إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية (إطار نظري)

Recycling of electronic waste (theoretical framework)

تاريخ التسليم ٢٠٢٢/٤/٢٠
تاريخ الفحص ٢٠٢٢/٥/١٠
تاريخ القبول ٢٠٢٢/٥/١٥

إعداد

منى علي أحمد عبد الرحمن

مدير إدارة الدراسات العليا والبحوث
بكلية الخدمة الاجتماعية
جامعة أسيوط

إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية (إطار نظري)

اعداد وتنفيذ

منى علي أحمد عبد الرحمن

مدير إدارة الدراسات العليا والبحوث
بكلية الخدمة الاجتماعية
جامعة أسيوط

ملخص:
يشكل تزايد توليد هذه المخلفات الالكترونية مصدرًا للقلق خاصة في البلدان النامية ذات الاقتصاد الناشئ عندما يتعلق الأمر بالتخلص من هذه المخلفات، حيث تشتمل هذه المخلفات على معادن ثمينة وأخرى سامة ولها آثار شديدة على صحة الانسان والبيئة إذا لم يتم التخلص منها بعناية عن طريق إعادة تدويرها بتقنية عالية الجودة.
وعلى المستوى القومي صارت قضية المخلفات الإلكترونية تشغل عقول كثير من البيئيين والتنمويين والساسة، حيث تؤكد الإحصاءات أن إجمالي ما تنتجه مصر سنويًا من المخلفات الإلكترونية يقدر بحوالي٥٠ ألف طن، وتستخدم مصر الهواتف المحمولة بشكل واسع يتمثل في ارتفاع عدد مستخدمى الهاتف المحمول إلى ٩٦.٢ مليون فى يونيو من العام الماضي مقابل ٩٥.١ مليون خط خلال الفترة المناظرة من ٢٠١٥ بزيادة بلغت نسبتها ١.٢.%
وكشف الجهاز القومى لتنظيم الاتصالات، أيضًا عن ارتفاع كبير فى نمو الهواتف المحمولة؛ حيث بلغ عدد مستخدمى الهواتف المحمولة فى نهاية أغسطس ٢٠١٧ ما يزيد على ٩٩.٥ مليون مشترك بواقع١١% من إجمالى عدد السكان بمعدل زيادة سنوية ٣.٣٨ مليون مستخدم بما يعادل١.٧% وهذه الأرقام الكبيرة فى عالم الهواتف الذكية تشكل كمًا هائلًا من المخلفات الإلكترونية.

الكلمات المفتاحية: إعادة التدوير- المخلفات الإلكترونية.

Recycling of electronic waste (theoretical framework)

Abstract

The increasing generation of such electronic wastes is of particular concern in growing countries with emerging economies when it comes to the disposal of such wastes, where such wastes contains precious and toxic metals and has severe effects on human health and the environment if it is not carefully disposed of through high-quality recycling.

At the national level, the issue of electronic wastes has become a matter of concern for many environmental, developmental and political people. Statistics confirm that Egypt's total annual production of electronic wastes is estimated at ٥٠,٠٠٠ tons.

The National Telecommunications Regulator also revealed a significant increase in the growth of mobile phones; At the end of August ٢٠١٧, the number of mobile phone users reached more than ٩٩.٥ million with ١١٪ of the total population, an annual increase of ٣.٣٨ million, equivalent to ١.٧٪.

Growth in the electronics industry has reduced the virtual life of these electronics and thus become electronic wastes. End-of-life wastes management components include re-employment, regeneration, repair and recovery of valuable components, that is, so-called recycling, which is highly desirable because this option increases the virtual life of the electronic product and achieves higher efficiency of resources, where recycling of electronics allows recovery of metals.

Keywords: Recycling, Electronic Wastes,(theoretical framework)

أولاً: مشكلة الدراسة :

لم يكن أحداً في العالم يفكر في مشكلة المخلفات الإلكترونية قبل ذلك، فالأجهزة الإلكترونية كانت مُعمرة لأكثر من٤٠ عامًا، مما أدى بالتوازي إلى زيادة في المخلفات الإلكترونية حيث ينتج تقريبا٢٠-٢٥ مليون طن سنويا.

(Ali Elsayed, Shokry ,٢٠١٨)

وتشير الإحصاءات العالمية أنه في عام ٢٠١٦م تم توليد ٤٤.٧ مليون طن من المخلفات الإلكترونية أي ما يعادل حوالي ٤,٥٠٠ برج بحجم برج إيفل، ومن المتوقع أن ينمو هذا الرقم بشكل كبير خلال العقود القادمة بنحو ٥٢.٢ مليون طن من هذه النفايات بحلول عام ٢٠٢١م، ويرمي الأميركيون نحو ٩.٤ مليون طن من المخلفات الإلكترونية وهي نسبة تفوق أي بلد آخر في العالم، وما بين عامي٢٠١٤و٢٠١٧م ارتفعت نسبة سكان العالم المشمولين بقوانين النفايات الإلكترونية من ٤٤٪ إلى ٦٦٪.

(**Baldé** , C.P, Fortis, V., R Gray, ٢٠١٧,p٤)

أما على المستوى القومي صارت قضية المخلفات الإلكترونية تشغل عقول كثير من البيئيين والتنمويين والساسة، حيث تؤكد الإحصاءات أن إجمالي ما تنتجه مصر سنويًا من المخلفات الالكترونية يقدر بحوالي٥٠ ألف طن، وتستخدم مصر الهواتف المحمولة بشكل واسع يتمثل في ارتفاع عدد مستخدمى الهاتف المحمول إلى ٩٦.٢ مليون فى يونيو من العام الماضي مقابل ٩٥.١ مليون خط خلال الفترة المناظرة من ٢٠١٥ بزيادة بلغت نسبتها ١.٢.%

(الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء،٢٠١٦)

ولقد أدى النمو في صناعة الإلكترونيات لإنخفاض العمر الافتراضي لهذه الإلكترونيات وبالتالي تصبح مخلفات إلكترونية، وتشمل مكونات إدارة المخلفات في نهاية العمر إعادة توظيفها وتجديدها وإصلاحها واسترداد المكونات القيمة منها، أي ما يسمى بإعادة تدوير هذه المخلفات وهو أمر مرغوب فيه إلى حد كبير لأن هذا الخيار يزيد من العمر الافتراضي للمنتج الإلكتروني ويحقق كفاءة أعلى للموارد، حيث تسمح عملية إعادة تدوير الإلكترونيات باستعادة المعادن النفيسة والخاصة ويقلل من التأثير البيئي المرتبط بالتصنيع الإلكتروني من المواد الخام ويضمن معالجة المواد الخطرة والسامة بشكل صحيح.

(Namias, Jennifer ٢٠١٣)

ثانيا: مفاهيم الدراسة

١. مفهوم المخلفات الإلكترونية

المخلفات هي أية أشياء لم يعد لها قيمة أو استخدام.

محمد ، كاميليا يوسف ، مراجعة إبراهيم يس (٢٠٠٤)

ويطلق لفظ المخلفات عادة على القمامة وعلى سائر المخلفات المتبقية من الصناعة والتجارة والزراعة أو أي أنشطة أخرى، ومن هذه المخلفات ما هو قابل للاحتراق، ومنها ما هو غير قابل للاحتراق (كالمعادن).

(سالم ، أبو بكر صديق ، عبد المنعم ، نبيل محمود٢٠٠٤)

أما المخلفات الإلكترونية والتي يطلق عليها باللغة الإنجليزية (E-WASTE) هي نتاج استهلاك المعدات والأجهزة الالكترونية التي أصبحت اليوم تشكل قضية بيئية عالمية، ومن الإلكترونيات الأكثر استخداماً في حياتنا اليومية : التليفزيون، الكمبيوتر المحمول وتوابعه (طابعة، كاميرا رقمية، ماسح ضوئي) الهواتف النقالة، الأجهزة اللوحية ، البطاريات ، الفاكس والأجهزة المنزلية (الثلاجة، الميكروويف) وغيرها.

