغم من وجود أكثر من نوع لسرطان الدم مثل (سرطان الدم اللمفاوي أو النخاعي) إلا أن البيانات التي تم توفيرها من قبل الجهة المختصة لم تشمل على نوع سرطان الدم بل صورة إجمالية. وبلغ عدد مرضى سرطان الدم في منطقة الدراسة حوالي ١٠٠٠ حالة خلال فترة زمنية بلغت ست سنوات، وتم تصنيف الحالات جغرافيًّا لإنشاء قاعدة معلومات جغرافية للمنطقة الحضرية. وقد استخدم برنامج ArcGIS لإنشاء القاعدة، حيث تم توزيع عدد الحالات على المناطق السكنية بتصنيف (كويتي وغير كويتي وذكر وأنثى)، بالإضافة إلى ربط أعداد السكان لكل المناطق. ولقد تم الحصول على أعداد السكان من الإدارة المركزية للإحصاء على شكل بيانات

ورقية تحوي على أعداد السكان والنوع والجنسية وفقًا للمنطقة السكنية لعام ٢٠١١. وجميع هذه البيانات تم استخدامها في قاعدة معلومات جغرافية تحوي على مرضى سرطان الدم ونوعهم وجنسيتهم بالإضافة إلى أعداد السكان في تلك المناطق وذلك حسب معدل الإصابة بالسرطان في المناطق السكنية.

- **التحليل الإحصائي المكاني:**

غالبًا ما يعتبر التحليل المكاني باستخدام العمليات الإحصائية من أهم الأدوات في دراسات نظم المعلومات الجغرافية، إذ أنها تميز علم نظم المعلومات الجغرافية عن علم الخرائط وغيرها من العلوم المهتمة بالعلاقات المكانية، والهدف من استخدامها هو التعرف على طبيعة العلاقة المكانية بين عناصر المكان (Fotheringham et al, 2000). حيث إن التحليل المكاني يُمكن الباحث من فهم طبيعة العلاقات وتفسيرها ومن ثم توفير الفهم الكافي للتنبؤ المستقبلي للظاهرة المدروسة في منطقة الدراسة، إذ لا يمكن التنبؤ بالمستقبل دون دراسة ماضي وحاضر الظاهرة.

يمكن تعريف التحليل الإحصائي المكاني بأنه استخدام العمليات الإحصائية لدراسة العلاقة بين الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية مكانيًا بالاعتماد على معادلات رياضية تأخذ في النظر المسافة والوزن والحجم وكثافة القراءات للظاهرة المدروسة، فنتائج العمليات الإحصائية تُمكن الباحث من التعرف على نمط التوزيع والانتشار وتفسير سبب حدوثها. كما يرجع سبب استخدام هذه المعادلات الإحصائية في الدراسات الجغرافية، بالقانون الجغرافي الأول "توبلر" والذي ينص مفهومه على أن "الظواهر القريبة من بعضها البعض أكثر تفاعلاً وتأثرا من تلك البعيدة عنها" (Tobler,1970). ووفقًا لهذا القانون نجد بأن العلاقات المكانية بين الظاهرات الجغرافية تتفاعل مع بعضها البعض وهذا التفاعل يدخل فيه العديد من العناصر التي ذكرت سابقًا (المسافة وغيرها).

ونظرًا لاهتمام هذا البحث بدراسة التوزيع الجغرافي لمرضى السرطان في الكويت، تم استخدام التحليل الإحصائي المكاني والذي يمكننا من الوصول إلى الأهداف المرجوة من الدراسة. وتتعدد الأساليب الإحصائية التي تم اتباعها في هذه الدراسة لذا سوف يتم التحدث عن كل واحدة منها على حدة:

- **الاستيفاء المكاني لبيانات التلوث الهوائي (Spatial interpolation):**

قبل الحديث عن بيانات التلوث الهوائي يجدر بنا في بداية الأمر تعريفه، إذ يُعرف التلوث الهوائي بأنه "أي تغير يطرأ في مكونات الهواء غير الملوث، أو إدخال مركبات جديدة للهواء لم تكن موجودة". وأصبحت دراسة التلوث الهوائي من أهم الدراسات عالميا، وذلك لارتباط العديد من المشكلات البيئية والصحية في ازدياد بعض المركبات الضارة في الهواء مثل الغازات الكربونية والتي تم اعتبارها من أكثر الغازات الخطرة والمسببة لمشكلة الاحتباس الحراري. كما يوجد العديد من الدراسات الطبية التي ربطت ما بين ارتفاع نسبة أنواع معينة من الغازات وظهور الأمراض المزمنة مثل الربو والسرطان وغيرها من الأمراض.

والتعرف على طبيعة العلاقة ما بين التلوث الهوائي وأعداد مرضى سرطان الدم يعتبر من الأهداف التي سعت الدراسة إلى الوصول إليها. لذا قام الباحثان بجمع البيانات الخاصة بنسب الملوثات من قبل الجهات المختصة، ومن ثم إنشاء طبقة معلوماتية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. ونظرًا لمحدودية عدد محطات رصد الهواء الثابتة في منطقة الدراسة، تم الحصول على مجموعة من القراءات للتلوث الهوائي لعشر محطات، وأغلبها تقع في المنطقة الحضرية. تلك البيانات كانت على شكل جداول تحوي اسم المحطة ومتوسط الغازات فيها لعام ٢٠١٤، دون وجود الموقع الجغرافي الدقيق والمتمثل بالإحداثيات أو العنوان. وتم التعامل مع هذه البيانات لإنشاء طبقة معلوماتية لها (Shape File) بعد أن تم استخراج الموقع الإحداثي لها.

وتتفاوت الملوثات وأنواعها ما بين المحطات، نظرا لحداثة بعضها وقدم الأخرى، واختلاف الحجم فيما بينها، حيث يبلغ عدد القراءات في بعضها اثنين (مثل محطة المطلاع) والبعض الآخر وصل إلى خمس عشرة قراءة (مثل محطة السلام). كما شملت الملوثات أكاسيد النتروجين والميثان وأول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والأوزون وغيرها من الغازات المرتبطة باستخدام الوقود الأحفوري.

بعد إنشاء طبقة معلوماتية تحوي مواقع محطات رصد جودة الهواء، تم استخدام إحدى أدوات التحليل الإحصائي، والتي تسمى بالاستيفاء أو الاستكمال المكاني (Interpolation Spatial). ويمكن تعريف عملية الاستيفاء المكاني بأنها "العملية التي يتم فيها توقع أو التنبؤ بالقيم المجهولة بالاستعانة بالمناطق المجاورة لها والتي تكون قيمتها معلومة، حيث تقدر قيمة المناطق المجهولة التي تقع بين النقاط المعلومة عن طريق عملية حسابية". ويرجع سبب استخدام هذا النوع من التحليل الإحصائي لصعوبة الحصول على قراءات لتلوث الهواء في جميع أجزاء منطقة الدراسة، حيث غالبًا ما تستخدم هذه الأداة في دراسات نظم المعلومات الجغرافية للبيانات المنفصلة (Discrete Data) للتغلب على صعوبة الحصول على قراءات لظاهرة ما في جميع أجزاء منطقة الدراسة (Continuous).

- **نموذج الانحدار الخطي (Ordinary Least Square-OLS):**

هناك العديد من النماذج الإحصائية المستخدمة لدراسة العلاقات المكانية ما بين ظواهر مكانية في التحليل الإحصائي، والانحدار الخطي يعتبر أشهرها في حقل العلوم الاجتماعية مثل علم الجغرافيا وعلم النفس وغيرها من العلوم. وتقوم هذه العملية الإحصائية على تقييم العلاقة ما بين الظاهرة والعوامل التي قد تؤثر عليها سواءً إيجابيًا أو سلبيًا. ومعرفة العلاقة وطبيعتها ما بين الظاهرة والعوامل المؤثرة فيها يمكن الباحث من فهم العلاقة

بشكل دقيق بالإجابة على تساؤل "هل العلاقة إيجابية أم سلبية؟". والعلاقات الإيجابية يقصد بها "كلما ازدادت قيمة العوامل المؤثرة بالظاهرة ازداد تكرار حدوث الظاهرة المدروسة"، أما في العلاقات السلبية "فكلما انخفضت قيمة العوامل المؤثرة ازداد تكرار حدوث الظاهرة".

يعتمد هذا النموذج على الربط ما بين القيم المدروسة، ومن ثم يتوقع الأماكن التي سوف يزداد فيها تكرار حدوث الظاهرة المدروسة، وعلية تقارن هذه النتائج مع البيانات الحقيقية التي تم استخدامها لتوقع طبيعة العلاقة. بعد المقارنة ما بين القيم الواقعية والقيم التي تم التنبؤ بها يتم تحديد طبيعة العلاقة، إن كانت القيم المتوقعة تطابق أو قريبة من القيم الواقعية دل ذلك على أن هناك علاقة إيجابية أو سلبية. والعلاقات الدالية هي التي غالبًا ما يَستخدم هذا النموذج لدراستها، وتعرف الظاهرة التي يتم التنبؤ بها باسم المتغير المستقل Independent variable بينما العوامل المؤثرة تسمى بالمتغير التابع Dependent variable، وفي نظم المعلومات الجغرافية يكون المتغير المستقل هو الظاهرة الجغرافية (إحداثياتها)، بينما المتغير التابع هو العوامل التي يعتقد الباحث بأنها تؤثر في تكرار حدوث الظاهرة المدروسة (شحادة، ٢٠١١م).

