

تأثير مخلفات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية على البيئة والصحة في المملكة العربية السعودية

(THE EFFECT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC WASTES ON THE ENVIRONMENT AND THE HEALTH IN SAUDI ARABIA)

Wasan Alzaid¹

Abstract

The population in Saudi Arabia, brings large quantities of electrical and electronic devices for personal use or home because of well-being that they enjoy compared to some poor countries similarly as the residents of rich countries. However, this habit has a high damage on the environment and health if they are not dealt fairly. Therefore, this research aims to study the effect of the electrical and electronic appliances on the environment and residents' health all together in the Kingdom of Saudi Arabia. Previous studies have shown that electrical and electronic devices damage on the environment, including the emission of special toxic gases after discarded as waste. In addition, they damage human's health by causing serious diseases, since they contain harmful materials or by their emission of contaminated gases. The methodology of this paper uses the correlation model to determine the relationship between these devices and the pollution on one hand and between them and the health of the other. The results shows that there are a strong relationship between these device and the emission of harmful gases such as carbon dioxide (CO₂) and nitrogen oxide (N₂O) and greenhouse gases (GHG) and particulate matter (PM₁₀). Moreover, the results demonstrate a big relationship of these devices is a strong with the rise of cancer, mental retardation and asthma, but an inverse relationship with (other) chest diseases and the infant mortality rate. Thus, this reason this paper recommends reconsideration of importing and manufacturing poor quality and short-life electrical and electronic appliances. Also, it recommends recycling the waste these devices and never burning them.

المستخلص

يجلب السكان في المملكة العربية السعودية كميات كبيرة من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية للاستخدام الشخصي أو المنزلي بسبب الرفاهية التي يتمتعون بها مقارنة ببعض الدول الفقيرة كحال سكان الدول الغنية ولكن هذا الشيء له أضراراً عالية على البيئة والصحة إذا لم يتم التعامل معه تعاملًا صحيحاً، هذا البحث يهدف إلى دراسة تأثير الأجهزة الكهربائية والإلكترونية على البيئة والصحة معاً في المملكة العربية السعودية، الدراسات السابقة أثبتت أن للأجهزة الكهربائية والإلكترونية أضراراً على البيئة بما تنبثه من غازات سامة خاصة بعد رميها كنفائيات، وكذلك لها أضراراً على الصحة فتسبب أمراضاً خطيرة بسبب ما تحتويه من مواد أو ما ينبعث منها كغازات

¹ Student at King Saud University in Riyadh, Saudi Arabia (jouby2002@gmail.com)

ملوثة، تم استخدام منهجية الارتباط لمعرفة العلاقة بين هذه الأجهزة و بين التلوث من جهة وبين الصحة من جهة أخرى، و النتائج بينت أن للأجهزة علاقة قوية في انبعاث غازات ضارة كثاني أكسيد الكربون (CO2) و أكسيد النيتروجين (N2O) وغازات الاحتباس الحراري (GHG) و الجسيمات العالقة في الهواء (PM10) أيضاً النتائج أثبتت أن لهذه الأجهزة علاقة قوية بمرض السرطان و مرض التخلف العقلي و الربو، ولكن علاقة عكسية مع الأمراض الصدرية (الأخرى) و معدل وفيات الأطفال الرضع، لهذا الأسباب هذه الورقة توصي بإعادة النظر من استيراد أو تصنيع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية الرديئة ذات العمر القصير، وكذلك توصي بإعادة تدوير مخلفات هذه الأجهزة و عدم حرقها.

GBSE Journal 2017

1. مدخل البحث

1.1. مقدمة

مما لا شك فيه أن الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ساهمت في تطوير حياة الناس وتسهيل إنجاز كثير من الأعمال التي كانت تحتاج إلى جهد أكبر و صرف مبالغ مالية أكبر وكذلك مدة زمنية أطول لولا وجودها، ولكن لكل شيء محدودية وجوانب سلبية فهذه الأجهزة قد تؤثر على البيئة والصحة العامة إذا لم يوجد حل للمشكلة التي تترافق معها وتزداد كلما تم تكديسها بالبيئة زمانا ومكانا، فلقد أثبتت الدراسات والأبحاث العلمية أن مخلفات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية تتسبب في تلويث البيئة عبر مركباتها الكيميائية التي تنتقل إلى تربة الأرض أو تنتشر كغازات سامة و ضارة للبيئة و بالتالي تشكل سموما خطيرة على صحة الإنسان وحياته.

