



حكومة اقليم كردستان / العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة صلاح الدين  
كلية الإدارة و الاقتصاد  
قسم الاقتصاد

## اعادة تدوير المخلفات الإلكترونية واهميتها الاقتصادية

بحث مقدم الى مجلس كلية الادارة والاقتصاد في جامعة صلاح

الدين / أربيل

كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس

في العلوم الاقتصادية

من قبل الطلاب

2 - سومه به نه بدولخالق زرار

1- سولين دلشاد پيرداود

3 - بيروز مشير كريم

بأشراف

د. شيلان حميد عبد القادر

2023م

1445 هـ

2723 ك

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

لِلْفُقَرَاءِ الَّذِينَ أُحْصِرُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ لَا يَسْتَطِيعُونَ ضَرْبًا فِي الْأَرْضِ  
يَحْسَبُهُمُ الْجَاهِلُ أَغْنِيَاءَ مِنَ التَّعَفُّفِ تَعْرِفُهُمْ بِسِيمَاهُمْ لَا يَسْأَلُونَ النَّاسَ  
إِلْحَافًا وَمَا تُنْفِقُوا مِنْ خَيْرٍ فَإِنَّ اللَّهَ بِهِ عَلِيمٌ

صدق الله العظيم

سورة البقرة الاية ( 273 )

الصفحة	الموضوع
أ	الاهداء
ب	شكر والتقدير
ج	القائمة الجدول
١	المقدمة
	الفصل الاول :المخلفات الإلكترونية مفهوماً، مكوناتها واهميتها الاقتصادية
٣-٢	المبحث الأول : مفهوم المخلفات الإلكترونية ومكوناتها
٥-٤	المبحث الثاني :الجهود الدولية و إجراءات المواجهة التشريعية للتخلص من النفايات الإلكترونية
	الفصل الثاني
٨-٧-٦	المبحث الأول :الأهمية الاقتصادية لا عادة تدوير الخلفات الإلكترونية و مخاطرها
١٠-٩	المبحث الثاني : القيمة الاقتصادية للمخلفات الإلكترونية
-١٢-١١ -١٤-١٣	المبحث الثالث: الحقائق والإحصاءات عن حجم ومشكلة النفايات الإلكترونية
١٥	الاستنتاجات
١٦	لمقترحات
١٧	المصادر

## الاهداء

روح الموصطفى الامين .....رحمة للعالمين محمد (ص)-

الى كل من عملنا ولو حرفا فى الخير-

الى كل من مديد العون لنا

-أو كان سندا لنا فى الحياة

## شكر وتقدير

بعد الحمد والثناء لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين سيدنا محمد (ص)، يطيب لنا أن نتوجه بخالص الشكر والتقدير الى الأستاذة شيلان حميد عبد القادر لتفضلها بالإشراف على هذا البحث، وإمدادنا بالأفكار العلمية القيمة.

كما نشكر كل الذين كان لهم دور في الاسهام بشكل أو بآخر في انجاز البحث ونعتر مسبقا لمن لم يتسع المجال لذكر اسمائهم لهؤلاء كلهم نقدم جزيل امتناننا وعظيم تقديرنا.

الباحثون

## المقدمة:

في نهاية الستينيات بدأ الاهتمام بالاقتصاد الدائري كبديل أفضل للنماذج الاقتصادية الخطية التي كانت مسيطرة على الصناعة، والتي أدت إلى استنزاف الموارد الطبيعية وتدهور البيئة. الهدف من الاقتصاد الدائري هو تعزيز "أنماط إنتاج اغلاق الحلقة" داخل النظام الاقتصادي، لتحقيق توازن أفضل بين الإنتاج الصناعي وحماية البيئة. يقوم المفهوم على عدة مفاهيم منها إعادة التدوير، ومراعاة البعد البيئي للعمليات الصناعية، والتركيز على مبادئ التكامل الصناعي، والاهتمام بالتصميم المتجدد. ومن المهم أيضاً التأكيد على تحول أنماط الاستهلاك، من خلال تبني نماذج جديدة للملكية تركز على ملكية الخدمات بدلاً من المنتجات، مما يعزز الاستدامة ويقلل من الضغط على الموارد. جميع النظريات المفسرة للقضايا البيئية والاقتصادية يشتركون في تحقيق توازن بين النمو الاقتصادي والاجتماعي والتقني، وذلك من خلال تحسين تدفق المواد والطاقة والحد من التلوث في العمليات الاقتصادية.