دراسة العلاقة ما بين مرضى سرطان الدم والتلوث الهوائي في دولة الكويت، هي أحد أهداف الدراسة، التي يسعى الباحثان على تعرف ما إن كان هناك علاقة ما بين ارتفاع نسبة الإصابة بسرطان الدم ونسبة ملوثات الهواء مثل النتروجين وأول اكسيد الكربون والأوزون وغيرها. بعد إنشاء قاعدة معلومات جغرافية خاصة بمرضى سرطان الدم، وكذلك استخدام بيانات جودة الهواء لإنشاء قاعدة معلومات جغرافية للملوثات في منطقة الدراسة، استخدمت الدراسة نموذج الانحدار الخطي لدراسة ما إن كان هناك علاقة ما بين التلوث الهوائي وانتشار سرطان الدم بالإضافة إلى متوسط أعمار

المرضى في منطقة. وسوف تُستخدم نتائج النموذج كدلالة لإثبات بأن هناك علاقة طردية ما بينهم أو علاقة عكسية، أو لا يوجد علاقة بين المتغير المستقل وهو إحداثيات المناطق التي يقطنها المرضى والمتغير التابع وهو قراءات جودة الهواء في نفس المواقع.

- **نموذج المناطق الساخنة والباردة Hot Spot and Cold Spot Analysis:**

التعرف على المناطق الساخنة والباردة من العمليات الإحصائية التي تمتاز بها نظم المعلومات الجغرافية، وهي عادةً ما تستخدم بهدف التعرف على طبيعة التوزيع الجغرافي للظاهرة الجغرافية المدروسة في منطقة الدراسة. ويستخدم نموذج المناطق الساخنة والباردة التحليل الإحصائي المكاني المعروف باسم "Getis-Ord Gi-star statistic " وهو الذي يقوم بحساب العلاقة ما بين القيم وفقًا لموقعها الجغرافي وعلاقتها بالقيم الأخرى في المناطق المجاورة لتحديد المناطق الساخنة وهي المناطق التي تحوي على أعلى قيمة وتكون المناطق المجاورة لها أيضًا حاوية على قيم عالية، بينما المناطق الباردة هي تلك المناطق التي تحوي أدنى قيمة وتكون مجاورة لمناطق ذات قيم متدنية (Ahmad et al, 2015). وتُستخدم المخرجات لهذه العملية الإحصائية كدليل على المناطق التي تعتبر حقًا ذات أعلى قيمة وليس المناطق ذات القيم الشاذة، والتي قد تساهم في تفسير التوزيع الجغرافي للظاهرة بشكل مضلل وغير صحيح. ويستخدم هذا النوع من نماذج التحليل الإحصائي المكاني في دراسات لفعاليته وقدرته على فهم أفضل للمناطق الحرجة التي تحتاج إلى اتخاذ قرار لعلاجها أو التدخل للحد من المشكلة أو السيطرة عليها.

فعلى سبيل المثال، تم استخدام هذه الأسلوب لدراسة مرض شلل الأطفال في باكستان بهدف تحديد المناطق الساخنة والباردة، والجدير بالذكر، هو أن التعرف على هذه المناطق يُمكِّن صناع القرار لمعرفة الأماكن التي

يبدأون فيها للحد من هذا المرض (Ahmad et al, 2015). ونظرًا لفعالية هذا الأسلوب وانتشار استخدامه في الدراسات الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية، تم استخدامه في هذه الدراسة لتحديد المناطق الساخنة والباردة لمرضى سرطان الدم في دولة الكويت.

الخاتمة (النتائج – التوصيات):

تعددت الأهداف التي يسعى الباحثان إلى تحقيقها ما بين إنشاء قاعدة نظم معلومات جغرافية لمرضى سرطان الدم ما بين عامي ٢٠٠٦ و ٢٠١٢، ومن ثم دراسة التوزيع الجغرافي للمرضى في منطقة الدراسة، وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وأساليب مختلفة من التحليل المكاني. ودراسة التوزيع الجغرافي لمرضى سرطان الدم أمر مهم بالنسبة للجغرافي لفهم طبيعة المرض وأماكن تركزه في دولة الكويت، ومن ثم ربط هذه الأماكن بمتغيرات أخرى كالتلوث الهوائي والتي قد يكون لها علاقة بالمرض. فيما يلي سوف نتحدث عن نتائج هذه الدراسة. كما هدفت الدراسة إلى استخدام هذه القاعدة إلى جانب قاعدة المعلومات الجغرافية الخاصة بملوثات الهوائية في الكويت لعام ٢٠١٤، ومن ثم دراسة العلاقة بينها وبين أماكن تركز المرضى والتعرف عليها باستخدام نموذج الانحدار الخطي. ويُعتبَر تحديد المناطق الساخنة والباردة لمرضى سرطان الدم في المنطقة الحضرية في دولة الكويت من الأهداف لهذه الدراسة. وسوف يضم هذا القسم من الدراسة المناقشة لنتائج العمليات التحليلية، بهدف الوصول إلى الأهداف وتقديم التفاسير التي تساعد في عملية الفهم.

نتائج نمط التوزيع المكاني لمرض سرطان الدم بالكويت:

عند دراسة أي ظاهرة جغرافيا (سرطان الدم)، فإنه لا بد من دراسة نمط توزيعها المكاني في المنطقة المدروسة. قبل شرح التوزيع المكاني لمرضى سرطان الدم فإنه لا بد من فهم توزيع السكاني للمجتمع الكويتي.

والشكل رقم (٢) يوضح توزيع السكاني للمجتمع الكويتي لعام ٢٠١١ عن طريق حساب الكثافة السكانية لكل منطقة للكويتيين وغير الكويتيين ولإجمالي السكان. ويقدر عدد الكويتيين لعام ٢٠١١ ١,١٧٤,٨٩٠ نسمة، وغير الكويتيين ١,٨٧٩,٩٢١ نسمة، بينما عدد السكان الإجمالي ٣,٠٥٤,٨١١ نسمة. ويلاحظ أن الكثافة السكانية للكويتيين متركزة في بعض المناطق، مثل الجهراء في الجزء الغربي للمنطقة الحضرية، ويوجد تركز آخر في مناطق مثل: النهضة والفردوس والأندلس وعبدالله المبارك، وهذه المناطق تعتبر جديدة ويوجد فيها عدد سكان عالٍ، وترجع الكثافة السكانية العالية نتيجة صغر مساحة المنطقة وعدد السكان الكبير. ويوجد تركز آخر على امتداد خطي من الجزء الشمالي إلى الجنوبي ولكن بتركز سكاني منخفض مقارنة بالمناطق السابقة. بينما التركز السكاني لغير الكويتيين فإنه يأخذ شكلاً آخر حيث يتركزون بالمناطق التي يكون بها النمط العمراني الرأسي حيث الكثافة السكانية العالية، بينما الكويتيون يتركزون في المناطق التي يكون بها النمط العمراني أفقي. ومن الأمثلة التي يوجد بها تركز سكاني عالٍ لغير الكويتيين: مناطق حولي والسالمية في الجانب الشرقي للمنطقة الحضرية، وكذلك في الجزء الجنوبي كالمنقف والفنطاس والفحيحيل والتي تتميز بالامتداد الرأسي. ومن المناطق التي يكون بها تركز سكاني عالٍ أيضًا لغير الكويتيين مناطق الفروانية وخيطان وجليب الشيوخ حيث تتركز العمالة الآسيوية والعربية في تلك المناطق بشكل كبير. ويوجد تركز آخر في منطقة الجهراء وتيماء. وفي مركز مدينة الكويت يوجد تركز أيضا لغير الكويتيين. وأما نمط التوزيع الجغرافي للكثافة السكانية لإجمالي السكان في المنطقة الحضرية، فإنه يتميز بأنه متشابك حيث إن جميع مناطق التركز السكاني تبدأ من مركز المدينة وحتى الجزء الجنوبي وأقصى الجزء الشرقي والغربي للمنطقة الحضرية. وتشكل منطقة جليب شيوخ والفروانية وحولي والمهبولة وتيماء أعلى خمس مناطق من حيث الكثافة السكانية للمنطقة الحضرية لدولة الكويت.

خلال الفترة ما بين ٢٠٠٦ حتى ٢٠١٢، يوجد هناك ٩٨٢ مريضًا مصابًا بسرطان الدم، ويشكل الكويتيون ٤٣% بينما غير الكويتيين يشكلون ٥٧%. ولفهم التوزيع المكاني لهذه الظاهرة الجغرافية فإن الشكل رقم (٣) يمثل التوزيع الجغرافي لكثافة مرضى سرطان الدم بدولة الكويت من عام ٢٠٠٦ حتى عام ٢٠١٢. وتحتوى المناطق ذات اللون الأحمر على كثافة عالية من مرضى سرطان الدم وأما اللون الأصفر فيشير إلى المناطق ذات كثافة سكانية منخفضة.

ومن الخريطة في الشكل رقم (٣) يمكن ملاحظة أن كثافة مرضى سرطان الدم مرتبطة بأماكن التركز السكاني والكثافة السكانية العالية. وبالنسبة لكثافة مرضى سرطان الدم للكويتيين، فإن أعلى منطقة من حيث الكثافة هي منطقة أبو حليفة وتشكل ٨.٢٢ مريض لكل كيلو متر مربع. بينما غير الكويتيين فأعلى منطقة أيضا هي أبو حليفة وتشكل ٨٢.٢٢ مريض لكل كيلو متر مربع، وأما إجمالي المرضى فأعلى منطقة أيضا وتشكل ٩٠.٤٤ مريض لكل كيلو متر مربع.