(https://ar.wikipedia.org)

وتعرف أيضا بأنها هي نواتج استهلاك المعدات والأجهزة التي تعمل إلكترونياً والتي يُسبب التخلص العشوائي منها تلوثاً للبيئة ويطلق عليها بعض العلماء«تلوث الخط الخفي» حيث أنه من الممكن كشف الكثير من أنواع التلوث الناتج عن مخلفات المصانع، كالمواد الصلبة والسائلة والغازية المنبعثة منها برؤيتها مباشرة كرؤية العين أو شم رائحتها أو سماع ضجيجها، إلّا أن النفايات الإلكترونية يصعب الكشف عن انبعاثاتها، وتحديد مخاطرها بصورة مباشرة، فهي تحتاج إلى أجهزة رصد دقيقة وشديدة الحساسية، للوقوف على أنواع الملوثات الصادرة عنها، وتضم النفايات الإلكترونية مجموعة واسعة من المنتجات ومكوناتها المستهلكة أو التالفة منها.

(ابن التهامي ، عمار بو ضياف وآخرون٢٠١٦)

٢. مفهوم إعادة التدوير

يقصد بمفهوم إعادة التدوير بأنه هو"عملية الحصول على منتج صالح للاستخدام من مخلفة ما، ويستخدم هذا المنتج أو قد يباع فيما بعد، بينما يعالج أو يطرح الجزء غير الصالح للاستخدام من المخلفات الأصلية، ويعني بالتدوير بصفة عامة، هو أحد أشكال الاسترداد أي إعادة استخدام المواد التي تم طرحها بعيداً ويتضمن إدخال المخلفة أو النفاية في عمليات لإنتاج منتج أخر".

(واجنر ، ترافس ، ترجمة محمد صابر١٩٩٧)

ويعبر عنه كمصطلح بتحويل المواد المستردة من النفايات إلى منتجات جديدة بتغيير طبقتها قبل استخدامها.

(عبد العال ، أشجان عباس٢٠١٣)

وهو" الاستخدام الفعال أو إعادة استخدام النفايات كمادة أولية أو في مكونات المادة الأولية كمدخل للعملية الصناعية، أو استصلاح النفايات للحصول على منتجات جزئية مفيدة من مادة النفايات أو إزالة سمية النفايات لتصبح صالحة لإعادة الاستعمال.

(العنانزه ، خالد محمد ٢٠١٣)

وهي عملية تهدف إلى استرداد المواد وإعادة استخدامها بدلاً من التخلص منها.

(كرار ، عصام عباس بابكر ٢٠١٥)

ويمكن تعريفه أيضا بأنه "استرجاع وتحويل المواد المستهلكة إلى سلع جديدة" ويعتبر من أهم الطرق بالنسبة للغرب لما له من دور في حماية البيئة من التلوث، والهدف منه هو تقليل المواد التي تدخل في عمليات الإنتاج وتقليل المخلفات الناتجة منها وبذلك نتلافى التكاليف البيئية لاستخراج وتصنيع المواد الخام والتخلص من المخلفات.

(الجمل ، إبرهيم محمود إبراهيم ١٩٩٩)

وهو معالجة المواد المستخدمة (المخلفات) إلى منتجات مفيدة للإنسان كما أن هذه العملية تساعد على الحد من استهلاك المواد الخام، وخفض استهلاك الطاقة، والحد من التلوث الماء والهواء وخفض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، وهو مفهوم شامل يحتوي على كلا من عملية إعادة استخدام المواد وإعادة تدوير المخلفات.

(عبد القادر ، أيمن سعد عبد البديع ٢٠١٦)

ثالثاً :- المخلفات الإلكترونية كمشكلة بيئية وقضية عالمية

في السنوات الأخيرة ، كشفت وسائل الإعلام والجماعات البيئية تهريب وإلقاء المخلفات الإلكترونية بإنتظام من البلدان المتقدمة النمو إلى البلدان الأقل نمواً. وهذه الممارسات أصبحت ظاهرة عالمية، والسبب يكمن في التكاليف العالية للعمالة والأنظمة البيئية الصارمة فيما يتعلق بالتخلص من المخلفات الإلكترونية .

فعلى سبيل المثال تم الاستشهاد بوكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة بأن عملية تصدير المخلفات الإلكترونية إلى آسيا كانت أرخص ١٠ أضعاف مما كانت عليه في الولايات المتحدة. وبالإضافة إلى ذلك، وبعد تحقيق سري دام ثلاث سنوات أجرته حركة السلام الأخضر ثبت أن تلك المخلفات الإلكترونية لم تتم إعادة تدويرها بطريقة سليمة ومسؤولة داخل الولايات المتحدة وأوروبا، وبدلاً من أن يتم التخلص منها تم شحنها كسلع غير مباشرة إلى البلدان النامية حيث يتم بيعها أو سحبها أو إغراقها بصورة غير قانونية.

Starovoytova , Diana ٢٠١٨)(

ولكن لماذا تعتبر المخلفات الإلكترونية مشكلة ؟ الاجابة عن هذا السؤال يمكن طرحها في القضايا الرئيسية التالية:-

Allianz Global Corporate &) Specialty٢٠٢٠)

١. التقادم السريع: حيث يتم توليد المخلفات الإلكترونية بنسب عالية بسبب سرعة التطور والتقدم التكنولوجي.
٢. التصميم السمي: يتم تصنيف النفايات الإلكترونية على أنها نوع من النفايات الخطرة ، والتي قد تشكل تأثيرات صحية ضارة وآثار بيئية، ويوجد نحو ٤٠% من المعادن الثقيلة في مدافن النفايات التي تأتي من النفايات الإلكترونية.
٣. التعقيد في صناعة إعادة التدوير : تعتبر المخلفات الإلكترونية نفايات بالغة التعقيد يتعين معالجتها لأنها تحتوي على العديد من المواد المختلفة التي يتم مزجها وتبريدها وشدها معا، والمواد السامة التي تُلحق بمواد غير سامة تجعل التفكيك صعبا ، وتتطلب عمالة مكثفة وتكنولوجيا عالية التطور لفصل المواد.
٤. قضايا العمل: قد تتعرض العمالة اللازمة لمعالجة المخلفات الإلكترونية أو جمعها لمخاطر مهنية.
٥. الافتقار إلى التنظيم: حيث أن العديد من الدول لا تزال تفتقر إلى اللوائح الكافية بشأن مجال المخلفات الإلكترونية ، والافتقار إلى

التنفيذ الفعال بشأن اللوائح الجديدة المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية.

رابعاً: - أسباب انتشار المخلفات الإلكترونية.

ولقد انتشرت المخلفات الإلكترونية سريعاً للأسباب الاتية:-

١. تعتبر المخلفات الإلكترونية في الوقت الراهن من أكثر القضايا البيئية التي تنمو بسرعة في العالم بسبب التقدم التكنولوجي السريع.
(منظمة بيئتنا، مركز الإلتزام المدني وخدمة المجتمع بالجامعة الأميركية ونادي البيئة٢٠١٠)

٢. زيادة معدل استهلاك الأجهزة الإلكترونية عبر العالم، حيث أصبحت صناعة الإلكترونيات من أكثر الصناعات نمواً في العالم.
(العيصيمي ، حميد بن هلال بن مذكر ٢٠١٣)

٣. التناقص المتواصل في الدورة الإنتاجية لهذه الأجهزة والذي يعني أن أي جهاز مهما كان متطورا سوف يتحول إلى جهاز قديم خلال بعضة أشهر قليلة من طرحه في الأسواق، وأدى ذلك في المقابل إلى تزايد حجم النفايات التي تطرح في المكبات كل يوم حيث أظهرت إحصائية أنجزتها الوكالة الأوربية للبيئة أن حجم المخلفات الإلكترونية يزداد بمعدل ثلاث مرات عن بقية أنواع المخلفات الأخرى .

٤. التناقص السريع في تكاليف استبدال أجهزة الكمبيوتر والهواتف الذكية القديمة بأخرى جديدة.

٥. ارتفاع معدل التقنية المستمر والنزعة العامة لامتلاك كل ما هو مطور وجديد، وأصبح من النادر جداً إعادة صيانة الأدوات المعطلة وذلك بسبب سهولة الحصول على البديل الأفضل والجديد.

خامساً:- تصنيف المخلفات الإلكترونية.

تشير المخلفات الإلكترونية إلى جميع عناصر المعدات الكهربائية والإلكترونية وأجزائها التي تم التخلص منها من قِبل مالكها كمخلفات دون قصد إعادة استخدامها مرة أخرى وتشمل مجموعة واسعة من المنتجات وتغطي ست فئات وهي:-

(Baldé . C.P, Fortis V, Gray .V, Kuehr .R , Stegmann .P)

١. معدات التبادل الحراري، والتي يشار إليها أكثر باسم معدات التبريد والتجميد وتشمل الثلاجات والمجمدات ومكيفات الهواء والمضخات الحرارية.