أولاً: أهمية البحث: تتجلى في تسليط الضوء على فوائد استخدام نموذج الاقتصاد الدائري، الذي يهدف إلى تحقيق كفاءة أكبر في استخدام الموارد وتغيير الممارسات السائدة في التخلص من المخلفات، بما في ذلك المخلفات الإلكترونية. يتيح هذا النموذج تحويل المخلفات الإلكترونية من عبء مالي إلى مورد اقتصادي، نظراً لاحتوائها على مجموعة واسعة من العناصر الكيميائية والمواد الثمينة مثل الذهب والفضة والبلاستيك، والتي يمكن استعادتها واستخدامها مجدداً، مما يسهم في تحقيق عائد اقتصادي وتقليل التأثير البيئي السلبي لهذه المخلفات.

ثانياً: مشكلة البحث: يمكن بلورة مشكلة الدراسة في الإجابة على التساؤل الرئيسي التالي : هل يمكن الاستفادة من المخلفات الإلكترونية في سياق التوجه نحو النمو الاقتصادي؟ ويتفرع من هذا التساؤل مجموعة من الأسئلة الفرعية: ١. كيف تناولت الأدبيات الاقتصادية العلاقة بين المخلفات الإلكترونية والاقتصاد الدائري في الأدبيات الاقتصادية؟ ٢. ما هو واقع كل من المخلفات الإلكترونية والاقتصاد الدائري في؟ . ما هو دور المخلفات الإلكترونية في التوجه نحو الاقتصاد الدائري؟

ثالثاً: هدف البحث : يهدف هذا البحث الى إمكانية تغيير الممارسات الحالية في التخلص من المخلفات الإلكترونية، باستخدام نماذج الاقتصاد الدائري لتحويل تلك المخلفات إلى مورد اقتصادي. فالمخلفات الإلكترونية تحتوي على مجموعة واسعة من العناصر الكيميائية مثل المعادن الثقيلة والمواد البلاستيكية، بالإضافة إلى المواد الثمينة مثل الذهب والفضة والبلاستيك.

رابعاً: فرضية البحث: باعتبار قيمة هذه المخلفات، يمكن تحويلها من عبء مالي إلى مورد اقتصادي من خلال استخدامها كمدخلات لأنشطة اقتصادية أخرى، مما يعود بعائد اقتصادي ويحقق فوائد بيئية. ومع التعامل معها بنظم آمنة وسليمة، يمكن تقليل خطر التخلص منها بطرق غير آمنة، وبالتالي تقليل التأثير السلبي على البيئة والصحة العامة.

## الفصل الأول: المخلفات الإلكترونية مفهومها، مكوناتها وأهميتها الاقتصادية

### المبحث الأول: مفهوم المخلفات الإلكترونية ومكوناتها

أولاً: مفهوم المخلفات الإلكترونية (الحديثي، ص12، 2018)

يقصد بالمخلفات الإلكترونية كل المعدات الإلكترونية والكهربائية التالفة أو التي تعاني من خللاً أو كسر ولم تعد متوافقة مع التقنيات الحديثة أو بمعنى آخر هي : كل ما يتخلف عن إنتاج واستخدام الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وأجزائها ومستلزماتها وتشمل:

١- مخلفات عمليات التصنيع والانتاج وتحتوي على مواد بلاستيكية وزجاجية ومعدينية ومطاط وخلافه بالإضافة الى الزيوت والشحوم والاحبار اللي تحتوي على المعادن الثقيلة مثل (الرصاص والكاديوم، والكروم النيكل، والزنك) وعناصر ثمنية مثل الذهب والفضة وبالتالي، تمثل المخلفات عمليات التصنيع والانتاج نوعان هاما المخلفات لاحتوائها على مواد خطره.

٢- مخلفات الاستخدام وتشمل ما يلي:

أ- مستلزمات استخدام الأجهزة الكهربائية والإلكترونية مثل البطاريات وكروت الشحن والشرائط الممغنطة واحبار الطباعة والزيوت المستخدم  
ب- الأجهزة المنتهي الصلاحية الغير صالحه للاستخدام

ت- الأجهزة او بعد اجزائها التي تعرضت للتلف او لكسور او اعطال ويستحيل بعدها استخدامها ٢٨٢ تقادم الأجهزة أو بعض أجزائها جميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية وملحقاتها ومستلزماتها وتشغيلها تصبح مخلفات نتيجة لعدم ومناسبتها ومواكبتها التطور التكنولوجي واحتياجات العصر ظهور أنواع أكثر حدائه وتطورا وبالتالي تضم المخلفات الإلكترونية مجموعة واسعة من المنتجات مثل: تلفزيونات وشاشات الحاسبات الحاسوب، وغيرها.