ومن الخرائط الثلاث التي توضح كثافة مرضى سرطان الدم، يمكن ملاحظة أنه لا يوجد اختلاف كبير فيما بينهم فيما عدى المرضى غير الكويتيين والذين يتركزون في بعض المناطق ذات الكثافة السكانية العالية كالفروانية وخيطان وحولي وأيضا الجهراء. وأما التوزيع الجغرافي لإجمالي مرضى سرطان الدم فإنه متركز في منتصف المنطقة الحضرية حيث يوجد كثافة سكانية عالية وأيضا في الجانب الجنوبي الغربي من مركز المدينة والجانب الشرقي في منطقة الجهراء. وفي هذه الدراسة تم عمل نوع آخر لفهم التوزيع المكاني لمرضى سرطان الدم وذلك عن طريق حساب معدل مرضى سرطان الدم. وتم حساب معدل المرضى عن طريق استخدام المعادلة الرياضية:

$$\frac{\text{عدد المرضى لكل منطقة}}{\text{عدد السكان لكل منطقة}} \times ١٠٠٠$$

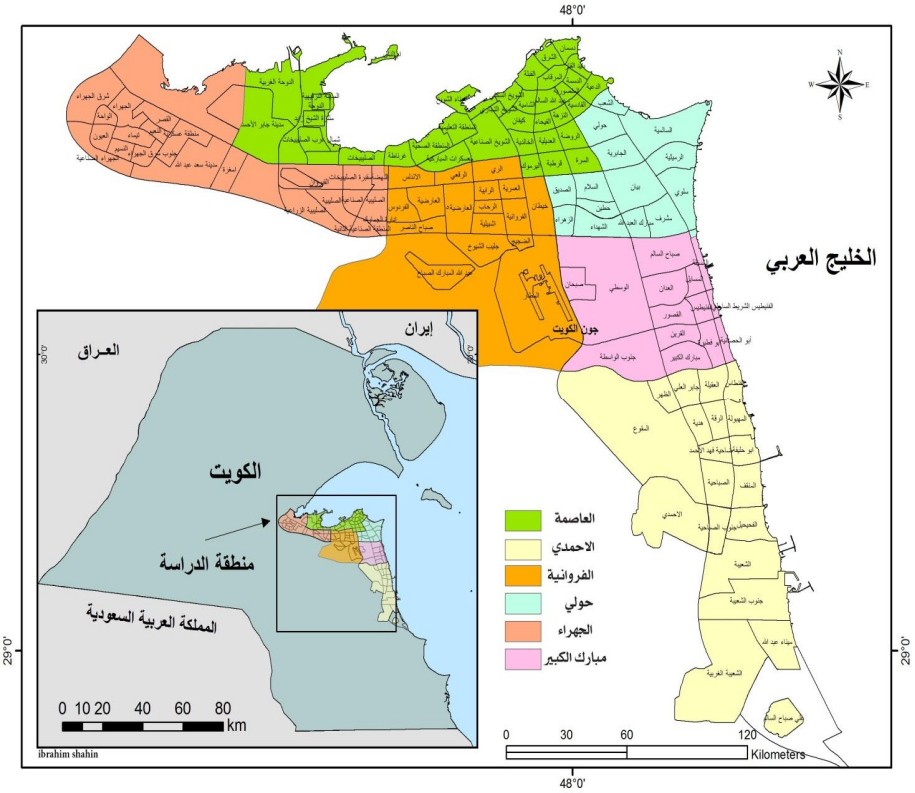
فبالنسبة للكويتيين، فإن متوسط معدل مرضى سرطان الدم هو ٠.٣٩ مريض لكل ألف نسمة، ويعتبر هذا المعدل منخفضًا، وأما الأعلى فهو في منطقة غرب الجهراء والتي تشكل ٦.٧ مريض لكل ألف نسمة. بينما المرضى غير الكويتيين فإن متوسط معدل المرضى يشكل ٠.٢٦ مريض لكل ألف نسمة وأعلى منطقة هي الصليبية وتشكل ٣.٩٦ مريض لكل ألف نسمة. وأما متوسط معدل المرضى لإجمالي الكويتيين وغير الكويتيين فإنه يشكل ٠.٦٦ مريض لكل ألف نسمة، وأعلى منطقة هي غرب الجهراء والتي تحتوي على ٨ مرضى لكل ألف نسمة.

وعن طريق المعادلة الرياضية لحساب معدل المرضى، تم عمل خريطة لتوضح التوزيع المكاني لمعدل مرضى سرطان الدم للسكان الكويتيين وغير الكويتيين ولإجمالي السكان المرضى كما هو موضح في الشكل رقم (٤). وتشير المناطق ذات اللون الأزرق إلى المناطق التي يكون بها معدل المرضى عاليًا، وهي مناطق تتركز في منتصف المدينة وفي الجزء الغربي للمنطقة الحضرية في منطقة غرب الجهراء وهذا بالنسبة للكويتيين، أما غير الكويتيين فإنهم يتركزون فقط في منطقة الصليبية كما هو موضح باللون الأزرق.

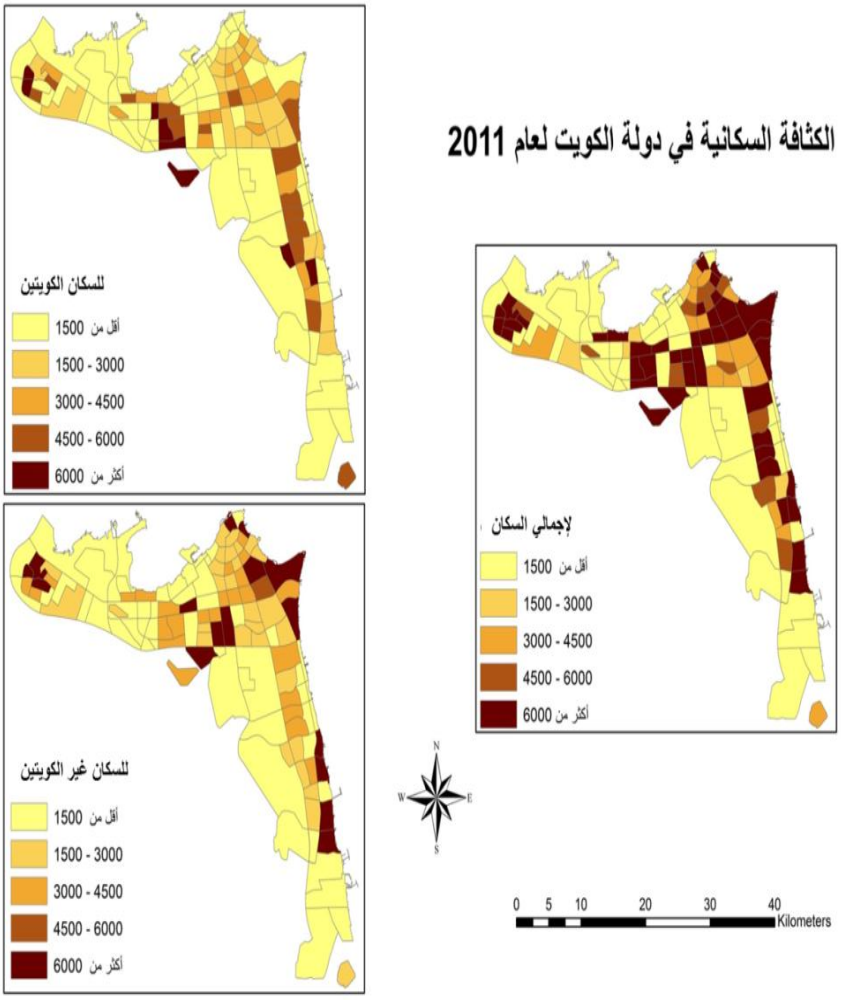
وأما إجمالي معدل المرضى، فإن الأماكن ذات المعدلات العالية تقع في منتصف المنطقة الحضرية وفي الجانب الغربي من منطقة الجهراء. وأما المناطق التي لا يوجد بها مرضى سرطان الدم فتشكل ٥٥ منطقة من إجمالي ١٢٥ منطقة في الدراسة.

ويعطي معدل مرضى سرطان الدم مدلولاً أكثر من كثافة المرضى؛ لأن الكثافة يتم حسابها عن طريق تقسيم عدد المرضى على مساحة المنطقة،

وأما المعدل فيتم تقسيم عدد المرضى على عدد السكان في تلك المنطقة، والتي تعطي تصورًا أكثر لعدد حالات مرضى سرطان الدم لكل منطقة مقارنة بعدد السكان الذين يعيشون في تلك المنطقة.