٢. الشاشات، وتشمل أجهزة التلفزيون والشاشات وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والأجهزة اللوحية.

٣. المصابيح. مثل مصابيح الفلورسنت ومصابيح التفريغ عالية الكثافة ومصابيح الليد.

٤. المعدات الكبيرة وتشمل الغسالات، مجففات الملابس، غسالات الأطباق، الأفران الكهربائية، آلات الطباعة الكبيرة، معدات النسخ واللوحات الكهروضوئية.

٥. المعدات الصغيرة وتشمل المكانس الكهربائية، أفران الميكروويف، معدات التهوية، المحامص، الغلايات الكهربائية، آلات الحلاقة الكهربائية والمقاييس والآلات الحاسبة وأجهزة الراديو وكاميرات الفيديو والألعاب الكهربائية والإلكترونية والأدوات الكهربائية والإلكترونية

الصغيرة والأجهزة الطبية الصغيرة وأدوات المراقبة والتحكم الصغيرة.

٦. معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة وتشمل الهواتف المحمولة ، أنظمة تحديد المواقع العالمية (GPS)، الآلات الحاسبة وأجهزة التوجيه وأجهزة الكمبيوتر الشخصية والطابعات والهواتف.

وكل منتج من هذه الفئات الستة للمخلفات الإلكترونية لديه ملف تعريف مدى الحياة، وهو ما يعني أن لكل فئة كميات مختلفة من المخلفات، والقيمة الاقتصادية، وكذلك الآثار البيئية والصحية المحتملة إذا تم إعادة تدويرها بشكل غير لائق، بناء على ذلك تختلف عمليات الجمع والعمليات اللوجستية وتكنولوجيا إعادة التدوير لكل فئة وبنفس الطريقة التي تختلف بها مواقف المستهلكين عند التخلص من هذه المعدات الكهربائية والإلكترونية أيضًا.

ولقد صنف الاتحاد الأوربي المخلفات الالكترونية أيضا إلى عشر فئات وهي :-

(Siddique . Sunbal, ٢٠١٩)

١. الأجهزة المنزلية الضخمة.
٢. الأجهزة المنزلية الصغيرة.
٣. أجهزة الموبايل والحاسوب والآيباد.
٤. معدات تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات.
٥. المعدات الطبية.
٦. معدات المراقبة والتحكم مثل الكاميرات الديجيتال والفيديو.
٧. أجهزة تبريد وتسخين المشروبات.
٨. الأجهزة الرياضية والألعاب الإلكترونية.
٩. معدات إنارة.
١٠. مصابيح إنارة غازية.

سادساً :- الأضرار الناشئة عن المخلفات الإلكترونية.

تمثل المخلفات الإلكترونية في الوقت الحاضر مشكلة أصبحت تؤرق العالم بسبب المخاطر البيئية والصحية التي تحدثها نتيجة لتراكمها وتقادمها وصعوبة التخلص منها أو إعادة تدوير بعض موادها وهو ما يمثل تحدياً أمام الدول المتقدمة وان كانت الدول النامية أشد ضرراً، فغالباً في هذه البلدان لا يتم إعادة تدوير لهذه المخلفات كما أنه لا يوجد احتياطات تحافظ على صحة البيئة وصحة العاملين بهذا المجال مما يجعلها تشكل تهديدات خطيرة للماء والطعام والهواء والتربة وتؤثر على صحة الأطفال والعاملين في هذه الأماكن.

وقد باتت تلك الأجهزة تحيط بالبشر من كل جانب وفي كل مكان وكل منزل سواء أكان عادياً أو معاصراً، لتصبح مخاطرها أكبر مع الزيادة المصحوبة بالنمو السريع للتكنولوجيا والتي أدت إلى قصر عمر المنتج وبالتالي الحاجة للاستغناء عنه وامتلاك آخر جديد متوافقاً مع التطورات الحديثة.

(البهلال ، محمد(٢٠١٣)

هذا وتتضمن المخلفات الإلكترونية مواد سامة مثل الأنتيمون، الزرنيخ، الأسبستوس، البريليوم، السيلينيوم، القصدير، الإيتريوم، والباريوم والذي يصيب الإنسان نتيجة التعرض لمثل هذه المواد السامة على المدى القصير لكميات صغيرة منهم بالقيء، وتشنجات البطن، والإسهال، وصعوبة في التنفس، وزيادة في ضغط الدم، وتخدير في

الوجه وضعف العضلات وكذلك انخفاض في وزن الجسم، وهناك أيضًا بعض المواد الكيميائية المنفصلة الموجودة في المخلفات الإلكترونية التي قد تكون مصدر قلق مثل البلورات السائلة من شاشات الكريستال السائل.

(Swedish Environmental Protection Agency Report ٦٤١٧ ٢٠١١)

وأظهرت الدراسات العلمية أن التعرض لمواد المخلفات الإلكترونية مثل الرصاص والكادميوم والزئبق وثنائي الفينيل والكروم متعدد البروم والموجودة في أجهزة الهواتف المحمولة يؤدي إلى تلف الدماغ والجهاز العصبي المركزي وسرطنة في الجهاز المناعي والكلى والكبد وغيرها من المشاكل المشتركة لصحة الإنسان كما تسبب فقر الدم والسكري والقلب والأوعية الدموية والمضاعفات والعيوب الخلقية وسرطان الجلد والرئة.

(Liza .Larry, Mwaura .Francis ٢٠١٦)

وللمخلفات الالكترونية أثاراً سلبية على البيئة، وتشير الإحصائيات إلى أن أكثر من ٧٠ % من المعادن الثقيلة بما فيها الزئبق والكادميوم والقصدير التي تتواجد في مطامر المخلفات تؤدي إلى تلويث المياه الجوفية، وأن حرق هذه المخلفات السامة ينتج غازات ثاني أوكسيد الكربون، أكاسيد الحديد والنحاس الثنائية، أكاسيد العناصر الثقيلة وغيرها، ما يؤدي إلى تلوث الهواء، وعند تعرض هذه الغازات إلى الرطوبة والأمطار تتكون الأمطار الحامضية مما يؤدي إلى تلوث المياه والتربة.

(مروة ، أسامة ٢٠١٢)

كما أن هناك كميات هائلة من المخلفات الإلكترونية يتم حرقها أو إلقاؤها في حقول الأرز وقنوات الري وعلى طول الممرات المائية مما يتسبب بإلحاق ضرر خطير على صحة الإنسان ويترك لشعوب العالم الأكثر فقراً مع خيار لا يمكن الدفاع عنه بين الفقر والسم من خلال تلويث المياه والتربة والهواء.

(The Basel Action Network (BAN) Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC) ٢٠٠٢)

وتحتوي المخلفات الإلكترونية على كثير من المواد الخطرة الشديدة السمية كالرصاص والزئبق والباريوم والكادميوم التي تمثل خطراً بيئياً يتعرض له الإنسان والبيئة بصفة عامة.

(أبورية ، ممدوح محمد أحمد ٢٠١٣)

كما أن بطاريات الليثيوم لها أخطار كبيرة خصوصاً على الجهاز العصبي، وفى حالة دفن النفايات الإلكترونية؛ فإنها من السهل جداً أن تؤدى إلى خلط الليثيوم بالمياه الجوفية، وهو الخطر الذى يداهم العالم كله وهو من أكبر أسباب التلوث فى العالم.

(الطواب ، خالد ٢٠١٧)

ولقد أدت المخلفات الإلكترونية إلى إصابة أكثر من٢٠٠ ألف شخص بأمراض سرطانية في الخليج نتيجة للمعادن والمواد التي تحتويها والتي تتفاعل مع الوقت وتتحلل مع الهواء الموجود فيستنشقه الإنسان ويصاب، كما أكدت الدراسات أن الإنسان يصاب بأورام سرطانية مميتة لا يتم إكتشافها بصورة سريعة وذلك عبر تحلل المواد

التي تحتويها المخلفات الإلكترونية أن هذا الأمر بات سبباً للوفيات في العالم.