تعتبر المملكة العربية السعودية من الدول الأكثر استيراداً للأجهزة الإلكترونية والكهربائية في العالم ويعود ذلك للمداخل العالية من ريع النفط و الرفاهية العالية التي يتمتع بها كثير من سكان هذا البلد ولكن من المعلوم أن العمر الافتراضي لهذه الأجهزة قصير جداً لعاملين اثنين، إما العمر القصير للأجهزة الإلكترونية والكهربائية بسبب التطور السريع للتقنية، أو إما لقلة جودة بعض أنواع هذه الأجهزة مقارنةً بالأخرى العالية الجودة، كل ذلك يؤدي إلى تراكم أوزان هائلة من المخلفات التي تتسبب بأضرار جسيمة في حال عدم التعامل معها التعامل الصحيح الذي يقلل أو يزيل هذه الأضرار. لكن المشكلة الأكبر التي تواجه المملكة العربية هي حرق النفايات للتخلص منها و عدم إيجاد معامل و مراكز لإعادة التدوير مما يتسبب في انبعاث كميات هائلة من السموم إلى الهواء أو التربة، التي تؤثر على سلامة البيئة وصحة الناس وبقية الكائنات الحية، لذلك لا غرابة أن تجد أن آخر إحصائيات عالمية للتلوث تثبت أن المملكة العربية السعودية من أكثر البلدان بالعالم تلوثاً. (الجدول م 1.1 بالملحق 1 يوضح ترتيب المملكة العربية السعودية بالتلوث من بين دول العالم على حسب PM10).

خلال العقد الأخير أثبتت الدراسات والبحوث العلمية أن الأجهزة الإلكترونية والكهربائية تسبب أضراراً بيئية جسيمة في حال التخلص منها بالنفايات مع عدم معالجتها، فمثلاً، بيس بتلر (2012) تؤكد على خطورة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من عملية حرق نفايات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية في حال عدم التعامل معها بطريقة إعادة التدوير والتصنيع، وكذلك هناك أنواع أخرى من الغازات التي تنبعث من مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية كغازات الاحتباس الحراري بأنواعها المعروفة، إن رمي مخلفات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية في مكب النفايات يسبب انبعاث غازات الاحتباس الحراري وبالأخص غاز الميثان، (منظمة حماية البيئة الأمريكية، 2006). هذه الغازات و المواد السامة تسببت بأضرار صحية وبيئية جسيمة، فمثلاً أكدت دراسات علمية أن الغازات السامة التي تنبعث من مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية تسبب أمراضاً رئوية على صحة الإنسان.

1.2. أسئلة البحث:

- 1.2.1. هل يوجد ارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وتلوث البيئة؟
- 1.2.2. هل يوجد ارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وبعض الأمراض (إما مباشرة أو غير مباشرة)؟

لهذه الأسباب هذا البحث سوف يقوم بدراسة هذه المشكلة بالتركيز على دولة المملكة العربية السعودية من أجل فهم دور الأجهزة الكهربائية والإلكترونية في التأثير على البيئة و الصحة و مدى إمكانية إيجاد الحلول المناسبة لتجنب تأثيراتها السلبية حيث أن المملكة العربية السعودية بسبب أجوائها الصحراوية تعتبر فقيرة في تنوع بيئتها وكذلك قلة موارد المياه والرقعة النباتية والزراعية، لذلك يجب عدم إهدار هذه الموارد الشحيحة.

هذا البحث ينقسم إلى خمسة فصول، ففي الفصل الأول يقدم مدخل عام للموضوع، وفي الفصل الثاني يتم استعراض أدبيات البحث التي يتخللها دراسات سابقة ونتائجها والفرضيات التي تستجوبها، وفي الفصل الثالث يتم عرض منهجية وطريقة البحث وإجراءاته، وفي الفصل الرابع على ضوء نتائج الفصل الثالث سوف يتم تحليل ومناقشة هذه النتائج، وفي الفصل الخامس والأخير سيركز على الاستنتاجات والتوصيات التي يمكن بها إيجاد الحلول المناسبة لهذه المشكلة.

2. أدبيات البحث

تتمحور أضرار الأجهزة الكهربائية والإلكترونية في شيئين أساسيين: 1- البيئة و 2- الصحة

2.1. أضرار بيئية

إن أكبر مشكلة تسببها الأجهزة الكهربائية والإلكترونية هي تلوثها للبيئة وذلك عبر الغازات التي تنبعث منها إما مباشرة أو عبر حرقها في مكبات النفايات عند التخلص منها وتتلخص أهم هذه الملوثات:

2.1.1. غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ :