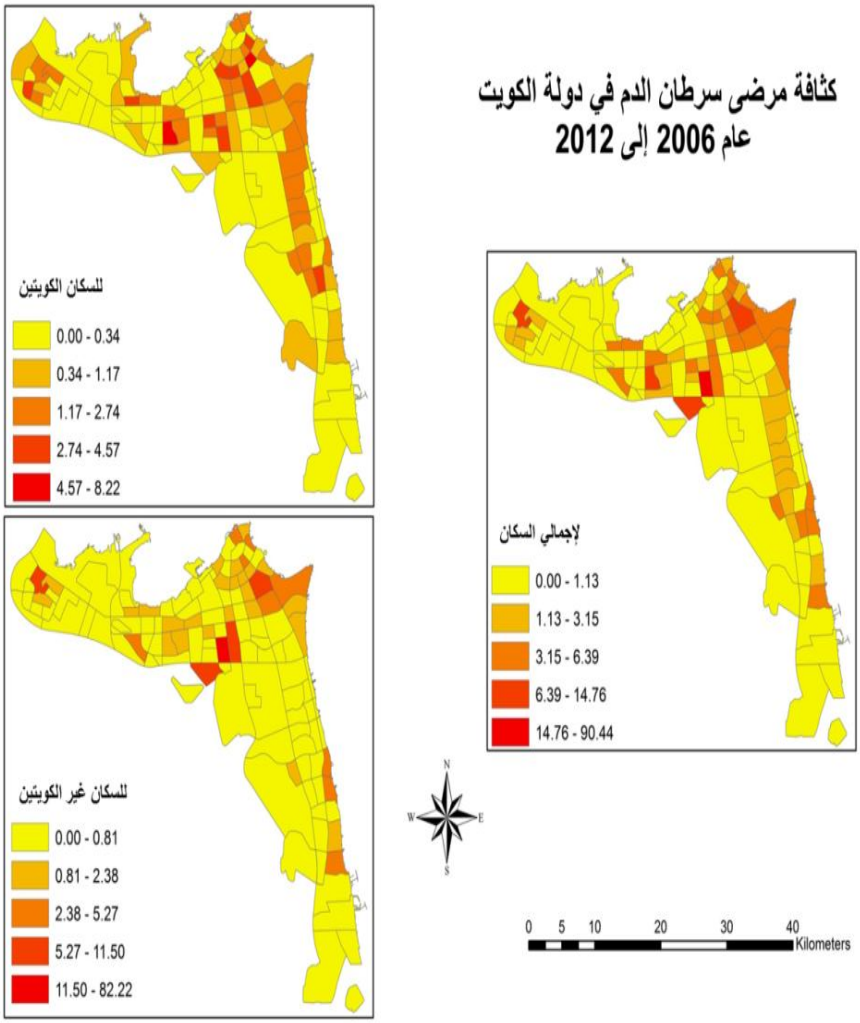


شكل رقم (١)
خريطة لمنطقة الدراسة



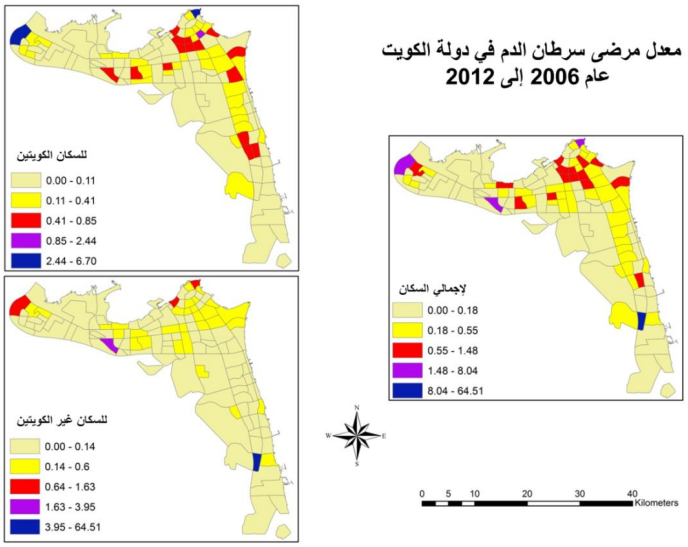
شكل رقم (٢)

خريطة توضح الكثافة السكانية في دولة الكويت.



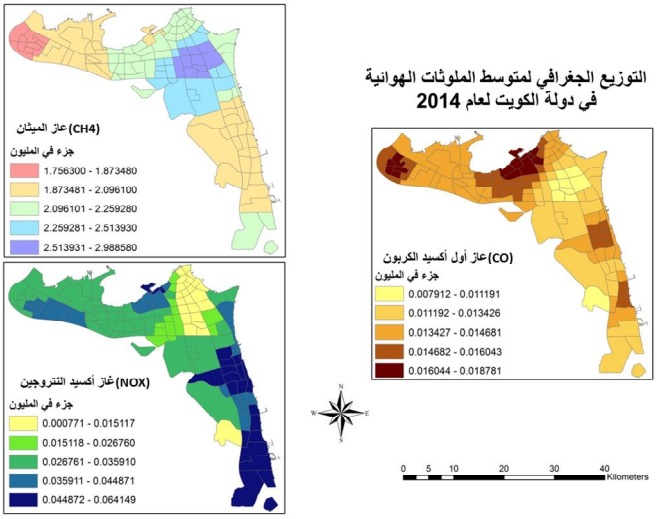
شكل رقم (٣)

خريطة كثافة مرضى سرطان الدم في دولة الكويت.



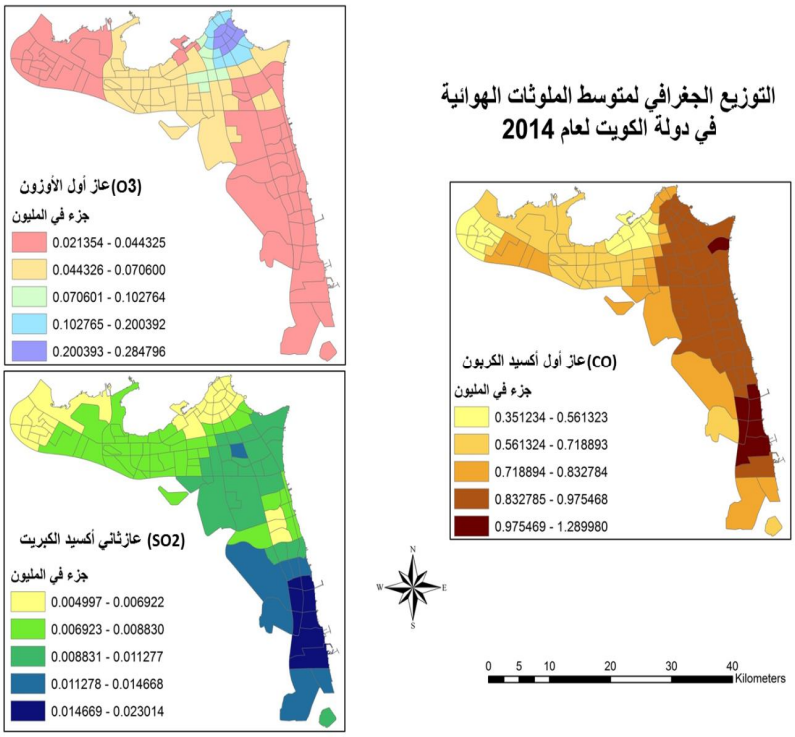
شكل رقم (٤)

خريطة معدل مرضى سرطان الدم في الكويت.



شكل رقم (٥)

خريطة الملوثات الهوائية (CH4، NO2، NOX) لدولة الكويت لعام ٢٠١٤.



شكل رقم (٦)

خريطة الملوثات الهوائية (CO، SO2،O3) لدولة الكويت لعام ٢٠١٤.

نتائج الاستيفاء المكاني Spatial interpolation:

استخدمت الدراسة الاستيفاء المكاني، وذلك لإنشاء قاعدة معلومات جغرافية للملوثات الهوائية في دولة الكويت، والسبب وراء استخدام مثل هذه العمليات الإحصائية المكانية هو استخدام بيانات مكانية ذات الطبيعة المنفصلة Discrete Data لإيجاد قاعدة معلومات جغرافية ذات بيانات متصلة Continuous Data، والتي يمكن من خلالها تقديم فهم شامل لطبيعة الملوثات في المنطقة المدروسة، وكذلك توفير إمكانية ربطها مع قاعدة المعلومات الجغرافية الخاصة بمرضى السرطان الدم ودراسة العلاقة بينهم. وتنوعت قراءات التلوث الهوائي التي تمكن الباحثان من الحصول عليها للمنطقة

الحضرية إلى ١٣ نوعًا في بعض المناطق ولكن لم يُستخدم منها إلا ٦ قراءات، وذلك لضمان أن قراءات الملوثات التي تم استخدامها منتشرة في جميع المحطات وهي (الأحمدي والفحيحيل وعلي صباح السالم والجهراء والمنصورية والمطلاع والقرين والرميثية والسلام والشويخ وأخيرًا سعد العبدالله). وقد ساعد انتشار محطات قياس جودة الهواء في المنطقة الحضرية على توفير بيانات أولية ذات توزيع عادل إلى حد ما لجميع أجزاء منطقة الدراسة، وهذا يكفل أن تكون نتائج الاستيفاء المكاني أكثر دقة.

بلغ عدد الملوثات التي تم استخدامها لإنشاء قاعدة المعلومات الجغرافية للملوثات الهوائية ٦ ملوثات وهي: (غاز الميثان، وغاز أول أكسيد النتروجين، وغاز ثاني أكسيد النتروجين، وغاز أول أكسيد الكربون، وغاز الأوزون، وغاز ثاني أكسيد الكبريت). هذه الملوثات تم استخدامها كمدخلات في نموذج الاستيفاء المكاني ومن ثم إنشاء خرائط توضح متوسط الملوثات في المنطقة الحضرية (شكل رقم ٥ وشكل رقم ٦). والجدير بالذكر أن وحدة القياس لجميع الملوثات المستخدمة هي جزء في المليون وذلك لاعتبارها الوحدة المستخدمة لقياس هذه الأنواع من الملوثات. وسوف يتم التطرق إلى المناطق ذات القيم العالية فقط، وذلك لاحتمالية ارتباطها بانتشار سرطان الدم.

وبالنظر إلى الشكل رقم (٥)، نجد أن تركيز غاز ثاني أكسيد النتروجين يتفاوت ما بين ٠.٠٠٧٩١٢ (أدنى قيمة) و٠.٠١٨٧٨١ (أعلى قيمة). ويرتفع تركيز الغاز في ثلاث مناطق رئيسة من منطقة الدراسة وسوف يتم التحدث عنهم على حدة وهي المنطقة الشمالية والغربية والجنوبية. وتضم المنطقة الجنوبية كل من الفحيحيل والمنقف وتتراوح نسبة الملوثات فيها ما بين (٠.٠١٤٦٨٢ إلى ٠.٠١٦٠٤٣)، وترتفع نسبة الغاز في المناطق القريبة من منطقة الشعيبة وهي منطقة تعتبر من أهم المناطق

الخاصة في الصناعات النفطية.