ثانياً: مكونات المخلفات الإلكترونية: يشير مصطلح "المخلفات الإلكترونية والكهربائية"، المعروف أيضاً بـ (EEE) والتي تتخلص منها المالكون كنفائات دون النية في إعادة استعمالها، إلى مجموعة واسعة من الأجهزة المنزلية والجهازية التي تحتوي على دوائر كهربائية أو مكونات تعمل بالكهرباء أو البطاريات. وفقاً لتعريف الشراكة المعنية بتقنية المعلومات والاتصالات للتنمية، تُغطي المخلفات الست فئات رئيسية: معدات التبادل الحراري مثل الثلاجات والمجمدات، وأنظمة التكييف والمضخات الحرارية. شاشات العرض مثل التلفزيونات وأجهزة الكمبيوتر والأجهزة اللوحية. المصابيح مثل المصابيح الفلورسنت ومصابيح LED. المعدات الكبرى مثل غسالات الصحون والمواقد الكهربائية وآلات الطباعة الكبيرة. المعدات الصغيرة مثل المكانس

الكهربائية والغلايات وأجهزة الإذاعة والفيديو والألعاب الإلكترونية. معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة مثل الهواتف المحمولة وأنظمة تحديد المواقع وأجهزة الحاسب الشخصي والطابعات. تختلف كميات المخلفات ومعاملات تدويرها وفقاً لكل فئة، وتعتمد على عوامل مثل العمر الافتراضي والقيمة الاقتصادية، مما يُحدد توجهات المستهلكين في التخلص منها بشكل صحيح.

## المبحث الثاني

الجهود الدولية و إجراءات المواجهة التشريعية للتخلص من النفايات الإلكترونية :  
(عبد،ص10)

أولاً: مكونات النفايات الإلكترونية: وتتكون من أجهزة إلكترونية معطلة وغير مطلوبة من قبل المستخدمين، ومن أمثلة هذه الأجهزة الحاسوب والتلفزيون والهواتف الخلوية والطابعات والبطاريات وغيرها، وغالبا ما تستقر هذه الأجهزة إما في مقالب النفايات أو يتم حرقها والتخلص منها، وتشكل كلتا الحالتين خطرا واضحا على المستويين الصحي والبيئي. إن إعادة تدوير أو تصنيع النفايات الإلكترونية من أجل استخلاص المعادن العالقة داخلها، وإعادة استخدام ما تبقى منها بعد الخيار الأمثل الذي يمكن من مواجهة تهديد النفايات الإلكترونية.

ثانياً: عملية التخلص من النفايات الإلكترونية والكهربائية ومعالجتها:

في بلدان كالهند والصين والباكستان تقع في مجال مفتوح و تتسبب في كوارث بيئية خصوصا عند حرق النفايات البلاستيكية و ما تفرزه من مواد سامة و حوامض يقع إلقاءها في البحيرات بصفة عشوائية.

ولقد دقت منظمة BAN نواقيس الخطر و لفتت الإنتباه إلى نوع خاص من النفايات الخطيرة ألا وهو الحواسيب ففي الولايات المتحدة الأمريكية يقع القاء ٥٠ مليون حاسوبا متقادما سنويا . إذا اعتبرنا أن متوسط وزن حاسوب خاص ( أو شخصي ) : ٣٢ كغ فإنه يحتوي على : (١,٧٢٥) كغ من الرصاص ، ٥٠ مع من المواد التالية : الزرنيخ ، الكروم ، الكوبالت الزئبق ، ٦,٣٥ كغ من المواد البلاستيكية الغير قابلة للتحليل البيولوجي ).