إن من أكبر أضرار الأجهزة الكهربائية والإلكترونية على البيئة حينما يتم التخلص منها عبر حرقها، فبيس بتلر (2012) يؤكد على أن حرق الأجهزة الكهربائية والإلكترونية يتسبب بانبعاث غازات سامة وخطيرة بما فيها غاز ثاني أكسيد الكربون، وأضاف بيس بتلر أن هذا الغاز هو عامل خطير يسبب تلوثاً للهواء الذي يتنفسه الإنسان بالإضافة لضرره على طبقة الأوزون وما يسببه من تآكل لها فيسمح بمرور أشعة خطيرة، مثل الأشعة فوق البنفسجية. فيما حذر برنامج تكنولوجيا البيئة الدولي التابع للأمم المتحدة (2010) من خطورة حرق النفايات لما تسببه من انبعاث ثاني أكسيد الكربون الخطير على البيئة وقالت أن وسيلة الحرق للنفايات أصبحت من الماضي بالدول المتقدمة إلا أنها لازالت تمارس في بعض الدول الأقل تقدماً.

2.1.2. غاز أكسيد النيتروجين N₂O:

جونكي (2009) اعتبر أن غاز أكسيد النيتروجين هو أحد أهم وأخطر الغازات الملوثة التي ساهمت في ارتفاع درجة حرارة الأرض وأن معدل أثره في مجموع الغازات الملوثة بمقدار 4% إلا أن معدله يتزايد بسبب الاستخدام الزراعي وحرق النفايات لاسيما الأجهزة التي تحتوي على مركبات بلاستيكية.

أيضاً منظمة حماية البيئة الأمريكية (2014) حذرت من الاستمرار بحرق النفايات الصلبة لأنه يتسبب بانبعاث غازات ضارة للبيئة وأحد أخطرها هو غاز أكسيد النيتروجين، والمنظمة طلبت التعامل مع هذه النفايات بطريقة غير الحرق لحماية البيئة.

2.1.3. غازات انبعاث الاحتباس الحراري الأخرى (GHG):

شرعت كثير من الدول المتقدمة قوانين وخطط لتقليل من انبعاث غازات الاحتباس الحراري عبر عدة اتجاهات، فمثلاً في كندا استطاعت الحكومة عبر تشجيع برامج إعادة تدوير نفايات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية من تقليص انبعاث غازات الاحتباس الحراري إلى 5% ومن ثم إلى 10% والخطة القادمة إلى 15%، بل أن البرنامج توصل أن تدوير طن من النفايات يقابله تقريباً توفير طن من غازات الاحتباس الحراري.

2.1. جسيمات عوالمق الهواء (PM10):

في بحث عملي قامت به جامعة لندن ببريطانيا عام 2012 عن أسباب الزيادة الملحوظة بتركيز جسيمات PM10 في أحد جوانب لندن هو بسبب المعالجة التي تقوم بها المصانع في تلك المناطق لنفايات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، وذكرت الجامعة أن لنفايات الأجهزة الصلبة وطريقة علاجها دوراً هاماً في الزيادة الكبيرة لتركيز هذه الجسيمات بأجواء بعض مناطق مدينة لندن وليس فقط العوالمق المنبعثة من السيارات والشاحنات، (فونت وفولر، 2012).

2.2- أضرار صحية:

2.2-1- السرطان

ففي دراسة ميدانية حديثة في الصين (OPB, 2013) أظهرت أن السكان القريبين من حرق نفايات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية كانوا عرضة لمرض سرطان الرئة بعدد أكبر مقارنةً بأمثالهم من السكان البعيدين عن هذه النفايات.

وفي دراسة مشابهة قام مجموعة من الباحثين في جامعة أوريغون الحكومية الأمريكية بدراسة الأوضاع الصحية للسكان القريبين من نفايات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية في الصين و استخلصوا أن السكان معرضون بمعدل 1.6 لمرض السرطان أكثر من غيرهم من السكان الواقعين على مسافة أبعد، (روبسون، 2013).

2.2.ب. التخلف العقلي

ذكر ماريانو (2013) أن أجهزة الهواتف الذكية واللوحات الإلكترونية كمثل جهاز الأيباد تحتوي على مواد سامة وضارة للصحة مثل البرومين، الكلورين، الزئبق و الرصاص بكميات مركزة تسبب فشل رئوي و التخلف العقلي بسبب طول مدة التعرض لهذه المواد. قام فريق علمي أمريكي من مركز ماونت سيناى بنيويورك بدراسة آثار تلوث الماء بمادة الرصاص الناتجة من مخلفات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية في ثلاث دول هي الهند، إندونيسيا و الفلبين على الأطفال المعرضين لهذه الأجهزة وتبين لهم أن معدل تركيز الرصاص في الدم كان عالياً جداً بحيث أن الطفل خسر من 5 إلى 8 من معدل ذكائه، وكذلك وجد أن 6 من 1000 طفل مصابون بمرض التخلف العقلي .