سابعًا :- عملية إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية

مع تزايد تدفق المخلفات الإلكترونية بسرعة، أصبحت أسرع تدفق مخلفات في العالم وتصنف المخلفات الإلكترونية عموما على أنها نفايات خاصة أو خطرة بسبب تركيبها الخطير. ويجب أن تسترشد إدارة المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها بقواعد وأنظمة متخصصة تصدر على المستوى المحلي والمستويين الوطني والدولي.

ولقد تكونت سلسلة قيمة عامة لإدارة المخلفات الإلكترونية حيث شملت البلدان النامية كلا من أصحاب المصلحة غير الرسميين والرسميين. ويشارك أصحاب المصلحة غير الرسميين عموما من مرحلة توليد النفايات الإلكترونية حتى إنتاج وتصنيع منتجات جديدة.بحيث تكون مسئوليتهم في مراحل الجمع والتفكيك والتجهيز المسبق والتجهيز بدرجة عالية، وبدرجة أقل في إنتاج المواد الخام الثانوية.

وفي معظم البلدان النامية التي لا توجد لديها نظم رسمية لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية، تعمل جهات إعادة التدوير غير الرسمية (أو جامعي المخلفات) بوصفها الموردين الرئيسيين للمخلفات الإلكترونية في صناعة إعادة التدوير. أما في البلدان الصناعية يعمل معظم أصحاب المصلحة – إن لم يكن جميعهم– في الاقتصاد الرسمي. ولهذا السبب من المهم فهم دور الاقتصاد غير الرسمي وتفاعلاته مع أصحاب المصلحة الآخرين في البلدان النامية قبل تصميم السياسات واستيراد نماذج إدارة المخلفات الإلكترونية من البلدان الصناعية.

(The informal economy of e-waste. The potential of cooperative enterprises in the management of e-waste ٢٠١٤)

ثامنًا :- أهمية عملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية

(هاشم ، زاهر ٢٠٢٠)

تمكننا إعادة تدوير النفايات الإلكترونية من استرداد مختلف المعادن الثمينة وغيرها من المواد، وتوفير الموارد الطبيعية (الطاقة)، والحد من التلوث، والحفاظ على المساحات المخصصة لمكبات النفايات، وخلق فرص العمل.

وتعتبر النفايات الإلكترونية مصدرًا غنيًا للمواد الخام على المستوى العالمي، على الرغم أنه يتم حاليًا استرداد ما بين ١٠ إلى ١٥ في المائة فقط من الذهب في النفايات الإلكترونية بنجاح بينما يتم فقد الباقي، ومن المفارقات أن النفايات الإلكترونية تعتبر أكثر ثراءً بالمعادن الثمينة بنسبة تقدر بـ ٤٠ إلى ٥٠ مرة من الخامات المستخرجة من الأرض.

ووفقًا لوكالة حماية البيئة الأمريكية، فإن إعادة تدوير مليون كمبيوتر محمول يمكن أن يوفر طاقة كهربائية لأكثر من ٣٦٠٠ منزل لمدة عام. ويمكن أيضًا لإعادة تدوير مليون هاتف محمول استرداد ٣٤ كيلوجرامًا من الذهب و٣٥٠٠ كيلوجرامًا من الفضة و١٦ طنًا من النحاس.

كما أن عملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية هي جزء هام من عملية إدارة النفايات الصلبة،

بسبب انفجار النمو في صناعة الإلكترونيات، بالإضافة إلى دورة حياة المنتج القصيرة التي أدت إلى تصاعد سريع في توليد النفايات الصلبة.

كذلك تحتوي النفايات الإلكترونية على مواد سامة مثل الرصاص والزئبق والكادميوم والكروم، وبعض المعادن الثقيلة، لذلك فإن المعالجة المناسبة ضرورية لضمان عدم إطلاق هذه المواد في الطبيعة.

أيضًا يؤدي نقل النفايات الإلكترونية خارج حدود الدول الغنية، إلى البلدان ذات العمالة الرخيصة والأساليب البدائية في إعادة التدوير، إلى مخاطر صحية عابرة للحدود قد تصعب السيطرة عليها.

من ناحية أخرى، تساعد عملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية على تقليل نفايات الإنتاج، حيث يتطلب تصنيع جهاز كمبيوتر واحد، نحو ١.٥ طنًا من الماء، و٢٤٠ كيلوجرامًا من الوقود الأحفوري، و١٨ كيلوجرامًا من المواد الكيميائية.

تاسعًا:- أركان عملية إدارة المخلفات أو القاعدة الذهبية (٤R)

تنقسم عملية إدارة المخلفات إلى أربعة عمليات وهي:-

(علي ، رحاب أحمد أحمد ٢٠١٢)

١. التقليل (Reduction)

وهو تقليل المواد الخام المستخدمة وبالتالي تقليل المخلفات ويتم ذلك إما:-

- باستخدام مواد خام أقل.
- باستخدام مواد خام تنتج مخلفات أقل.
- الحد من المواد المستخدمة في التعبئة والتغليف.

٢. إعادة استخدام المخلفات (Reuse)

وهذا يستدعي وجود وعي بيئي لدى عامة الناس في كيفية التخلص من مخلفاتهم وهذا ما قامت بتنفيذه العديد من الدول المتقدمة مثل اليابان.

٣. إعادة التدوير(Recycling)

(محمود ، محاسن السيد نصر ٢٠١٥)

والمقصود بإعادة التدوير هو إعادة استخدام المخلفات لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي.

٤. الاسترجاع الحراري (Recovrey)

وتستخدم تكنولوجيا الاسترجاع الحراري للتخلص الآمن من المخلفات الإلكترونية وذلك من خلال حرقها تحت ظروف معينة مثل درجة الحرارة ومدة الاحتراق وذلك للتحكم في الانبعاثات ومدى مطابقتها لقوانين البيئة.

عاشراً:- مراحل عملية إعادة التدوير المخلفات الإلكترونية

تختلف مراحل عملية إعادة تدوير الأجهزة الإلكترونية، اعتمادًا على المواد التي يتم إعادة تدويرها والتقنيات المستخدمة، وقد تكون إعادة تدوير الإلكترونيات أمرًا صعبًا لأن الأجهزة الإلكترونية المهملة هي أجهزة متطورة، ومصنوعة من عدة مواد يصعب فصلها، وبنسب متفاوتة من الزجاج والمعادن والبلاستيك، وتتم عملية إعادة تدوير الإلكترونيات بشكل عام من خلال عدة مراحل تبدأ بالتجميع والنقل، حيث يضع القائمون على إعادة التدوير صناديق تجميع أو كبائن لاسترجاع الأجهزة الإلكترونية في مواقع محددة ويتم نقل النفايات الإلكترونية المجمعة من هذه المواقع إلى منشآت ومرافق إعادة التدوير.

بعد ذلك تتم معالجة المواد الموجودة وفصلها إلى منتجات نظيفة يمكن استخدامها لصنع منتجات جديدة، ومواد أخرى مهملة، ويعتبر الفصل الفعّال للمواد هو أساس إعادة تدوير الإلكترونيات، حيث يتم فصل البلاستيك والمعادن المختلفة والزجاج، ثم تتم إعادة بيع المواد المفصولة كمواد خام قابلة للاستخدام لإنتاج أجهزة إلكترونية جديدة أو غيرها من المنتجات.