هذا وتزداد النفايات الإلكترونية "e-déchet" سنويا بنسبة ١٨% و المنظمات العالمية تتهم الصناعات الأمريكية بالأساس و ذلك لدعمها لقانون حول تصدير هذه المواد على أنها نفايات قابلة للمعالجة من المعلوم أن الولايات المتحدة الأمريكية رفضت التوقيع على معاهدة Bale حول تحديد النفايات و ترفض تحميل المسؤولية على المنتجين و الصناعيين . فمن ناحية تمنع العديد من الولايات ككاليفورنيا و Massachusetts ردم الأنابيب الكاتودية Tubes cathodiques و تسن وكالة حماية المحيط EPA قوانين جديدة تتعلق بالتخلص من النفايات و لكن بالمقابل يتواصل تصدير المواد السامة لبلدان الجنوب . كما يرفض بعض الدول تحمل مسؤولية التخلص من المواد السامة أو وضع ورشات خاصة لتفكيك القطع لذلك تبقى الآلات الإلكترونية المتقدمة عند المستهلك أو يقع التخلص منها بطرق ملتوية . فتحت غطاء إعانة البلدان الفقيرة يقع تسليم ملايين الحواسيب المتقدمة إلى البلدان الفقيرة " كهبة " لتجنب مصاريف

معالجتها ) من ١٠ إلى ٣٠ دولارا بالنسبة للحاسوب الواحد ). فبين ٥٠ إلى ٨٠% من النفايات الإلكترونية التي يقع تجميعها للمعالجة في غرب الولايات المتحدة الأمريكية تصدر إلى الصين.

ثالثاً: البيئة مسؤولية جماعية ( السويلم، ص63)

للمجتمع دور فاعل في ادارة النفايات بشكل حضاري ثمة خطوات تتطلب جهداً بسيطاً منا كمواطنين، لكنها تسهم الى حد بعيد في التخفيف من مخاطر تلوث البيئة عبر النفايات الإلكترونية. من منا لا يملك نفايات إلكترونية وكهربائية يريد التخلص منها خصوصاً أنها تحتوي على مواد كيميائية سامة ومعادن خطيرة، وبالتالي لا يمكن رميها مع النفايات المنزلية.

أولى هذه الخطوات أن يتجه كل مواطن الى تجميع النفايات الموجودة في منزله ومدرسته... ومن ثم البحث عن أقرب موقع تدوير النفايات الإلكترونية الموجودة في متاجر بيع الكمبيوتر بالتجزئة، وتحديداً في المتاجر التي اتخذت إجراءات الإنضمام إلى حملة تدوير النفايات الإلكترونية، حيث يتم إيداعها تمهيداً لتدويرها ما يحد من تلوث البيئة ومن الأضرار التي تهدد صحتنا وسلامتنا.

ومن أجل المحافظة على بيئة سليمة يتحتم على كل مواطن مسؤول أن يخطو خطوة إضافية قوامها تشجيع حملة تدوير النفايات الإلكترونية عبر نشر الوعي ضمن عائلته والأصدقاء ودعوتهم الى الإنضمام الى هذه الحملة ونشر الثقافة البيئية في المجتمع اللبناني لتحقيق التنمية المستدامة، وإحداث تغيير في سلوك المجتمعات المحلية للحفاظ على السلامة البيئية وتعزيز الشراكة مع القطاع الخاص لنجاح تنفيذ التنمية البيئية، واعتماد تكنولوجيا بيئية سليمة لإدارة النفايات بمختلف أنواعها.

## الفصل الثاني

### المبحث الأول: الأهمية الاقتصادية لاعادة تدوير المخلفات الالكترونية ومخاطره

أولاً: إعادة التدوير: هي عملية إعادة تصنيع واستخدام المخلفات، سواء كانت منزلية أو صناعية أو زراعية، لتحويلها إلى منتجات جديدة. على سبيل المثال، يمكن إعادة تدوير الورق القديم لصناعة أطباق الكرتون، وتصنيع علب جديدة من العلب المعدنية القديمة، واستخدام الخردة المعدنية لإنتاج سبائك جديدة. يهدف إعادة التدوير إلى تقليل حجم المخلفات وتراكمها في البيئة، وتتم هذه العملية عن طريق تصنيف وفصل المخلفات بناءً على المواد الخام الموجودة فيها، ثم إعادة تصنيع كل مادة على حدة.