لقد أثبتت العديد من الدراسات أن ارتفاع غاز ثاني أكسيد النتروجين وغيرها من الغازات يرجع لاستخدام الوقود الأحفوري سواءً في وسائل النقل أم في محطات تحلية الماء وتوليد الكهرباء، وهذا يفسر سبب ارتفاع قيم هذا الغاز في المنطقة الجنوبية. كما تلعب الرياح السائدة بالبلاد دورًا فعالاً في نقل الملوثات، والرياح الشمالية الغربية هي السائدة في دولة الكويت. وموقع منطقة صبحان الصناعية غرب كل من (القرين، والعدان، ومبارك الكبير، والفنيطيس، والقصور، وأبو فطيرة) قد يكون هو العامل المفسر لارتفاع تركيز الغاز في هذه المناطق. أما المنطقة الشمالية تضم العديد من المناطق منها (منطقة الشويخ الصحية والتعليمية والصناعية، وغرناطة، الصليبيخات، وغيرها من المناطق)، وتتفاوت الملوثات فيها ما بين (٠.٠١٤٦٨٢) إلى (٠.٠١٨٧٨١). وترتفع قيم هذا الغاز في المنطقة الشمالية بالقرب من منطقة الشويخ الصناعية وميناء الشويخ وكذلك عامل الرياح الذي بدوره يحمل الملوثات إلى المناطق المجاورة للمنطقة الصناعية. كذلك أخذت المنطقة الغربية نفس القراءات للمنطقة الشمالية وتضم (الجهراء، والنسيم، والنعيم، وتيماء، والقصر) وهي المناطق التي تحد منطقة الجهراء الصناعية.

ويتفاوت تركيز غاز الميثان أيضًا في منطقة الدراسة ما بين (١.٧٥٦٣٠٠) في بعض المناطق ليصل إلى (٢.٩٨٨٥٨٠) في مناطق أخرى. حين النظر لخريطة الملوثات في شكل رقم (٤) نجد بأنه يرتفع تركيز غاز الميثان في المناطق الوسطى وينخفض بالابتعاد عن وسط المدينة جنوبًا وغربًا وشمالاً. المناطق التي يرتفع فيها الميثان وكلاً من (بيان، والجابرية، والسرة، وقرطبة، والسلام، والصديق، وحطين، والشهداء، والزهراء، وخيطان)، إذ يتراوح تركيز الغاز فيها ما بين (٢.٥١٣٩٣١) إلى (٢.٩٨٨٥٨٠). وتحيط بالمناطق السابقة مجموعة من المناطق التي يتفاوت

فيها التركيز ما بين (٢.٢٥٩٢٨١) إلى (٢.٥١٣٩٣٠) وهي تضم العديد من المناطق مثل اليرموك والرحاب وغيرها. والجدير بالذكر أن ارتفاع غاز الميثان مرتبط ارتباطًا وثيقًا بمرادم النفايات والوقود الأحفوري وكذلك آبار النفط والغاز الطبيعي. وهذا الارتباط قد يفسر ارتفاع تركيز الميثان في المناطق التي تم ذكرها سابقًا، كما أن العديد من المرادم المغلقة تقع في مهب الريح أو في المنطقة ذات القيم المرتفعة مثل اليرموك وجليب الشويخ وغيرها من المرادم. مع العلم أن المرادم القريبة تم إغلاقها ولكن غاز الميثان بطبيعته ينتج بعد تخمر المواد العضوية في باطن الأرض، لذا يسمى بغاز القمامة والمستنقعات، ويظهر تأثيره ويستمر بالانبعاث إلى فترات زمنية طويلة.

إن غاز أكسيد النتروجين هو الغاز الثالث الذي تم دراسته وإنشاء قاعدة معلومات جغرافية له، ويرجع سبب اختياره إلى ثبات ارتباطه بمرض سرطان الدم. ويبين الشكل رقم (٤) التوزيع الجغرافي لغاز أكسيد النتروجين، ويتبين منه أن هناك تفاوتًا كبيرًا في التوزيع، إذ تبلغ أدنى مستوياته (٠.٠٠٠٧١) بينما ترتفع إلى (٠.٠٦٤١٤٩). كما يتدنى تركيز الغاز في المناطق الشمالية والمطلة على جون الكويت، بينما يبلغ أعلى قيمة في المناطق الجنوبية للمنطقة الحضرية. ويرتبط ارتفاع نسبة هذا الغاز في الغلاف الجوي ارتباطًا وثيقًا بالوقود الأحفوري وتحلل المركبات العضوية في التربة، وقد يفسر هذا الارتباط ارتفاع معدلاته في جنوب البلاد حيث تنتشر الصناعات النفطية وكذلك مرادم النفايات مثل مردم القرين والعقيلة وصبحان.

كما يصل تركيز الغاز إلى (٠.٠٦٤١٤٩) في الجزء من المليون في العديد من المناطق منها (الشعيبة، والعقيلة، والفحيحيل، ومبارك الكبير)، وينخفض هذا التركيز بالاتجاه شمالاً وغربًا. وتحتل منطقة ميناء شويخ

الصناعية كذلك المراكز المتقدمة في تركيز النتروجين، وهي الوحيدة بالمقارنة في المناطق الشمالية، بينما تأخذ المناطق المجاورة لها التصنيف الأدنى. الجدير بالذكر أن صناعات البتروكيماويات تلعب دورًا مهمًا في ارتفاع نسبة تركيز النتروجين في الغلاف الجوي، وذلك لاستخدامها في صناعة الأسمدة وغيرها من المركبات التي تمزج مع الكبريت لتستخدم في الصناعة، وهذا يفسر ارتفاع نسبة تركيزه في مناطق الصناعات البتروكيماوية في المنطقة.

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات التي تنتشر في المدن، وخصوصًا تلك التي يزداد فيها أعداد السيارات، وذلك لارتباط وجودها بالوقود واستخداماته المتنوعة في المناطق الحضرية. ويوضح الشكل رقم (٦) التباين الجغرافي لتركيز غاز أول أكسيد الكربون في دولة الكويت عام ٢٠١٤. حيث يتفاوت تركيز الغاز ما بين (٠.٣٥١٢٣٤) إلى (١.٢٨٩٩٨٠) في منطقة الدراسة، ونلاحظ بالاستعانة بالخريطة أنه يزداد في المناطق الشرقية والجنوبية بشكل ملحوظ. ويصل تركيز الغاز إلى أعلى قيمة في العديد من المناطق الجنوبية مثل الشعيبة والفحيحيل والصباحية وغيرها من المناطق، أما الرميثية، فهي المنطقة الوحيدة التي تحصد أعلى قيم وتقع في شرق المنطقة الوسطى من منطقة الدراسة، وبلغ تركيز أول أكسيد الكربون في هذه المناطق ما بين (٠.٩٧٥٤٦٩) إلى (١.٢٨٩٩٨٠). بينما ينخفض التركيز بالاتجاه غربًا بالقرب من منطقة الجهراء، والمنطقة التي تقع في الجزء الشمالي الغربي بالقرب من الشويخ.

هذا التفاوت في قراءات توزيع الغاز يرتبط ارتباطًا كبيرًا بطبيعة المنطقة وخصائص الغاز ومصادره التي ينتج عنها، فهو غالبًا ما ينتج عن عملية الاحتراق غير الكاملة والمرتبط باستخدام المشتقات البتروكيماوية والمحروقات المستعملة في وسائل النقل والصناعات. والجدير بالذكر أن هذا

الغاز يمتاز بثقله حين مقارنته بالغازات الأخرى، فالمناطق المزدحمة بالسيارات ترتفع فيها نسبته نظرًا لانخفاض سرعة وسائل النقل على الطرقات، ومن ثم يجعل عملية الاحتراق تكون غير كاملة وينعكس ذلك على معدلاته في الجو. فالخريطة توضح أن المناطق الشرقية هي التي تمتاز بالتركيز العالي للغاز، وهي المناطق التي يرتفع فيها نسبة السكان بشكل كبير مقارنةً بالأماكن الأخرى وكذلك قرب هذه المناطق من مصانع البتروكيماويات. كما قد يرجع ارتفاع تركيز هذا الغاز لازدياد أعداد الطرق السريعة مثل طريق الفحيحيل والطريق الساحلي وطريق الملك فهد، وتمتد هذه الطرق من مدينة الكويت إلى جنوب البلاد.

ويوضح الشكل رقم (٦) أيضًا التوزيع الجغرافي لغاز الأوزون، إذ يتفاوت في منطقة الدراسة ما بين (٠.٠٢١٣٥٤) إلى (٠.٢٨٤٧٩٦). والتباين في التوزيع واضح جدًا في الخريطة وملحوظ، إذ تمتاز المناطق الجنوبية والغربية بانخفاض تركيزها بشكل كبير عن المناطق الشمالية والتي يتجلى فيها التركيز. ويزداد تركيز هذا الغاز في العديد من المناطق الشمالية منها المرقاب والدسمة والقادسية والشعب والنزهة؛ إذ يصل فيها إلى (٠.٢٨٤٧٩٦)، بينما المناطق المجاورة لها مثل العديلية وقرطبة وغيرها يصل إلى (٠.٢٠٠٣٩٢). ويرتبط وجود هذا الغاز باستخدام الوقود الأحفوري في وسائل النقل ومحطات توليد الكهرباء، والتي تطل على جون الكويت وقريبة من المناطق ذات القيم المرتفعة، وخصوصًا أنها مناطق تقع في مهب الرياح المحملة بالغازات العالية الناتجة عن توليد الكهرباء وتحلية المياه. كما قد يرجع سبب ارتفاع القراءات في هذه المناطق إلى القرب من المنطقة الصناعية في الشويخ الصناعية، بينما تلعب النباتات والتربة في المناطق الخضراء والتي يزداد تواجدها في المناطق الشمالية ويقل في المناطق الحديثة (الجنوبية والغربية)، فالدراسات الحديثة ربطت ما بين ارتفاع معدلات الأوزون ووجود النباتات والمركبات الهيدروكربونية،

وخصوصًا في المناطق التي تتوفر فيها أشعة الشمس وترتفع فيها درجة الحرارة كمنطقة الدراسة.