2.2.ج و2.2.د. الربو والأمراض الرئوية:

ذكرت منظمة حماية البيئة الأمريكية عام 2012 أن الأشخاص المستنشقين دائماً للدخان المتصاعد من حرق نفايات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية معرضون لمرض الربو والأمراض

الرئوية الأخرى. وفي دراسة علمية أخرى أظهرت أن الأطفال الذين يعملون بمعامل إعادة التدوير في نفايات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية كانوا عرضة لمرض الربو والأمراض الرئوية الأخرى، وأن هؤلاء الأطفال عندما يبلغون سن 35 إلى 40 لا يمكنهم تحمل العمل بسبب أتعابهم الصحية. فحتى ولو كان للتدوير أضرار محدودة على العاملين فيها إذا لم يتخذوا الاحتياطات اللازمة لتجنب السموم، فإن منافع التدوير كبيرة جداً وضرورية للتخلص من ملايين الأطنان السامة للبيئة.

2.2. وفيات الأطفال الرضع

في دراسة ميدانية أجريت على مواليد مدينة بورسعيد بمصر عام 1981 توصلت أن معدل وفيات الأطفال الرضع كانت واحد لكل ثلاث مواليد في من يمتهنون لقط القمامات والمخلفات بأنواعها بسبب تعرض الأجسام وخاصة النساء إلى مواد سامة جداً، (التريبي، 1981م). وكذلك في نشرات توضيحية عبر شبكة عمل بازل (BAN)، وهي منظمة خيرية غير حكومية تعمل لمكافحة تصدير المخلفات السامة: ذكرت أن التخلص من مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بطريقة غير مناسبة يتسبب بانتقال مواد سامة تخرق التربة ومجري المياه والتي بدورها تنتقل إلى الإنسان عبر الإنتاج الزراعي أو مياه الشرب فينتسب كثير من الكوارث أحدها وفيات الأطفال الرضع بسبب تعرض صحتهم مبكراً للأخطار. (منظمة عمل بازل، 2003م).

2.3. دراسات تجريبية سابقة بالعالم العربي:

الزهراني والأحمدي (2013) من جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية درسا العلاقة بين تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 و زيادة أعداد المصابين بمرض السرطان في المدن الكبرى، حيث بينت النتائج أن العلاقة إيجابية بين زيادة انبعاث غاز ثاني أكسيد النيتروجين وزيادة معدل مرض سرطان الرئة والثدي بشكل أكبر يتبعه الأنواع الأخرى. وأيضاً بحث قام به مجموعة كبيرة من الباحثين (بييتس وغيرها، 2012) لفحص مستوى تلوث الهواء داخل المنازل (628 منزلاً) في دولة الإمارات العربية المتحدة ومدى تأثيرها على صحة ساكنيها، فوجدوا أن ملوثات الهواء التالية: ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، وثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)، كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وفورمالديهايد ($HCHO$) وأول أكسيد الكربون (CO) كان لهم تأثير بزيادة إصابة السكان بالربو وكذلك صفير الصدر إلى الضعف.

علم وإناوين (2009) قاما باستقصاء عن حالة إدارة مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية بالعالم العربي، حيث قاما بتوزيع استبيانات على 300 إدارة ومنظمة حكومية وغير حكومية، واستنتجا أنه لا يوجد إدارة أو منظمة حكومية تدير هذه المخلفات في بلدان العالم العربي، و وجد الاستبيان نشاطات غير حكومية لخمسة منظمات دولية وأربع شركات وأربع منظمات خيرية في تسع بلدان ليس من بينهن المملكة العربية السعودية، وكذلك توصل الباحثان أنه يوجد شركات

لإعادة تدوير الهواتف الجواله في كل من الإمارات العربية المتحدة و مصر، أما بقية الدول التي وجدت فيها نشاطات لإدارة مخلفات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية فتركز على بطاريات السيارات.

2.4. الفرضيات:

الفرضيات في هذه الورقة تم استنباطها على ضوء المراجعة الادبية وما تم التوصل إليه عبر كثير من الدراسات السابقة بالعالم الغربي أو بمنطقة الخليج العربي.

2.4.1. للبيئة:

2.4.1.أ. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية يزيد من انبعاث ثاني أكسيد الكربون بسبب حرق مخلفات هذه الأجهزة بمجمع النفايات.

2.4.1.ب. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية يزيد من انبعاث أكسيد النيتروجين بسبب حرق مخلفات هذه الأجهزة بمجمع النفايات.

2.4.1.ج. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية يزيد من انبعاث غازات الاحتباس الحراري بسبب ما تحتويه من مواد بلاستيكية وغيره بعد التخلص منها بالنفايات أو حرقها.