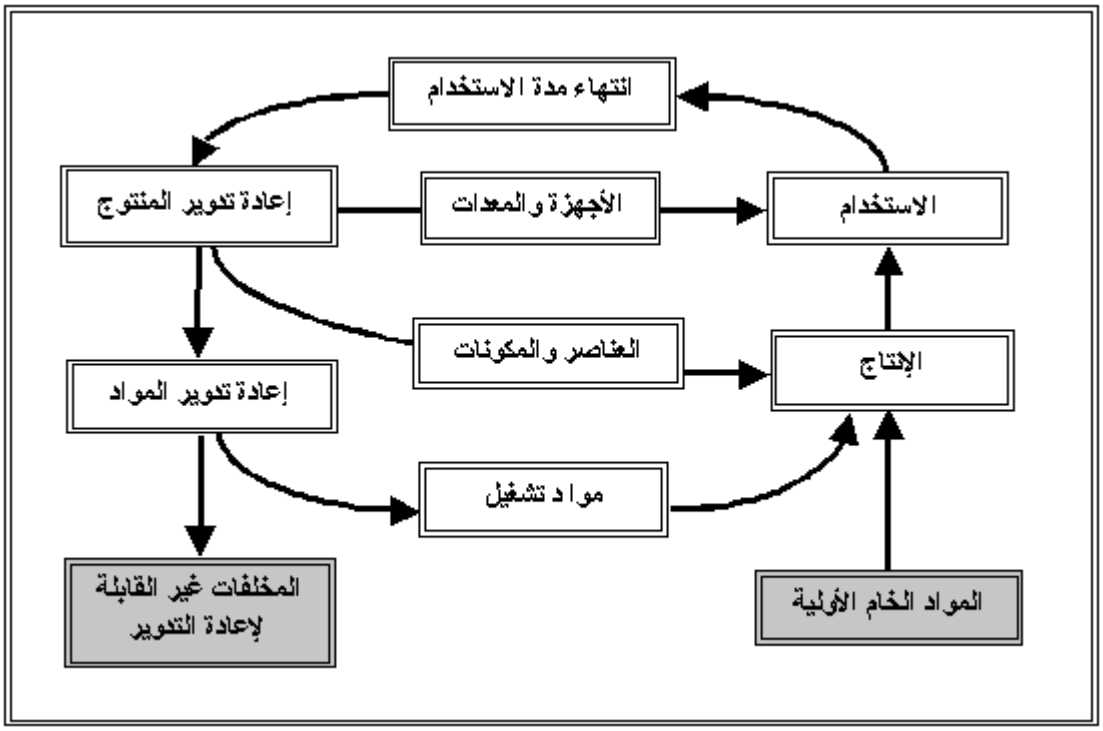
(هاشم ، زاهر ٢٠٢٠)

وبالنسبة للصناعة فإن أحد التحديات حالياً هو التعامل مع معضلة استنزاف الموارد غير المتجددة وازدياد كمية المخلفات والتلوث البيئي والبحث عن بدائل وحلول.

والفكرة الجوهرية لإعادة التدوير هي استحداث أو استكمال الدوائر المغلقة للإستفادة من المنتجات والمخلفات وذلك بإعادة استخدامها أو تصنيعها شكل (١).

(الديب ، أيه سالم حافظ ٢٠١٢)

شكل رقم (١) مراحل عملية إعادة التدوير



١. إعادة تدوير المنتج (product recycling): تعتبر حلاً ضرورياً وبديلاً للإنتاج الجديد ويمكن تطبيقها على الإنتاج الكامل أو المكونات والأجزاء كالآتي:

- إعادة تدوير المنتج مع المحافظة على شكله وبنيانه والقيمة العالية له بعد صيانته أو تطويره وإعادة استخدامه لنفس الوظائف والمهام أو غيرها
- إعادة تدوير المنتج بعد تفكيكه وإدخال مكوناته وأجزائه لعملية الإنتاج والتجميع ويعتبر هذا النوع أقل قيمة من النوع السابق

٢. تدوير المواد (material recycling): الاستفادة من المواد الداخلة في صناعة أي منتوج (إعادة التصنيع) في صناعات مماثلة أو مختلفة بعد فصل المواد الداخلة في صناعته عن بعضها البعض مع مراعاة شروط حماية البيئة كالآتي:

- إعادة تدوير المواد من خلال إعادة تصنيعها واستخدامها كمواد تشغيل
- إعادة تدوير المواد من خلال معالجتها كيميائيا أو حراريا لتصنيع مواد خام جديدة.

ويمكن تلخيص مراحل عملية إعادة التدوير في الخطوات الاتية:-

(عبد المسيح ، عبد المسيح سمعان ٢٠١٢)

١. مرحلة التفكيك.
٢. مرحلة الفصل اليدوي.
٣. مرحلة فصل المكونات الخطرة.
٤. مرحلة المعالجة الكيميائية/ الفيزيائية/ الميكانيكية.
٥. مرحلة استرجاع المواد مثل :-

- البلاستيك
- الزجاج
- المعادن
- العناصر ثمينة
- المعادن ثقيلة
- أخرى.

حادي عشر:- **متطلبات إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية**

لضمان نجاح أي منتج في تحقيق المتطلبات البيئية والتقنية والاقتصادية لإعادة التدوير وحماية البيئة والمتطلبات الفنية والاقتصادية الأخرى يجب مراعاة كل هذه المتطلبات وهي:-

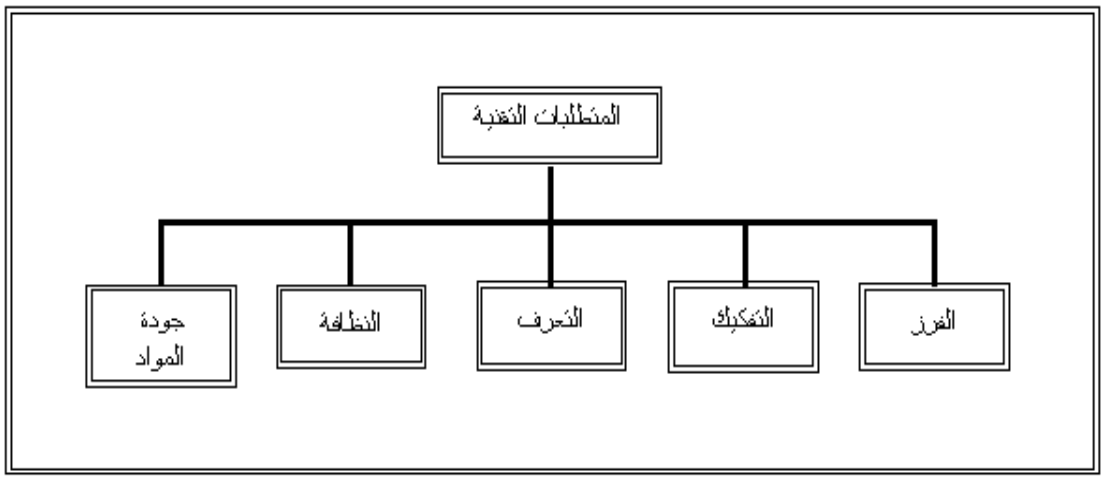
١. المتطلبات البيئية

تعتبر عملية إعادة التدوير لغرض الحصول على المواد الثانوية (مواد التشغيل) ملائمة بيئيا عندما يكون استهلاك الطاقة والمواد والإنبعاثات وتلوث الماء والهواء والتربة أقل منها أثناء إنتاج مواد جديده بنفس المواصفات .

٢. المتطلبات التقنية

لمعالجة المخلفات وإعادة تدويرها يجب البحث عن التقنيات المناسبة والتي يمكن من خلالها إنتاج مواد تشغيل تتساوى مع المواد الجديدة من ناحية المواصفات، أو استخدام المخلفات لإنتاج منتجات أخرى أقل درجة نوعية (downcycling) في حالة تواجد إمكانية التسويق والقبول لدى المستهلك، وتعتمد إعادة التدوير وجودة المواد المنتجة بشكل كبير على عدة عوامل ومتطلبات تقنية شكل (٢)

شكل رقم (٢) المتطلبات التقنية لعملية إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية



٣. المتطلبات الاقتصادية

تعتبر مسألة التكلفة الاقتصادية لعملية إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية عنصراً هاما يجب أخذه في الاعتبار لأن العديد من التقنيات والإمكانيات المتاحة يتم تجنبها نظراً لارتفاع تكلفتها، وهي تعتمد بشكل رئيسي على شكل وتركيبة المنتج والمواد الداخلة في صناعته. فكلما ازدادت درجة التفكيك والفرز للمكونات والمواد وبالتالي تكاليفها انخفض الربح الذي يمكن تحقيقه.

ثاني عشر : - إيجابيات عملية إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية

١. إعادة التدوير توفر الكثير من الطاقة والموارد الطبيعية

(آموس ، جانين ، ترجمة أمل الشاذلي ٢٠٠٢)

٢. إعادة التدوير تحمي البيئة حيث تساهم في المحافظة على البيئة والتقليل من التلوث من خلال دورها في الآتي:-

(الفزاني ، أسامة نور الدين ١٩٩٦)

- المحافظة على موارد المواد والطاقة .
- تقليل الاستهلاك من خلال إطالة عمر المنتج .
- تقليل الاستهلاك من خلال من خلال عملية إعادة التصنيع.
- تقليل الاستهلاك من خلال الرفع من كفاءة العمليات الانتاجية.
- توفير الطاقة من خلال التقليل من العمليات الانتاجية.
- حماية الاراضي المستخدمة كمدافن للمخلفات.
- حماية البيئة من المواد الضارة والسامة .