إن غاز ثاني أكسيد الكبريت هو الغاز السادس والأخير الذي اهتمت به الدراسة، وتم إنشاء قاعدة معلومات جغرافية له باستخدام التحليل الإحصائي المكاني، للتعرف على توزيعه الجغرافي في منطقة الدراسة. ويتفاوت تركيز هذا الغاز ما بين (٠.٠٠٤٩٩٧) إلى (٠.٠٢٣٠١٤)، إذ تحتل المناطق الجنوبية الصدارة من حيث التركيز وتحتل المناطق الغربية والشمالية تحتل أدني المستويات وبشكل ملحوظ. ونجد أن منطقة الشعيبة الصناعية والمناطق المجاورة لها يزداد فيها تركيز الغاز إلى (٠.٠٢٣٠١٤) وهي منطقة يزداد فيها استخدام الوقود الأحفوري والصناعات البتروكيماوية، وتحوي العديد من الموانئ لتصدير المنتجات النفطية والبضائع. بينما يوجد ارتفاع ملحوظ في منطقة السلام السكنية، وهي منطقة لا توجد فيها الصناعات البتروكيماوية، وهنا يبرز دور البناء في منطقة حديثة يرتفع فيها عمليات البناء والتي نتج عنها حفر الأراضي وخروج غاز ثاني أكسيد الكبريت فيها والذي عادةً ما يزداد في الطبقات الأرضية في دولة الكويت نظرًا لكونها أراضي تحوي وفرةً في الغاز الطبيعي والنفط. وتحتل منطقة الجهراء ومدينة الكويت أدنى المستويات من حيث تركيز الغاز فيها، وقد يرجع هذا إلى عامل البعد عن الصناعات البتروكيماوية وطبيعة الطبقات الأرضية في المنطقة. وتُعتبر قاعدة المعلومات الجغرافية التي تم التحدث عنها والتي تبين التوزيع الجغرافي للغازات في منطقة الدراسة، مصدرًا قيمًا للحصول على فهمٍ للتباين الجغرافي للملوثات الهوائية في المنطقة الحضرية لدولة الكويت. ويمكن استخدام مثل هذه القواعد المعلوماتية لتعزيز عملية صناعة القرار، وكذلك لتفسير انتشار الأمراض في بعض المناطق عن غيرها مثل مرض الربو والسرطان بأنواعه.

نتائج نموذج الانحدار الخطي (Ordinary Least Square-OLS):

يبين استخدام نموذج الانحدار الخطي طبيعة العلاقة ما بين تفاوت الملوثات وارتفاع أعداد المصابين، بمعنى آخر: هل المناطق التي تتعرض إلى كميات كبيرة من غاز الأوزون على مدار السنة يكون سكانها أكثر عرضة لسرطان الدم من غيرهم؟ كما قد يوضح نموذج الانحدار الخطي علاقة تكون عكسية؛ أي نظرًا لانخفاض تركيز غاز معين ارتفع معدل المرضى أو الإصابات في هذه المنطقة. فطبيعة العلاقة ممكن أن تكون طردية أو عكسية وفقًا لتفاوت البيانات الأولية المستخدمة.

وتعتمد عملية تحديد ما إن كانت هناك علاقة طردية أم عكسية بين المدخلات المستخدمة في النموذج أو عدم وجود علاقة، على نتائج النموذج وغالبًا ما يتم التحقق من معامل التفسير وهو يتفاوت ما بين ١ إلى ٠، حيث إذا كانت قيمة معامل التفسير (R^2) قريبه من الرقم ١ فإن هناك علاقة ما بين المدخلات، وكلما قلت هذه القيمة إلى ٠ دل ذلك على انعدام العلاقة ما بينها (شحادة، ٢٠١١). كما يوجد خطوات أخرى يجب اتباعها للتأكد من عدم وجود تكرار وكذلك تبيان بين المدخلات وعدم وجود تكتل للقيم الخارجة عن التنبؤ الذي قام به النموذج للبيانات المدخلة.

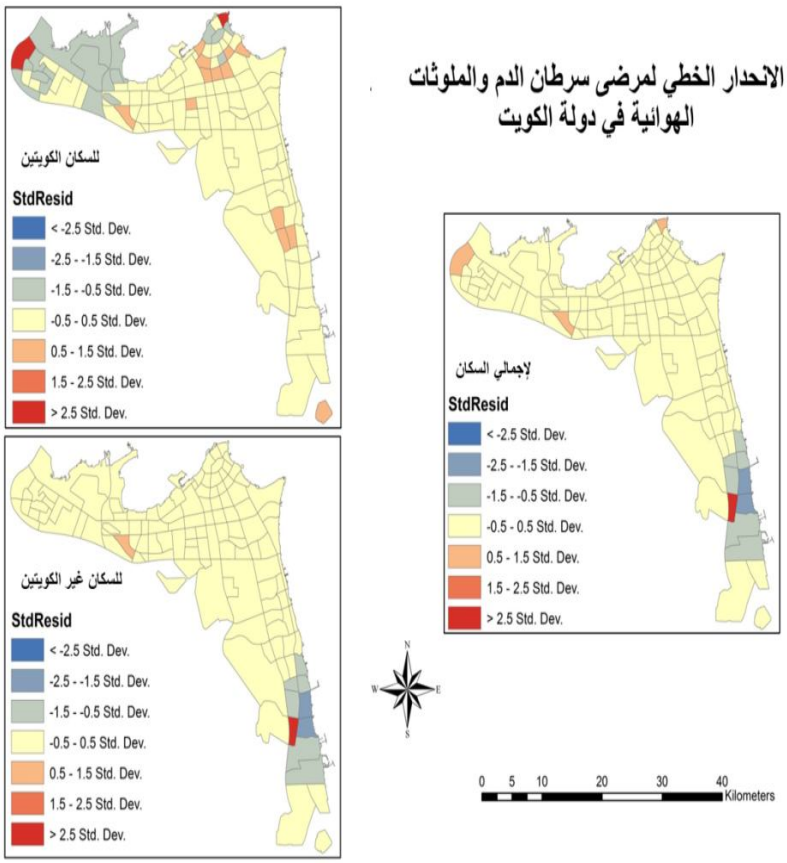
تم استخدام نموذج الانحدار الخطي بعد إنشاء قاعدة معلومات جغرافية للملوثات الهوائية المتوفرة لعام ٢٠١٤ في دولة الكويت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، والقيام بإنشاء قاعدة معلومات خاصة بمرضى سرطان الدم لدولة الكويت من عام ٢٠٠٦ إلى ٢٠١٢؛ للتعرف ما إن كان هناك ارتباطٌ بين الملوثات وارتفاع أعداد المرضى في بعض أجزاء من المناطق الحضرية. نتائج معامل التفسير لنموذج الانحدار لمعدل المرضى الكويتيين وغير الكويتيين وإجمالي المرضى ما بين (٠.٠٢٣٤٢٦) إلى (٠.٠٦٣٨٣٨). وتعتبر نتائج معامل التفسير دلالة بأنه لا توجد علاقة في

منطقة الدراسة ما بين معدل مرضى سرطان الدم والملوثات الهوائية (أول أكسيد الكربون، وغاز ثاني أكسيد الكربون، وغاز الميثان، وغاز أكسيد النتروجين، وغاز ثاني أكسيد النتروجين، وغاز الأوزون).

وقد بلغت قيمة معامل التفسير لنموذج الانحدار الخطي المستخدم للتعرف على العلاقة ما بين معدل إجمالي المرضى والملوثات الهوائية (٠.٠٥٢٩٢١٥)، ووفقًا لهذه النتيجة فليس هناك ارتباط في ارتفاع معدل مرض سرطان الدم لإجمالي المرضى وتركيز الملوثات. بينما انخفضت قيمة المعامل إلى (٠.٠٢٣٤٢٦) لمعدل المرضى الكويتيين، في حين أخذ في الارتفاع إلى (٠.٠٦٣٨٣٨) لمعدل المرضى غير الكويتيين، وهذا الارتفاع لا يدل على وجود علاقة إيجابية أو سلبية. ووفقًا لنتائج معامل التفسير للنماذج الثلاثة، التي تم استخدامها للتعرف على طبيعة العلاقة ما بين المدخلات، فقد تبين أن ارتفاع أعداد مرضى سرطان الدم في بعض المناطق الحضرية لأعداد تفوق الستين مريضًا ليس مرتبطًا بارتفاع معدلات التلوث الهوائي. فقد يكون انخفاض معامل التفسير مرتبطًا بانخفاض أعداد المرضى في بعض المناطق وخصوصًا الصغيرة الحجم في منطقة الدراسة وارتفاعها في مناطق أخرى تكبرها بالحجم، أو قد ترجع إلى طبيعة المرض نفسه، فسرطان الدم يعتبر من الأمراض الكامنة (الداخلية) والتي قد يلعب في ظهورها العامل الوراثي.

وتبين الخريطة رقم (٧) نتائج نماذج الانحدار الخطي المستخدم لمعدلات المرضى الكويتيين وغير الكويتيين والإجمالي. ويدل تدرج الألوان في مفتاح الخريطة على نتائج عملية التنبؤ بالمدخلات، فاللون الداكن يدل على أن الخلل في عملية التنبؤ فاق القيم الحقيقية واللون الفاتح يدل على أن المناطق حصلت على قيم أقل من الحقيقية. وتبين الخريطة أن قيم التنبؤ ترتفع فيها معدلات الخلل، وهذا يعتبر دليلا على أن النماذج لم تثبت وجود

العلاقة ما بين معدلات المرضى وقيم تركيز الملوثات في منطقة الدراسة، وقد يرجع البعض انخفاض قيمة معامل التفسير وعدم إثبات العلاقة ما بين المدخلات إلى استخدام الاستيفاء المكاني لإنشاء قاعدة معلومات جغرافية للملوثات الهوائية، لذلك تم استخدام البيانات الأولية وهي فقط لعشر محطات وقيم المرضى في نفس هذه المناطق واستخدام أسلوب معامل الارتباط، والموجود في أغلب البرامج الإحصائية.



شكل رقم (٧)

خريطة نموذج الانحدار الخطي (Ordinary Least Square-OLS).