2.4.1.د. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية يزيد من انبعاث جسيمات عوالق الهواء (PM10) بسبب طريقة معالجتها أثناء تجميعها بالنفايات.

2.4.2. للصحة:

2.4.2.أ- إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية تزيد من إصابة السكان بسرطان الرئة خاصة للمقيمين بقرب مكب النفايات لما تحتويه من مواد ضارة.

2.4.2.ب. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية تزيد من إصابة السكان بالتخلف العقلي بسبب ما تحتويه من مواد خطيرة على صحة الجسم.

2.4.2.ج. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية تزيد من إصابة السكان بأمراض الرئة المختلفة جراء احتراقها بالنفايات وانبعاث مواد ضارة للجهاز التنفسي.

2.4.2.د. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية تزيد من إصابة السكان بمرض الربو جراء احتراقها بالنفايات وانبعاث مواد ضارة للجهاز التنفسي.

2.4.2.هـ. إن زيادة استخدام الأجهزة الكهربائية تزيد من إصابة السكان بمرض الربو جراء احتراقها بالنفايات وانبعاث مواد ضارة للجهاز التنفسي.

3. منهجية البحث وإجراءاته

منهجية البحث التي تم اختيارها هي مبدأ "الارتباط" (Correlation) فإن لهذا المبدأ من قدرة على إيجاد العلاقة التي تربط بين المتغيرات (المؤشرات) التي تم اختيارها وفقاً لأدبيات البحث السابقة والنظريات العلمية التي تم إثباتها، فميزة مبدأ الارتباط هي أن مبدأ الارتباط يساعد الباحثين على معرفة العلاقة الخطية (رياضياً) بين متغيرين اثنين يقاسان في نفس الكيان أو النظام. لذا إذا هناك متغيران اثنان ذوا طبيعة استمرارية (كالوزن، والطول، الارتفاع، الخ.) لمعرفة العلاقة بينهما في الغالب يستخدم مبدأ الارتباط لهذه المهمة. هذا الارتباط يعبر عنه من خلال عامل الارتباط والذي يتراوح بين +1 إلى -1 فكلما زاد عامل الارتباط إيجابياً و بالقرب من +1 زادت العلاقة بينهما أو زاد تأثير أحدهما على الآخر. والعكس كلما زاد عامل الارتباط سلباً و بالقرب من -1 كانت العلاقة بينهما قوية عكسياً، بمعنى كلما زاد س انخفاض ص أو زاد عكسياً. ما دفع هذا البحث لاختيار هذه المنهجية هو عدم توفر إحصائيات بتردد عالي ومدة أطول، وكذلك لنجاح هذه المنهجية في أبحاث سابقة مماثلة.

3.1 المتغيرات (المؤشرات) التي تم اختيارها والمدة ومصدرها:

جدول 3.1 المتغيرات بالبحث

المتغير (المؤشر)	المدة	التردد	المصدر
الأجهزة الكهربائية والإلكترونية المستوردة (بالوزن: مليون طن)	2012 - 2005	سنوي	مصلحة الجمارك السعودية.
انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO ₂ (ألف طن)	2012 - 2005	سنوي	إحصائيات الأمم المتحدة.
انبعاث أكسيد النيتروجين N ₂ O	2012 - 2005	سنوي	إحصائيات الأمم المتحدة.
انبعاث جسيمات العالقة PM10 (ميكرون جرام لكل متر مكعب)	2012 - 2005	سنوي	إحصائيات الأمم المتحدة.
غازات الاحتباس الحراري GHG (ألف طن)	2012 - 2005	سنوي	إحصائيات الأمم المتحدة.
أمراض الرئة (النسبة لعدد السكان)	2012 - 2005	سنوي	وزارة الصحة السعودية.
وفيات الأطفال الرضع (لكل ألف مولود)	2012 - 2005	سنوي	وزارة الصحة السعودية.
مرض السرطان (بالعدد)	2012 - 2005	سنوي	وزارة الصحة السعودية.
مرض التخلف العقلي (بالعدد)	2012 - 2005	سنوي	وزارة الصحة السعودية.

سيمثل متغير الأجهزة الكهربائية والإلكترونية هو معدل أوزان استيرادها عبر منافذ الجمارك السعودية، حيث أن التصنيع الداخل لا يمثل شيئاً مقارنة بالحجم الهائل من الاستيراد. كذلك سيمثل متغيرات تلوث البيئة ثلاثة: معدل انبعاث ثاني أكسيد الكربون بالهواء، ومعدل انبعاث غازات الاحتباس الحراري وأخيراً معدل انبعاث جسيمات PM10 التي قطرها أقل من 10 ميكرون جرام في الهواء وإحدى الملوثات وتحسب بمقدار تركيزها لكل متر مكعب من الهواء. أما متغيرات الصحة فيمثلها: معدل الأمراض الصدرية للسكان، معدل أمراض الربو للسكان، ومجموع عدد المصابين بالسرطان، ومعدل وفيات الأطفال دون الرضع لكل ألف مولود.