ثانياً: فوائد إعادة تدوير النفايات الإلكترونية: يمكن أن يحقق ما يلي:

الحد من المخاطر الصحية والبيئية للنفايات الإلكترونية حسب ما تذكر الوكالة الفدرالية لحماية البيئة في الولايات المتحدة فإن مقال النفايات تضم سنويا أكثر من ٤ ملايين طن من النفايات الإلكترونية، وهذا الرقم يتضاعف سنويا. وتحتوي هذه النفايات على نسب عالية من المواد السامة وغير المتحللة. الزئبق والرصاص والزرنيخ. وعندما تجد النفايات الإلكترونية طريقها للمقالب، فإن تلك المواد السامة تبدأ بالتسرب للخارج الأمر الذي يتسبب بتلويث التربة والماء والهواء مما يو بالكثير من المشاكل الصحية.

إن من أهم فوائد القيام بإعادة تدوير النفايات الإلكترونية هو التقليل من نسبة التلوث الجوي، فالتنقيب عن المعادن وتصنيعها يعمل سنويا على بث ١.٥ طن من الانبعاثات السامة في الهواء والماء، علما بأن القيام بإعادة تدوير النفايات الإلكترونية يسهم بالتخلص من عشر فئات رئيسية من ملوثات الهواء، وثمانية فئات من ملوثات الماء. الإسهام بالحفاظ على الموارد ومن ضمن الفوائد المهمة أيضا لعملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية الحفاظ على الموارد الثمينة والشحيحة في نفس الوقت كالماء والمعادن والثروة الحرجية فحسب ما تذكر إدارة ولاية بنسلفانيا الأميركية لحماية البيئة فإن عملية إعادة تدوير مليون طن من الحديد يغني عن التنقيب عن ١.٣ مليون طن من الحديد الخام، و ٧١٨٠٠٠ طن من الفحم، و ٦٢٠٠٠ من الأحجار الكلسية. أضف إلى هذا، فإن معظم النفايات الإلكترونية تحتوي على العديد من المعادن الثمينة كالذهب والفضة والنحاس وغيرها الكثير.

وبسبب تلك الفوائد المهمة لعملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية، فإن الكثير من الشركات العالمية المصنعة لأجهزة الحاسوب والهواتف الخلوية تقوم بمنح زبائنها عرضا لإعادة شراء الأجهزة منهم عندما يودون التخلص منها وذلك لتقوم تلك الشركات بإعادة تدوير الأجهزة التي

اشترتها من زبائنها وبالتالي يكون لديهم مخزون ثابت من المواد الخام. الإسهام بالحفاظ على الطاقة تسهم عملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية ويشكل واضح في توفير الطاقة؛ حيث إن تكاليف الطاقة المستخدمة في عملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية بحثا عن المعادن تكون أقل بكثير من تكلفة الطاقة عند عملية التنقيب عن المعادن الخام، فعلى سبيل المثال نجد بأن عملية إعادة تدوير الألمنيوم تحتاج لطاقة أقل بـ ٩٥% من الطاقة المستخدمة لتصنيع الألمنيوم من المواد الخام. الأمر الذي يؤدي إلى توفير حوالي ١٩ مليون برميل نפט سنويا، أي ما يكفي لتوفير المصاريف السنوية لاستهلاك الكهرباء من قبل ١٨ مليون أسرة. والأمر ذاته ينطبق على إعادة تدوير الحديد الذي يوفر حوالي ٦٠% من الطاقة المستخدمة للتنقيب عن الحديد الخام وإعادة تدوير البلاستيك يوفر حوالي ٧٠% من الطاقة، والزجاج يوفر ٤٠% من الطاقة. وتشير آخر الدراسات أن عملية إعادة تدوير النفايات الإلكترونية توفر سنويا من الطاقة ما مقداره ٦٦٠ بليون وحدة حرارية بريطانية BTU أي ما يكفي لتغطية الاستهلاك السنوي من الطاقة لـ 6 ملايين منزل. النفايات الإلكترونية .. التداعيات البيئية وة والمواجهة التشريعية اعداد الباحثة امل فوزى احمد