ولم تدل نتائج معامل الارتباط على وجود علاقة ما بين ارتفاع قيمة الملوثات وارتفاع أو انخفاض أعداد المرضى في نفس المناطق، واستخدام معامل الارتباط يساعدنا في التأكد بأن نتائج الاستيفاء المكاني لم تؤثر على معامل التفسير. والجدير بالذكر أن نتائج هذه النماذج لا تنفي خطورة التلوث الهوائي وارتباطه بالعديد من الأمراض التي يصاب فيها الإنسان، لكنها تثبت عدم وجود علاقة ما بين مرض سرطان الدم والتلوث الهوائي في دولة الكويت، فقد يكون هناك ارتباطٌ في دول أخرى تمتاز في مناخات مختلفة عن المناخ السائد بمنطقة الدراسة أو تكون فيها نسب تركيز الملوثات أعلى. كما قد يوجد عوامل أخرى لم يتسنَّ لنا إدخالها في هذه الدراسة والتي قد يكون لها دور كبير في تفسير وفهم التوزيع الجغرافي للمرضى في منطقة الدراسة، فالعوامل الاقتصادية والاجتماعية و التعليمية وغيرها قد تفسر بشكل كبير هذا التفاوت في توزيع المرض.

نتائج نموذج المناطق الساخنة والباردة (Hot Spot and Cold Spot Analysis):

إن الهدف من استخدامه، تحديد المناطق التي نالت على أكثر قيم في تكرار حدوث الظاهرة أو المشكلة المدروسة. وتكون نتائج هذا النموذج على شكل خريطة تبين المناطق ذات القيم الأعلى والتي يطلق عليها بالمناطق الساخنة، والتي تكون باللون الأحمر والمناطق ذات القيم المنخفضة والتي تلون باللون الأزرق. وقد استخدم هذا النموذج في دراستنا لتحديد المناطق الساخنة، والتي تحظى بأعلى القيم، والمناطق الباردة ذات القيم المتدنية، وفقًا لعملية التحليل الإحصائي المكاني والذي يعتمد على أسلوب تحليل الجوار بالإضافة إلى المسافة والوزن وغيرها من العوامل التي تحدثنا عنها آنفًا في الجزء المخصص لعمليات التحليل الإحصائي المكاني.

وتتمثل نتائج نموذج المناطق الساخنة والباردة في الخريطة رقم (٨)

التي توضح نتيجة استخدام عمليات التحليل الإحصائي المكاني لمعدل المرضى الكويتيين وغير الكويتيين وإجمالي المرضى في منطقة الدراسة. وتتباين المناطق الساخنة والباردة في المنطقة وفقًا لمستوى الثقة (Confidence Level)، فهناك ثلاثة مستويات للثقة وهي (٩٠% و٩٥% و٩٩%). المناطق الساخنة للمرضى الكويتيين عند مستوى الثقة (٩٩%) وتضم كلا من المناطق التالية (غرب الجهراء، والجهراء، والعيون، والجهراء الصناعية). بينما تعتبر القصر وتيماء والنسيم هي المناطق الساخنة لمرضى سرطان الدم الكويتيين عند مستوى الثقة (٩٥%). بينما ينخفض مستوى الثقة إلى ٩٠%، ونجد أن المناطق الساخنة هي (المرقاب والدسمة والدعية). وتوضح الخريطة أن المناطق الباردة تختفي لدى المرضى الكويتيين وذلك لعدم وجود دليل إحصائي لتحديد هذه المناطق وفقًا لمستويات الثقة الثلاثة. ويرجع اختيار المناطق الساخنة إلى التوزيع الجغرافي للمرضى في منطقة الدراسة.

كما توضح الخريطة المناطق الساخنة للمرضى غير الكويتيين في منطقة الدراسة، والتي نستدل بها على وجود ست مناطق ساخنة للمرضى وذلك عند أعلى مستوى ثقة للنموذج. وتضم المناطق الساخنة كل من مناطق: شمال الشعيبة والفحيحيل والمنقف وأبو حليفة والصباحية وجنوب الصباحية والأحمدي. ووفقًا لمساحات المنطقة والمسافة التي تفصل بينهم وتجاور القيم، تم تحديد هذه المناطق كأعلى مناطق للمرضى غير الكويتيين وكذلك لإجمالي المرضى في منطقة الدراسة. مع العلم أن كثافة المرضى ترتفع في منطقة الفحيحيل للسكان الكويتيين وغير الكويتيين، وهذا قد انعكس على المناطق المجاورة لها وكذلك اختيار هذه المناطق وتحديدها بأنها المناطق الساخنة. بينما نتائج النموذج لم تحدد مناطق باردة للإجمالي أو للمرضى غير الكويتيين، وهذا يرجع إلى طبيعة التوزيع الجغرافي للمرضى وانتشارهم بشكل متفاوت في جميع أرجاء منطقة الدراسة.

والجدير بالذكر أنه يمكن الاستفادة من نتائج نماذج المناطق الساخنة والباردة في عملية اتخاذ القرار والمساعدة في السيطرة على مرض سرطان الدم في دولة الكويت. فيمكن الاستفادة من النتائج لتحديد المناطق التي تحتاج إلى دراسات أكثر تعمقًا للتعرف على سبب ارتفاع الإصابات بالمرض. وهناك العديد من الاستخدامات لنتائج نموذج المناطق الساخنة والباردة، فيمكن استخدامها لتحديد أفضل موقع لإنشاء مركز متخصص لعلاج مرضى سرطان الدم. وتدل نتائج نموذج المناطق الساخنة والباردة على وجود تكتل لأعداد المرضى في المناطق ذات القيم العالية والمتدنية أثناء مقارنتها مع التوزيع في منطقة الدراسة.

في خاتمة هذه الدراسة لا بد من القول، إنه عند دراسة أي مرض من ناحية جغرافية فإنه يُعطي مدلولاً أكثر وفهمWh أكبر لطبيعة المرض، وما العوامل التي تؤدي إلى انتشاره بنمط جغرافي معين. ولعل نتائج هذه الدراسة لم تثبت وجود علاقة بين الملوثات الهوائية المستخدمة في هذه الدراسة وانتشار مرض سرطان الدم. والجدير بالذكر بأن لمرض سرطان الدم عدة أسباب ليست فقط مرتبطة بالتلوث الهوائي وإنما قد تكون مرتبطة بالجينات الوراثية حيث إن أغلب المصابين بهذا المرض هم من فئة الأطفال والمراهقين. وبالرغم بأن العديد من الدراسات ربطت المرض بتلوث الهواء، إلا أن هذا ليس هو الحال في دولة الكويت التي يختلف فيها المناخ والملامح الطبيعية والبشرية عن مناطق الدراسات الأخرى.

ومن أهم التوصيات والمقترحات التي يقترحها الباحثان لمتخذي القرار للدراسات المستقبلية:

١- التركيز على الدراسات المهتمة في تعقب مرض سرطان الدم من ناحية جينية ووراثية.

٢- زيادة عدد المحطات التي تأخذ قراءات للتلوث الهوائي بالمنطقة

الحضرية لدولة الكويت، وأخذها بشكل شهري على مدار السنة حيث إن بعض الأشهر قد يكون فيها نسبة تلوث أعلى من غيرها، وبالتالي تكون أفضل من أخذ المتوسط العام للملوثات الهوائية للسنة كاملة.

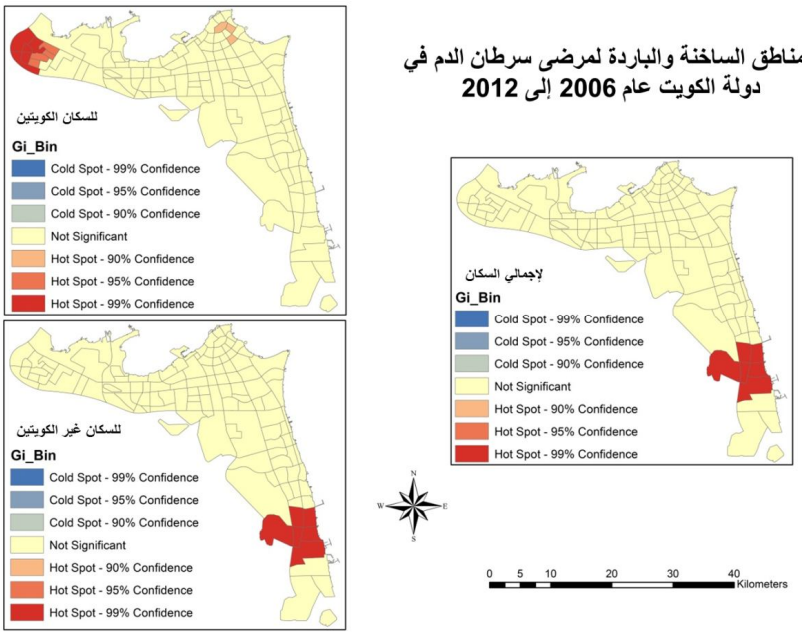
٣- ربط هذا النوع من الأمراض (سرطان الدم) بعوامل أخرى كالعوامل الاجتماعية والتي تتعلق بالدخل والمستوى الاجتماعي للأسرة، والتي قد يكون لها علاقة بهذا النوع من الأمراض.

٤- دراسة هذا النوع من الأمراض على فترات زمنية متتالية لمعرفة طبيعة انتشار هذا المرض مع مرور الزمن. حيث إذا كانت هناك إحصائيات لمدة عشر سنوات؛ فإنه كان بالإمكان دراسة طريقة انتشار هذا المرض بالمنطقة الحضرية وما هي المناطق المتأثرة بشكل كبير طوال هذه الفترة.

٥- ربط هذا النوع من الأمراض جغرافيا بأنواع من أمراض السرطان الأخرى والتي قد يكون فيها نوع من الترابط المكاني، والتي تخدم المسؤولين ومتخذي القرار لأخذ إجراءات لدراسة هذا المرض بشكل أكبر وربطه بالمتغيرات والعوامل البيئية التي قد تساعد على زيادة نسبة هذا المرض.