4. نتائج البحث ومناقشتها

جدول 4.1 نتيجة مبدأ الارتباط بين المتغيرات بالبحث

الوزن (بالمليون طن)	انبعاث CO ₂	انبعاث GHG	N ₂ O	PM10	أمراض صدرية	معدل الربو بين السكان	السرطان	التخلف العقلي	معدل وفاة الرضع من كل 1000
معدل وفاة الرضع من كل 1000									1
التخلف العقلي								1	-0.89187
السرطان							1	0.663024	-0.52837
معدل الربو بين السكان						1	0.525104	0.826439	-0.70691
أمراض صدرية					1	-0.39501	0.17948	-0.77285	0.985288
PM10				1	-0.5404	-0.14261	-0.23177	-0.09092	-0.27838
O ₂ N			1	0.505407	-0.99275	0.554711	0.30161	0.747181	-0.95531
انبعاث GHG		1	0.996015	0.448985	-0.99502	0.592864	0.377141	0.793782	-0.97682
انبعاث CO ₂	1	0.842139	0.874727	0.74314	-0.8459	0.275577	-0.02835	0.449468	-0.73798
الوزن (بالمليون طن)	0.427206	0.431055	0.417502	0.126547	-0.25147	0.523067	0.408175	0.4004	-0.49081

الجدول 4.1 أعلاه يوضح نتائج اختبار مبدأ الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وبقية المتغيرات التي تمثل إما تلوث البيئة أو صحة الإنسان.

4.1. الارتباط بين الأجهزة الإلكترونية والكهربائية و تلوث البيئة

4.1. الارتباط بين الأجهزة الإلكترونية والكهربائية و ثاني أكسيد الكربون (CO_2):
الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و ثاني أكسيد الكربون هو ارتباطاً إيجابياً و بمعامل ارتباط 0.427206، فكلما زادت الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية زاد غاز ثاني أكسيد الكربون الملوث للبيئة.

4.1ب. الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و غاز أكسيد النيتروجين (N_2O):
الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و غاز أكسيد النيتروجين ارتباطاً إيجابياً و بمعامل ارتباط 0.417502، فكلما زادت الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية زاد غاز أكسيد النيتروجين الملوث للبيئة.

4.1ج. الارتباط بين الأجهزة الإلكترونية والكهربائية و غازات الاحتباس الحراري (GHG):
الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و غازات الاحتباس الحراري ارتباطاً إيجابياً و بمعامل ارتباط 0.431055، فكلما زادت الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية زاد غازات الاحتباس الحراري الملوث للبيئة.

4.1د. الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و تلوث الهواء بجسيمات PM_{10} :
الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و تلوث الهواء بجسيمات PM_{10} ارتباطاً إيجابياً و بمعامل ارتباط 0.126547، فكلما زادت الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية زاد غاز PM_{10} الملوث للبيئة ولكن بنسبة أقل من الملوثات السابقة فقد يعود ذلك لدور الأغبرة ومصانع الإسمنت كعامل رئيسي في زيادتها.

4.2. الارتباط بين الأجهزة الإلكترونية والكهربائية والصحة

4.2أ. الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ومرض السرطان:
الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ومرض السرطان هو ارتباطاً إيجابياً فكلما زادت الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية زاد مرض السرطان و بمعامل ارتباط عالٍ نسبياً (0.408175)، وهذا متوافق مع النظريات السابقة التي وجدت علاقة إيجابية بينهما.

4.2ب. الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ومرض الربو:
أما الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ومرض الربو هي أقوى علاقة بين كل المتغيرات الباقية بمعامل ارتباط يساوي 0.523067 أي علاقة إيجابية فكلما زادت الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية زاد معدل مرض الربو بين السكان بالمملكة العربية السعودية.

4.2ج. الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وأمراض الرئة:
الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وأمراض الرئة الأخرى أيضاً علاقة عكسية، فزيادة الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ليس له علاقة بزيادة أمراض الرئة (الأخرى) وهذا غير متوافق مع النظريات السابقة التي وجدت علاقة إيجابية بينهما.

4.2د. الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ومرض التخلف العقلي:
أما الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ومرض التخلف العقلي فالعلاقة إيجابية و بمعامل ارتباط مرتفع نسبياً (0.4004)، أي علاقة إيجابية فكلما زادت الأجهزة الكهربائية والإلكترونية زاد معدل مرض الربو بين السكان بالمملكة العربية السعودية.