٣. منتجات إعادة التدوير رخيصة الثمن حيث ان شراء منتج جديد تم انتاجه من المواد الأولية أعلي تكلفة من نفس المنتج الذي تم انتاجه من إعادة التدوير لذلك فإن عملية إعادة التدوير مهمة لكل من المنتج والمستهلك معا حيث أن

شركات منتجات إعادة التدوير يمكنها بيعه بسعر أقل من المنتج الجديد وهذا يناسب المستهلك.

٤. إعادة التدوير يقلل التلوث.

٥. تساعد عملية إعادة التدوير على إطالة عمر المنتجات وتوفير الطاقة وبالتالي تصنيع أجهزة جديدة وتخفيض الآثار البيئية للمواد الخام.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة (٢٠١٢)

٦. توفر عملية إعادة التدوير فرص عمل لمئات من الأشخاص الذين يعيشون في فقر، حيث تعمل على تطوير ظروف عمل لائقة.

(Lundgren ,Karin ٢٠١٢)

٧. تساعد عملية إعادة التدوير في القضاء على الممارسات التي تضر بصحة الإنسان والبيئة.

٨. عملية إعادة التدوير هي تحويل المواد الضارة إلى مواد نافعة ليست فقط ذو منفعة بيئية لكن قد يتحقق من ورائها إيرادات تفوق تكلفة معالجة هذه المخلفات.

(خطاب ، جمال سعد وآخرون٢٠١٦)

ثالث عشر :- إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية في مصر

لقد شهدت مصر تحول ملحوظ في ملف المخلفات العامين الماضيين، فبعد أن كان شاغل الدولة الأكبر هو كيفية التخلص من المخلفات، باتت النظرة اليوم إلى ضرورة تحويل هذه المخلفات إلى استثمار ناجح يحقق عوائد اقتصادية ويوفر فرص عمل.

(المراغي ، دينا ٢٠٢١)

وتواصلت جهود الحكومة لإعداد رؤية طويلة المدى للبلاد تتمثل في استراتيجية التنمية المستدامة في مصر حتى عام ٢٠٣٠، وتهدف هذه الاستراتيجية إلى بناء مجتمع حديث، منفتح، ديمقراطي، ومنتج، ويتمتع مواطنوه بقدر كبير من السعادة، وقد تم إعداد الاستراتيجية وفقًا لمنهج التخطيط بالمشاركة، حيث لعب القطاع الخاص والمجتمع المدني دورًا محوريًا في إدارة عملية إعداد الاستراتيجية وذلك لضمان الالتزام بتطبيق وتنفيذ السياسات والبرامج والمبادرات التي سيتم تبنيها لتحقيق أهداف الاستراتيجية ومؤشرات الأداء ذات الصلة، سيتم وضع إطار متكامل للمتابعة والتقييم لمتابعة عملية تنفيذ الاستراتيجية ويقيم مدى تحقيق الأهداف الرئيسة للاستراتيجية بشكل مستمر.

(موقع وزارة التخطيط)

<u>وتشمل هذه الاستراتيجية محاور متعددة حيث يهتم المحور الخامس بالبيئة علي النحو التالي :</u>

كما تعزز الاستراتيجية التحسن المستدام لجودة الحياة للأجيال الحاضرة ورفع الوعي بشأن حماية الطبيعة، والحد من تأثير التغير المناخي، بهدف توفير بيئة نظيفة آمنة مستدامة للأجيال المستقبلية من خلال تطبيق سياسات إنمائية، تتميز بدمج العنصر البيئي والتوازن بين أولويات النمو الاقتصادي، وقادرة على إيقاف تدهور البيئة والحفاظ على توازنها والانتقال إلى أنماط استهلاك وانتاج أكثر استدامة، وحماية التنوع البيولوجي، والوفاء بالالتزامات الدولية البيئية، وإدارة للمخلفات مرتكزة على مفاهيم الحوكمة والاقتصاد الدوار وذات محتوى معرفي وتقني وبيئي عالي، من أهم مؤشرات قياس الأداء لهذا المحور:

- رفع انتاجية المياه بحوالي ٥٪ سنوياً.

- الوصول لنسبة الأيام التي يكون فيها مؤشر جودة الهواء أقل من ١٠٠ ٪ أفضل من دول مشابهة الطبيعة المناخية.
- مضاعفة معدل التحسن في فعالية استخدام الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠م.

تقليل كثافة توليد النفايات البلدية إلى٠.١ كيلو جرام للفرد في اليوم.

وتنفيذا لتوجيهات الرئيس عبد الفتاح السيسي، بضرورة وضع منظومة المخلفات الجديدة حيز التنفيذ، والبدء بالمناطق الأكثر كثافة سكانية، عملت وزارة البيئة على تكثيف جهودها لتطوير البنية التحتية للمنظومة من الجمع والفرز وبحث سبل التخلص الأمن منها لخلق مجالات استثمارية متنوعة.

وشهد عام ٢٠٢٠م العديد من العمل الجاد في ملف المخلفات الإلكترونية، حيث تم إطلاق تطبيق إلكتروني ليتيح إمكانية جمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها، وتطبيق آخر للحد من المخاطر الصحية والبيئية للمخلفات الإلكترونية، كما يساعد الأسر على وضع أجهزتهم عليه مقابل قسائم تخفيض لبعض أماكن بيع الأجهزة الإلكترونية مما يساعد فى الوصول للأسر بسهولة.

وهناك مشروع آخر يقوم بإعداد دراسة لنوع وكمية المخلفات الإلكترونية التي يتم توليدها حاليا وتقديراتها المستقبلية، وذلك لاستخدامها لتطوير خارطة طريق إدارة المخلفات الكهربائية والإلكترونية في مصر.

وسوف يتم توجيه تدفق المخلفات الإلكترونية بشكل غير رسمي إلى مصانع تدوير رسمية، بالإضافة إلى دعم مصانع إعادة التدوير الرسمية، ليصل عدد مصانع تدوير المخلفات الإلكترونية فى مصر إلى ٧ مصانع بعد أن كان مصنعا واحد فقط ، وجار دخول ٥ مصانع أخرى.

أن قانون المخلفات يهدف بصورة أساسية إلى خلق مشروعات صغيرة للشباب ودعمهم من البنوك المصرية تتيح لهم فرصة عمل بمردود مالي مناسب، موضحًا رغبة الدولة بدعمهم وتوفير لهم مردود عادل يشجعهم على خوض التجربة، ومن المتوقع أن يساهم هذا القانون في الحد من البطالة وتوفير فرص عمل للشباب.

وأنه في حالة عدم رغبة الشباب في القيام بمشروعاتهم الخاصة فإن المصانع الجديدة التي ستقام لإعادة تدوير المخلفات ستحتاج إلى شباب جاد راغب في العمل، وهذه صورة أخرى للحد من البطالة يساهم فيها قانون المخلفات.

رابع عشر:- الصعوبات والتحديات التي تواجه عملية تدوير المخلفات الإلكترونية.

١. عدم توافر معلومات واضحة وكاملة عن حجم وخصائص المخلفات الإلكترونية.
(أحمد، أمل فوزي ٢٠١٩)
٢. عدم توافر نظم ومرافق وبنية أساسية لمعالجة المخلفات الإلكترونية بطريقة بيئية سليمة.
٣. عدم وجود تشريع أو سياسة لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية.
Jennifer ٢٠١٣) (Namias,
٤. عدم وجود تقنيات لإعادة التدوير والاستعادة.
٥. تصدير النفايات الإلكترونية الخطرة إلى البلدان النامية التي تشكل فيها عمليات إعادة التدوير مخاطر جمة على صحة الإنسان والبيئة.