٦- إنشاء قاعدة معلومات جغرافية لأمراض أخرى في منطقة الدراسة كما تم في هذه الدراسة حتى يتم دراسة أمراض مختلفة وربطها مع بعض من خلال موقعها الجغرافي.

٧- عمل قواعد معلومات جغرافية لأمراض أخرى كالربو والسرطان، على غرار ما تم في دراستنا هذه واستخدام عملية الاستيفاء المكاني.



شكل رقم (٨)

خريطة نموذج المناطق الساخنة والباردة (Hot Spot and Cold Spot Analysis).

الملاحق:

جدول رقم (١)

معدل المرضى وكثافتهم في المنطقة الحضرية في الكويت لعام ٢٠٠٦-٢٠١٢.

المنطقة	معدل المرضى			كثافة المرضى		
	الكويتيين	غير الكويتيين	الإجمالي	الكويتيين	غير الكويتيين	الاجمالي
الأندلس	0.28	0.15	0.43	2.40	1.31	3.70
الأحمدي	0.32	0.14	0.46	0.35	0.15	0.50
الجابرية	0.15	0.33	0.49	1.76	3.84	5.61
الجهراء	0.15	0.64	0.79	1.96	8.51	10.48
الخالدية	0.63	0.10	0.73	2.33	0.39	2.72
الدسمة	0.39	0.08	0.47	2.97	0.59	3.56
الدعية	0.17	0.08	0.25	0.76	0.38	1.14
الدوحة	0.36	0.16	0.52	3.26	1.40	4.66
الرابية	0.61	0.12	0.73	4.07	0.81	4.88
الرحاب	0.28	0.09	0.38	1.55	0.52	2.07
الرقة	0.57	0.08	0.65	3.77	0.54	4.31
الرقعي	0.00	0.10	0.10	0.00	1.61	1.61
الرميثية	0.42	0.25	0.67	2.57	1.54	4.12
الروضة	0.64	0.25	0.89	4.17	1.61	5.78
الري	0.00	0.48	0.48	0.00	0.19	0.19

المنطقة	معدل المرضى			كثافة المرضى		
	الكويتيين	غير الكويتيين	الإجمالي	الكويتيين	غير الكويتيين	الاجمالي
الزهراء	0.05	0.05	0.11	0.19	0.19	0.37
السالمية	0.02	0.16	0.19	0.65	4.33	4.98
السرة	0.38	0.28	0.65	2.96	2.15	5.11
السلام	0.27	0.00	0.27	1.06	0.00	1.06
الشامية	0.11	0.00	0.11	0.48	0.00	0.48
الشهداء	0.08	0.00	0.08	0.27	0.00	0.27
الصليبية	0.79	3.96	4.75	0.66	3.32	3.99
الصليبيخات	0.27	0.36	0.63	1.74	2.32	4.05
الظهر	0.29	0.24	0.54	1.72	1.43	3.15
العارضية	0.26	0.15	0.41	1.72	0.95	2.67
العدان	0.21	0.11	0.32	1.17	0.59	1.76
العديلية	0.65	0.00	0.65	2.61	0.00	2.61
العمرية	0.26	0.00	0.26	1.60	0.00	1.60
العيون	0.32	0.05	0.37	2.74	0.39	3.13
الفحيحيل	0.07	0.22	0.29	0.93	2.79	3.72
الفردوس	0.54	0.22	0.76	4.57	1.83	6.40
الفروانية	0.06	0.20	0.26	3.26	11.51	14.77
الفنطاس	0.14	0.18	0.32	2.29	2.94	5.22
الفيحاء	0.58	0.17	0.75	4.10	1.17	5.27

المنطقة	معدل المرضى			كثافة المرضى		
	الكويتيين	غير الكويتيين	الإجمالي	الكويتيين	غير الكويتيين	الاجمالي
القادسية	0.86	0.14	1.00	6.87	1.14	8.01
القصر	0.26	0.26	0.52	1.47	1.47	2.94
القصر	0.36	0.03	0.39	2.37	0.22	2.58
المقبرة	0.00	0.23	0.23	0.00	0.28	0.28
المنصورية	0.33	0.50	0.83	1.59	2.38	3.97
المنقف	0.03	0.09	0.12	0.65	1.62	2.27
المهبولة	0.01	0.09	0.10	0.48	3.09	3.56
النزهة	0.11	0.33	0.44	0.60	1.79	2.38
النسيم	0.28	0.00	0.28	2.36	0.00	2.36
اليرموك	0.26	0.26	0.52	1.73	1.73	3.46
أبو حليفة	0.02	0.19	0.21	8.22	82.22	90.45
بنيد القار	0.00	0.22	0.22	0.00	4.07	4.07
بيان	0.19	0.06	0.25	0.58	0.19	0.77
تيماء	0.02	0.07	0.09	0.67	2.35	3.02
جابر العلي	0.50	0.05	0.55	2.28	0.21	2.49
جليب شيوخ	0.02	0.11	0.12	0.99	6.76	7.75
حولي	0.00	0.22	0.22	0.15	8.10	8.25
خيطان	0.02	0.19	0.21	0.57	5.28	5.85
دسمان	2.45	1.63	4.08	1.47	0.98	2.45

المنطقة	معدل المرضى			كثافة المرضى		
	الكويتيين	غير الكويتيين	الإجمالي	الكويتيين	غير الكويتيين	الاجمالي
سلوى	0.14	0.13	0.28	1.85	1.71	3.56
شرق	0.14	0.37	0.51	1.70	4.68	6.39
شويخ السكنية	0.50	0.99	1.49	0.96	1.93	2.89
صباح السالم	0.78	0.39	1.17	2.44	1.22	3.67
صباح السالم	0.21	0.10	0.31	1.43	0.67	2.09
صباح الناصر	0.14	0.04	0.18	1.01	0.25	1.26
صبحان	0.00	0.17	0.17	0.00	0.22	0.22
عبدالله السالم	0.20	0.27	0.47	1.12	1.50	2.62
غرب الجهراء	6.70	1.34	8.04	0.54	0.11	0.65
قرطبة	0.07	0.00	0.07	0.61	0.00	0.61
كيفان	0.61	0.22	0.84	3.51	1.28	4.78
مبارك الكبير	0.13	0.08	0.21	0.81	0.49	1.30
مشرف	0.46	0.04	0.50	1.72	0.16	1.88
هدية	0.50	0.00	0.50	1.54	0.00	1.54

مراجع البحث

المراجع العربية:

١- نعمان شحادة، (٢٠١٥). التحليل الإحصائي في الجغرافية والعلوم الاجتماعية، الأردن. دار الصفاء للطباعة والنشر والتوزيع.

المراجع الأجنبية:

1- Ahmad, Usman, Sajid Rashid Ahmad, and Muhammad Luqman. "A Study Of Polio Disease In Pakistan Using Gis Approach." (2015).
2- Al-Ahmadi, K., & Al-Zahrani, A. (2013). NO2 and cancer incidence in Saudi Arabia. *International journal of environmental research and public health*,*10*(11), 5844-5862.
3- Al-Ahmadi, Khalid, and Ali Al-Zahrani. "Spatial autocorrelation of cancer incidence in Saudi Arabia." *International journal of environmental research and public health* 10, no. 12 (2013): 7207-7228.
4- American Cancer Society. Leukemia (2016). Retrieved from http://www.cancer.org/cancer/leukemia/index
5- Brewer, C. A. (2006). Basic mapping principles for visualizing cancer data using geographic information systems (GIS). *American journal of preventive medicine*, *30*(2), S25-S36.
6- Elebead, F. M., Hamid, A., Hilmi, H. S. M., & Galal, H. (2012). Mapping cancer disease using geographical information system (GIS) in Gezira State-Sudan. *Journal of community health*, *37*(4), 830-839.
7- Fotheringham, A. Stewart, Chris Brunsdon, and Martin Charlton. *Quantitative geography: perspectives on spatial data analysis*. Sage, 2000.
8- Janitz, A. E., Campbell, J. E., Magzamen, S., Pate, A., Stoner, J. A., & Peck, J. D. (2016). Traffic-related air pollution and childhood acute leukemia in Oklahoma. *Environmental research*, *148*, 102-111.
9- Mazdak, H., Rashidi, M., & Zohary, M. (2015). Plumb as a cause of kidney cancer (case study: Iran from 2008-2010). *Journal of*

research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences,*20*(10), 974.

10 Najafabadi, A. T., & Pourhassan, M. (2011). Integrating the geographic information system into cancer research. *Indian journal of cancer*, *48*(1), 105.

11- Pearson, R. L., Wachtel, H., & Ebi, K. L. (2000). Distance-weighted traffic density in proximity to a home is a risk factor for leukemia and other childhood cancers. *Journal of the Air & Waste Management Association*,*50*(2), 175-180.

12- Raaschou-Nielsen, O., Ketzel, M., Harbo Poulsen, A., & Sørensen, M. (2016). Traffic-related air pollution and risk for leukaemia of an adult population. *International Journal of Cancer*, *138*(5), 1111-1117. 14-Tobler, Waldo R. "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region." *Economic geography* 46, no. sup1 (1970): 234-240.

13-Yu, C. L., Wang, S. F., Pan, P. C., Wu, M. T., Ho, C. K., Smith, T. J., ... & Kaohsiung Leukemia Research Group. (2006). Residential exposure to petrochemicals and the risk of leukemia: using geographic information system tools to estimate individual-level residential exposure. *American journal of epidemiology*, *164*(3), 200-207.

14-World Health Organization. (2014). Cancer Country Profile. Retrieved from http://www.who.int/cancer/country-profiles/kwt_en.pdf?ua=1.

15- World Health Organization. (2012). The Top ten causes of death. Retrieved from http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/

16- El-Basmy, A., S. Al-Mohannadi, and A. Al-Awadi. "Some epidemiological measures of cancer in Kuwait: national cancer registry data from 2000-2009." *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 13, no. 7 (2012): 3113-3118.