4.2هـ. الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و معدل وفيات الأطفال الرضع:
الارتباط بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية و معدل وفيات الأطفال الرضع هو ارتباط عكسي كمثل أمراض الرئة و بمعامل ارتباط (-0.49081) ، فزيادة الأجهزة الكهربائية والإلكترونية لا تسبب زيادة في معدل وفيات الأطفال الرضع.

يتضح من النتائج السابقة أن تأثير الأجهزة الكهربائية والإلكترونية هو متوافقاً مع النظريات والنتائج السابقة في أدبيات البحث التي أثبتت العلاقة بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية هي علاقة إيجابية فكلما زاد حضور هذه الأجهزة زاد حضور التلوث إما بطريقة مباشرة أو من خلال رميها كنفائيات وتزداد الخطورة أكثر عندما يتم حرقها للتخلص منها بسبب عدم وجود معامل إعادة التدوير واستغلال المواد التي يمكن الاستفادة منها لتقليل الضرر على البيئة وكذلك كمنفعة اقتصادية.

5. الاستنتاجات والتوصيات

5.1. الاستنتاجات:

من نتائج منهجية البحث والتحليل يتضح أن الارتباط هو واضح بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وبين التلوث البيئي في جميع التغيرات المستخدمة في هذا البحث كانت النتائج تظهر أن هذه الأجهزة تؤدي إلى تلوث البيئة وبالتالي يجب اتخاذ إجراءات لمواجهة هذه المشكلة وإلا ستزيد كلما زادت هذه الأجهزة في المستقبل خاصة وأن عدد السكان سيتضاعف مما يعني تكديس هذه الأجهزة بشكل مخيف. أيضاً نتائج منهجية البحث أظهرت أن العلاقة بين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية والصحة متفاوتة فمثلاً العلاقة بين مرض السرطان والربو والتخلف العقلي وهذه الأجهزة كبيرة أما العلاقة بين هذه الأجهزة وأمراض الرئة (الأخرى) ووفيات الأطفال الرضع فكانت عكسية مما يعني لا وجود لارتباط بينهما وبين الأجهزة بل ربما بالعكس تماماً.

5.2. التوصيات:

5.2.1. الجودة

أولاً: يجب التقليل من استهلاك هذه الأجهزة عبر سن قوانين تلزم عدم إدخال أو تصنيع أجهزة رديئة يكون مصيرها مكب النفايات وبالتالي مزيداً من التلوث للبيئة أو الأمراض التي تكلف الدولة أموالاً طائلة لمعالجتها.

5.2.2. وقف حرق النفايات

لخطورة المواد التي تنبعث من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية يجب وقف حرقها في النفايات للتخلص منها، فهذه ليست طريقة سليمة للتخلص من كمياتها بالنفايات لأن ذلك سيؤدي مزيداً من الأضرار البيئية والصحية الخطيرة ويجب استخدام طرق أخرى للتخلص منها.

5.2.3. إعادة التدوير

إنشاء معامل صديقة للبيئة تقود بإعادة تدوير مواد الأجهزة الكهربائية أو الإلكترونية التي تم التخلص منها في مرمى النفايات ومن ثم إعادة تصنيعها أو تصديرها للمصانع بالخارج، وهذا يساعد على تقليل أضرارها بشكل عالي وكذلك يعود بمنافع اقتصادية كبيرة، ففي الدول المتطورة هذه الفكرة قائمة من سنوات طويلة جداً وكان لها فوائد كبيرة على البيئة والصحة العامة ولكن قد يتعرض العمال للأضرار بفعل التلوث ولكن لو تم اتخاذ إجراءات السلامة والصحة اللازمة لأمكن تجنبها.

وبالعموم لأضرار البسيطة في عملية إعادة التدوير في مقابل إنقاذ دولة وشعب من هذه السموم والتخلص منها حتى لا تتكسد أو يتم إحراقها فتتحول لمواد أكثر سمية على البيئة والصحة.

5.2.4. استبدال المركبات الضارة في مكوناتها

يجب الرفع للشركات المصنعة بضرورة استبدال المركبات الضارة مثل الرصاص و الزئبق وغيرهما بمواد صديقة للبيئة وتؤدي نفس الغرض لخطورة المواد التي ثبت ضررها على البيئة والصحة مثل التخلف العقلي.