٦. عدم وجود مصادر للحصول على المخلفات الإلكترونية.
(علي ، جليلة علي إبرهيم ٢٠١٤)
٧. عدم وجود تشريع يسمح باستيراد المخلفات الالكترونية بهدف استثمارها في القطاع الرسمي .
٨. عدم وجود وعي لدى الأفراد للحد من التلوث ومعالجة المخلفات الإلكترونية بطريقة صحيحة.
٩. عدم وجود قانون ملزم يسمح بإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية .
١٠. عدم توافر موارد مستدامة لمنظومة المخلفات الإلكترونية سببا في عزوف المستثمرين الراغبين في المشاركة بملف إعادة تدوير المخلفات ومعالجتها وجمعها ونقلها.
١١. لم تكن هناك فرصة لإدراج القطاع غير الرسمي داخل منظومة إعادة تدوير المخلفات.

وعلى الرغم أن عملية إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية أمرا لا غنى عنه، ولكن لا يزال يتعين اعتبارها تحديا رئيسيا لمجتمع اليوم للأسباب الاتية:-

Pia (٢٠١٣).(Tanskanen

١. يعتبر إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية على النقيض من إعادة التدوير الراسخة للخردة المعدنية، حيث أن إعادة تدوير المنتجات الإلكترونية التي وصلت إلى نهاية حياتها أكثر تعقيدا لأنها تحتوي على العديد من الأنواع المختلفة من أنواع المواد المدمجة في بعضها البعض.
٢. وكما يتضح في المقام الأول من إعادة تدوير الهواتف المحمولة، فإن إعادة تدوير المعدات الكهربائية والإلكترونية بكفاءة لا تشكل تحديا لصناعة إعادة التدوير فحسب؛ بل إنها غالبا ما تكون أيضا مسألة عدم كفاية الهياكل الأساسية للجمع وضعف كفاءة التجميع
٣. النقص الكبير في وعي المستهلك بإمكانات إعادة تدوير الإلكترونيات لصالح البيئة، فضلا عن إمكانيات توفير الطاقة والمواد الخام.

وأخيراً، إذا كانت فرص إعادة تدوير النفايات الإلكترونية لا تزال محدودة في منطقتنا، أو تتم بأساليب غير فعالة، فإن بإمكاننا المساهمة في الحد من انتشار هذه النفايات السامة، والحد من وصول الأجهزة الإلكترونية إلى مكب النفايات، من خلال تقليل شراء الأجهزة الأحدث إذا لم يكن هناك ضرورة فعلية للشراء، والاستفادة من الأجهزة القديمة إذا كانت تعمل بكفاءة لكنها لا تلبي متطلباتك الحالية، وذلك ببيعها للآخرين أو إعطائها لصديق، او التبرع بها لبعض الجهات التي تقوم بصيانتها وتوزيعها على الفئات المحتاجة.

خامس عشر :- توجيهات حول نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية

ثيوبور ، الكسندر (أخصائي بيئة) بمساهمة من مانجاز زنلادز وزاك تاجار- أصدقاء الأرض فرع الشرق الأوسط(٢٠٠٨)

التوجيهات حول نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية هي الأحدث في مسار توجيهاتها النفايات.

١. المجال

تعـــرف المعـــدات الكهربائيـــة والالكترونية بأنها المعدات التي تعتمد على التيار الكهربائي والمجـــال الإلكترومغناطيســـي لتعمـــل بالشكل الملائم، ومعدات توليد ونقل وقياس هـــذا التيار ومصممة العمل بفولتيه أقـــل مـــن ١٠٠٠ فولت متردد و١٥٠٠ فولت مباشر.

٢. التقليص

النفايات التوجيهات حول المعـــدات الكهربائية والإلكترونية المستهلكة المشار إليهـــا في ما يلي (بتوجيهاتWEEE) تنص في المـــاده (٤) على أن الدول الأعضاء تشجع تصميم وإنتاج معدات الكهربائية والإلكترونية تأخذ في الاعتبـــار وتسهيل الفك وإنتاج مـــواد مفيـــدة، وخصوصـــا إعادة الاستعمال وإعادة التدوير لنفايات المعـــدات الكهربائية والإلكترونية ومكوناتها وموادها.

٣. فصل أهداف الجمع، وإعادة التدوير وإنتـــاج مواد مفيدة

يجب ان تتبنى الدول الأعضاء إجراءات ملائمـــة لتقليل التخلص من مخلفات المعدات الكهربائيـــة والإلكترونيـــة(WEEE) كنفايـــات بلديـــة غيـــر مصنفة، والوصول إلى جمع منفصـــل لمخلفـــات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

٤. وتتطلب التوجيهات من الدول الأعضاء خلق أنظمة تسمح للمالك النهائي والمـــوزع إعـــادة مخلفـــات المعـــدات الكهربائيـــة والإلكترونية مجانا.

ويجب أن تشمل المعالجة في حدها الأدنى إزالـــة كل السوائل كما تحدد التوجيهات أيضـــا أهـــداف إعادة تدوير وإنتاج مواد نافعة محـــددة والتـــي تختلف بين فئات المعدات المحددة.

٥. المعالجة

لضـــمان معالجـــة ســـليمة بيئيـــاً لمخلفـــات المعـــدات الكهربائيـــة والإلكترونيـــة المجموعة بشكل منفصـــل، تضـــع التوجيهـــات متطلبات معالجة لمواد ومكونات محددة كما تضع توجيهات مخلفات المعدات الكهربية الالكترونيـــة متطلبات المعالجة ومواقع التخزين.

٦. مسؤولية المنتج

مبدأ مسؤولية المنتج هـــو الآليـــة الرئيسية التي تم إدخالها في التوجيهات، حيـــث أن التوجيهات موجهة إلى الدول الأعضـــاء أمـــا المنتجين أو الطرف الثالث العامل نيابة عنهم هو المسؤول عن جمع وإنتاج مواد مفيدة والتخلص البيئي عليهم مسؤولية تمويله وتعريف وتنظـــيم وجمع وتوفير المعلومات.

قائمة المراجع

أولا:- المراجع العربية

١. ابن التهامي ، عمار بو ضياف وآخرون(٢٠١٦): النفايات الإلكترونية والتداعيات البيئية، بحث منشور بمجلة الأمن والحياة، العدد ٤٠٧، مجلد ٣٥، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، السعودية، ص٣٤.

٢. أبورية ، ممدوح محمد أحمد (٢٠١٣): نموذج مقترح للإدارة البيئية للنفايات الإلكترونية "دراسة حالة للإدارات التعليمية بمحافظة القاهرة"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية والقانونية والإدارية البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ص ٢.

٣. أحمد ، أمل فوزي (٢٠١٩): النفايات الإلكترونية التداعيات البيئية والمواجهة التشريعية وآليات الوقاية والحماية والنضج التقني، رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق، جامعة عين شمس، ص١٧.

٤. آموس ، جانين ، ترجمة أمل الشاذلي (٢٠٠٢): إعادة تدوير القمامة، ط١، دار الشروق، القاهرة، ص ٢٢.

٥. برنامج الأمم المتحدة للبيئة (٢٠١٢): إرشادات عن أفضل التقنيات المتاحة / أفضل المعاملات البيئية لإعادة تدوير والتخلص من المواد المحتوية على الإثيرات متعددة البروم ثنائية الفينيل المدرجة في إطار اتفاقية ستوكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة، ص ٤٠.

٦. البهلال ، محمد (٢٠١٣): الجهات الرسمية تتقاذف المسؤولية وسط تحذيرات المختصين "النفايات الإلكترونية قنبلة موقوتة على وشك الانفجار محلياً، مقال منشور في جريدة الرياض، عدد يناير١٦٢٦٤.

٧. ثيوبور ، الكسندر (أخصائي بيئة) بمساهمة من مانجاز زنلادز وزاك تاجار- أصدقاء الأرض فرع الشرق الأوسط(٢٠٠٨): التقارب مع سياسات النفايات في الاتحاد الأوروبي دليل موجز لشركاء سياسة دول الجوار الأوربي وروسيا" دليل سياسة النفايات"، معهد علوم البيئة لسياسة البيئة العالمية والأوربية، برلين، ص ص١٧-١٨.

٨. الجمل ، إبرهيم محمود إبراهيم (١٩٩٩): حماية البيئة من المخلفات الصلبة، كلية التجارة، جامعة عين شمس، ص١٧٩

٩. خطاب ، جمال سعد وآخرون(٢٠١٦): تأثير إعادة تدوير مخلفات الصناعة على البيئة الاقتصادي- دراسة تطبيقية على شركة مصر للألومنيوم، بحث منشور في مجلة العلوم البيئية، العدد الصادر في سبتمبر، المجلد الخامس والثلاثون، الجزء الأول، معهد الدراسات والعلوم البيئية، جامعة عين شمس، ص ٤٧٣.