6. الخاتمة

صحيح أن للأجهزة الكهربائية والإلكترونية منافع كبيرة على حياتنا وربما لا نستطيع الاستغناء عنها أبداً ولكن لها أضراراً بالغة على البيئة والصحة وهنا مكن المشكلة والخطورة، فالاستمرار بشراءها والتخلص منها يعني ضغوطاً كبيرة على سلامة البيئة والصحة وبالتالي مزيداً من التلوث والأمراض الخطيرة مما يرفع فاتورة مكافحتها وعلاجها على كاهل الأفراد والدولة، لذا يجب إتخاذ الإجراءات الفورية التي توصي بتقليل أضرارها مثل رفع جودتها بحيث يزيد من عمرها الافتراضي وبالتالي التخفيف من أعدادها بالبيئة، وكذلك منع حرق مخلفاتها بالبيئة لخطورة السموم التي تخرج منها، أيضاً إنشاء المعامل الخاصة لإعادة تدويرها وتصنيعها.

هذه الورقة البحثية لا تخلو من قصور و محدودية كمثل أي بحث آخر، فالإحصائيات المتوفرة للمملكة العربية السعودية تكاد تكون خالية إلا من قلة من المعلومات وبزمن محدود جداً، لذلك في حال توفر إحصائيات أكبر و بمدة أطول وبتردد أعلى فإعادة الدراسة أو حتى باستخدام منهجية مختلفة ربما يكون مجدياً والتوصل لنتائج مختلفة يكون أمراً وارداً.

7- المراجع

أخبار أوريجون للإعلام العام. (2013). حرق مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية يزيد مخاطر الإصابة بالسرطان في الصين. أوريجون للإعلام العام.
<http://www.opb.org/news/blog/ecotrope/burning-e-waste-raises-cancer-risk-in-china>

بيس، بتلر. (2012). لماذا إهمال مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وهي شيئاً خطراً على حياة الإنسان. <http://www.pacebutler.com/blog/improper-e-waste-disposal-hazards/>.

التريبي، ط، أولدهايم، ل، نعمة الله، ن. (1981). الناس القاطنون بالجبل: الحياة والعمل المتعلقة بالزبالين المقيمين بمنشأة ناصر. القاهرة. مشروع بحث البيئي الدولي بمصر.
جونكي، بيرنت. (2009). انبعاثات من حرق مخلفات. المنظمة الوطنية لإدارة غازات الاحتباس الحراري". http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/5_3_Waste_Incineration.pdf.

روبسون، دانيال. (2013). السكان القريبون من مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية يواجهون مخاطر السرطان. جامعة أوريجون.

الزهراني، علي و خالد الأحمد. (2013). ثاني أكسيد النيتروجين وحالات السرطان في المملكة العربية السعودية. مجلة البيئة الدولية. 10: 5844-5862.

علم، حسام وسايمون أونانين. (2009). نشاطات إدارة مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية في المنطقة العربية. مركز البيئة والتطوير بالمنطقة العربية (CEDARE).
http://ewasteguide.info/files/Allam_2009_R'09.pdf

فريق برنامج تكنولوجيا البيئة الدولي. (2010). "مخلفات تغيير المناخ: متابعة دولية وإستراتيجية مفهومة". جنيف. الأمم المتحدة.

فريق مجلس أونتااريو الكندية لإعادة التدوير. (2004). "قياس توفير الطاقة وتخفيض انبعاث غازات الاحتباس الحراري بسبب إعادة التدوير في كندا". أونتااريو. مجلس أونتااريو الكندية لإعادة التدوير.

فريق منظمة حماية البيئة الأمريكية. (2006). عمل دولي لتقليل انبعاث ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري بين عامي 1990-2020". منظمة حماية البيئة الأمريكية.

فريق منظمة حماية البيئة الأمريكية. (2014). تأثير احتراق المواد الصلبة على انبعاث غازات الاحتباس الحراري". واشنطن دي سي. منظمة حماية البيئة الأمريكية. <http://epa.gov/climatechange/wycd/waste/downloads/combustion-chapter10-28-10.pdf>

فونت، أنا و فولر، جاري. (2012). دور جسيمات العالقة PM10 من النشاط الصناعي في تلويث الهواء. جامعة لندن.

كوبر، مايك. (2003). "فاتورة لتقليل مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية مقترحة بلجنة البيئة". منظمة العمل http://ban.org/ban_news/2003/030228_bBill%20to%20Reduce%20E-Waste%20Considered%20in%20Ecology%20Committeeill_to_reduce.html

ماريانو، آرثشي. 2013. إعادة تدوير المخلفات في الولايات المتحدة الأمريكية. إدارة أعمال للمجتمع. <http://www.business2community.com/sustainability/from-toxic-waste-carriers-to-gold-mines-e-waste-recycling-in-the-united-states-0594111>

بيتس، كارين وغيرها. 2012. ملوثات الهواء بالمساكن وأثرها على الصحة في الإمارات العربية المتحدة. مجلة الصحة البيئية. 120: 687-694.