١٠. الديب ، أيه سالم حافظ (٢٠١٢): تكنولوجيا إعادة التدوير بين أساليب الإبداع والتغيرات المعاصرة في التصميم الداخلي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الديكور، عمارة داخلية، كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية، ص ٣.

١١.سالم ، أبو بكر صديق ، عبد المنعم ، نبيل محمود (٢٠٠٤): التلوث (المعضلة والحل)، ط٢، مركز الكتب الثقافية، بيروت، ص ١٦١.

١٢.الطواب ، خالد (٢٠١٧): النفايات الإلكترونية كنز يضربه الإهمال، مقال منشور على موقع البوابة نيوز عدد نوفمبر، الساعة ٣:٣٤ صباحا

١٣.عبد العال ، أشجان عباس (٢٠١٣): المردود البيئي والاقتصادي لإعادة استخدام مخلفات مواد البناء في صناعة التشييد، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية والقانونية والإدارية البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ص ٤٨.

١٤.عبد القادر ، أيمن سعد عبد البديع عبد القادر(٢٠١٦): تأثير إعادة تدوير مخلفات الصناعة على البيئة الاقتصادية، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ص١٥.

١٥.عبد المسيح ، عبد المسيح سمعان (٢٠١٢): التوعية بالمخلفات الإلكترونية، بحث منشور في مجلة البحوث البيئية والطاقة، العدد الأول، الإصدار الأول يوليو، جامعة المنوفية، ص١٦٤

١٦.علي ، جليلة علي إبرهيم (٢٠١٤): تقييم نظام الإدارة البيئية لمخلفات الأجهزة الكهربائية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية والقانونية والإدارية البيئية، معهد البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ص١٦١.

١٧.علي ، رحاب أحمد أحمد (٢٠١٢): دراسة العائد البيئي والاقتصادي من إعادة تدوير المخلفات"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية والقانونية والإدارية البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ص٤.

١٨.العنانزه ، خالد محمد (٢٠١٣): النفايات الخطرة والتحدي الأمني، بحث منشور بمجلة الأمن والحياة، العدد ٣٧١، مجلد ٣٢، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، السعودية، ص ٨٧.

١٩.الفزاني ، أسامة نور الدين (١٩٩٦): إعادة التدوير كأداة لحماية البيئة دورها ومتطلبات نجاحها، الشركة العامة للإلكترونيات ، طرابلس، ص ٦.

٢٠.كرار ، عصام عباس بابكر (٢٠١٥): الإنسان والبيئة مشكلات بيئية معاصرة، د.ن، جامعة الخرطوم، السودان، ص٢١٤.

٢١.محمد ، كاميليا يوسف ، مراجعة إبراهيم يس (٢٠٠٤): البيئة (الطاقة وغازات الاحتباس الحراري)، ط٢، شركة اسكندرية لتوزيع الكهرباء، الإسكندرية، ص ١٠١.

٢٢.محمود ، محاسن السيد نصر (٢٠١٥): إطار مقترح للمحاسبة الضريبية لنشاط إعادة تدوير المخلفات" دراسة تطبيقية"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية والقانونية والإدارية البيئية، معهد

الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ص٣.

٢٣.المراغي ، دينا (٢٠٢١): " تدوير المخلفات" استثمار ناجح يحقق عوائد اقتصادية للدولة ويوفر فرص عمل، مقال منشور على بوابة الأهرام في السابع من شهر يناير، الساعة١٢.٢٠.

٢٤.المركز الإقليمى للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية اتفاقية بازل (BCRC)(د.ت): مسودة القانون الاسترشادي بشأن تنظيم تداول النفايات الإلكترونية والكهربائية والمعدات الميكانيكية المستعملة ومعالجتها واستخدامها عبر الحدود، القاهرة، ص ٩

٢٥.مروة ، أسامة (٢٠١٢): النفايات الإلكترونية قنبلة موقوتة في المنازل، مقال منشور بجريدة الراي digital، عدد ٢٦ يونيو، الساعة ١٢ص.

٢٦.منظمة بيئتنا، مركز الإلتزام المدني وخدمة المجتمع بالجامعة الأميركية ونادي البيئة (٢٠١٠): محاضرة إعادة التدوير الإلكترونية في الأميركية " نشر الوعي حول النفايات الإلكترونية وجمعها، قاعة بطحيش في الوست هول، الجامعة الأميركية، بيروت.

٢٧.موقع وزارة التخطيط: " استراتيجية التنمية المستدامة رؤية مصر ٢٠٣٠م".

٢٨.هاشم ، زاهر (٢٠٢٠): النفايات الإلكترونية الجانب المظلم للتقنية، مجلة أخبار البيئة، مجلة إلكترونية، عدد يناير.

٢٩.واجنر ، ترافس ، ترجمة محمد صابر(١٩٩٧): البيئة من حولنا دليل لفهم التلوث وآثاره، ط١، الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية، القاهرة، ص ١٧٩.

ثانيا:- المراجع الأجنبية

٣٠. Allianz Global Corporate & Specialty (٢٠٢٠): Electronic waste - emerging problem and business opportunity.

٣١. **Baldé** . C.P, Fortis V, Gray .V, Kuehr .R , Stegmann .P, The Global E-waste Monitor– ٢٠١٧Quantities,Flows,and Resources, op.cit, p١١

٣٢. http://www.albawabhnews.com/٢٨٢٥٤٢٣

٣٣. https://ar.wikipedia.org

٣٤. https://gate.ahram.org.eg/News/٢٥٥٥٤٤٣.aspx

٣٥. https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/esg-risk-briefing-٢-٢٠٢٠.html

٣٦. https://www.alraimedia.com

٣٧. https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/٤١٩١٣

٣٨. info@env-news.com

٣٩. Liza .Larry, Mwaura .Francis (٢٠١٦): The Variability in the Generation, Disposal and Recycling of Mobile Phone E-waste According to Social **Classes in Lang'ata Area**, Nairobi, Kenya, Journal of Environment Pollution and Human Health,Vol. ٤, No. ٢, Science and Education Publishing,p٤٣

٤٠. Lundgren . Karin (٢٠١٢): The global impact of e-waste: Addressing the challenge, op.cit, p٩.

٤١. Lundgren .Karin (٢٠١٢): The global impact of e-waste: Addressing the challenge, International Labour Organization, Programme on Safety and Health at Work and the Environment (SafeWork), Sectoral Activities Department (SECTOR), Geneva, Switzerland, p٩.

٤٢. Jennifer (٢٠١٣), The . Namias future of electronic waste recycling in the United States: Obstacles and Domestic Solutions, op.cit,p٣

٤٣. Siddique . Sunbal, (٢٠١٩):History and MajorTypes of pollutants in Electronic Waste Recycling,department of Meteorology,COMSATS University, Islamabad, Pakistan, p١.

٤٤. Starovoytova , Diana (٢٠١٨): Solid Waste Management (SWM) at a University Campus (Part ١/١٠): Comprehensive-Review on Legal Framework and Background to Waste Management, at a Global Context, Journal of Environment and Earth Science, Vol.٨, No.٤,PP٨٠-٨١.

٤٥. Swedish Environmental Protection Agency Report ٦٤١٧ (٢٠١١): Recycling and disposal of electronic waste Health hazards and environmental impacts. Bromma, p١٨

٤٦. , Pia (٢٠١٣).Tanskanen Management and recycling of electronic waste, Acta Materialia Inc,volume٦١,issue٣, Published by Elsevier Ltd,Finland,p١٠٠١. http://dx.doi.org/١٠.١٠١٦/j.actamat.٢٠١٢.١١.٠٠٥

٤٧. The Basel Action Network (BAN) Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC)(٢٠٠٢): Exporting Harm The High-Tech Trashing of Asia, With contributions byToxics Link India,SCOPE (Pakistan),Greenpeace China, p٢.

٤٨. The informal economy of e-waste. The potential of cooperative enterprises in the management of e-waste (٢٠١٤): Tackling informality in e-waste management:The potential of cooperative enterprises, International Labour Organization, Sectoral Activities Department (SECTOR), Cooperatives Unit (COOP), Geneva, p١٣.
www.ecologic.eu,raggamby@ecologic.de