ثالثا: مخاطر واضرار المخلفات الإلكتروني واساليب التعامل معها مخلفات الأجهزة الإلكترونية تحتوي على أكثر من ١٠٠٠ نوع من العناصر الكيميائية بما فيها المعادن الثقيلة ومواد بلاستيكية بكميات متفاوتة ومختلطة أو ممتزجة بالمكونات المختلفة للأجهزة منها مواد ٢٨٦ مجلة كلية السياسة والاقتصاد العدد العاشر - إبريل ٢٠٢١ ذات خطورة عند التخلص منها بشكل عشوائي حيث تتسرب هذه المواد الي الموارد الطبيعية من ماء وهواء وتربه وتصل عبر السلسلة الغذائية او عن طريق الاستنشاق الي لإنسان، كما تستخدم في صناعة المنتجات الالكترونية قطع وموصلات ولوحات دائرية تصبح مصدر خطر عندما تتلف هذه الأجهزة وعندما يحاول المعنيون التخلص منها بشكل عشوائي، مثلا تؤثر عناصر مثل الكاديوم والرصاص والزنبق تأثيرات كبيرة على الجهازين العصبي والتنفسي كما تؤثر أيضا علي جهاز المناعة وعلي الكلي وعلي النمو العقلي للأطفال وتساهم بعض العناصر في حدوث الامراض السرطانية خاصة في الرئة. كما تحتوي على مواد اخرى ذات قيمة إذا أمكن تدورها واسترجاعها وتحتوي المخلفات الأجهزة الإلكترونية على الزرنيخ ، الكاديوم، الرصاص النيكل، والنحاس، البطاريات المحتوى على النيكل والكروم المعادن ثقيلة أخرى، بالإضافة الى الذهب أو الفضة او البلاتين وهذه عناصر ثمينة تمثل مصدرا لعائد اقتصادي اذا امكن استرجعها. التعامل مع ولا يوجد في مصر نظام متكامل مستدام للتعامل مع المخلفات الصلبة بشكل عام فانه عادة ما يتم هذه المخلفات بإحدى الأساليب التالية : بيع الموديلات القديمة، محاولات إعادة تدوير بعض المكونات مثل الأجزاء المعدنية، الاستفادة ببعض كقطع غيار لأجهزة مماثلة والتخلص من باقي الأجزاء في مقابل القمامة، الاحتفاظ بالأجهزة القديمة وتخزينها في الأماكن المتاحة، الحرق او

الدفن في الأرض وفي كلتا الحالتين يؤثر بالضرر على البيئة حتى في حالة استخدام المدافن الصحية.

## المبحث الثاني: القيمة الاقتصادية للمخلفات الإلكترونية

أولاً: تشمل المخلفات الإلكترونية مجموعة واسعة من المنتجات الكهربائية والإلكترونية التي تؤثر على الناتج المحلي الإجمالي. وقد بلغ قيمة الإنتاج التام بسعر البيع عام ٢٠١٣-٢٠١٢ لصناعة الحاسبات والمنتجات الإلكترونية والبصرية مكوناتها وصناعة الأجهزة الطبية وصناعة الأجهزة الكهربائية نحو ١٩ مليار جنيه بقيمه مضافه نحو ٧٠٦٥ مليار جنيه وتتضمن القيمة الاقتصادية للمخلفات الإلكترونية عدة عناصر من اهمها المعادن النفيسة مثل الذهب والفضة والنحاس إذ ينتج من البورد كيلو و ٧٠٠ جرام ذهب. يتم إنشاء الدخل من إعادة التدوير بشكل أساسي من الأجزاء المعدنية، مثل الحديد والنحاس والألمنيوم والكابلات ولوحات الدوائر المطبوعة (PCB) التي تحتوي على معادن نبيلة مثل الذهب والبلاديوم. تعد لوحات الدوائر المطبوعة، أو PCBS ، من بين أكثر المكونات قيمة للنفايات الإلكترونية، لأنها تحتوي على معادن نبيلة: ٢٨٤ مجلة كلية السياسة والاقتصاد العدد العاشر - إبريل ٢٠٢١ ذهب ، نحاس ، فضة ، السيليونيوم ، التيلوريوم ، الرصاص ، البلاديوم ، إلخ، وتتطلب تكنولوجيا عالية لاستعادة هذه المعادن . تعتمد قيمة لوحات الدوائر المطبوعة على احتواها الكثير من المعادن النبيلة، بحيث يجب فرزها وفقاً لمحتواها من المعادن الثمينة وتصنيفها من الدرجة المنخفضة إلى الدرجة العالية جداً. وفقاً لدليل رواد الأعمال لإعادة تدوير الكمبيوتر فإن مقدار الذهب للطن من مخلفات مركبات لوحات الدوائر المطبوعة هو: أقل من 100 جم / طن للوحات منخفضة الدرجة مثل لوحات تزويد الطاقة واللوحات الإلكترونية الموجودة في الشاشات، ما بين ٤٠٠ و ٥٠٠ جرام / طن للوحات عالية الجودة مثل أجهزة الكمبيوتر المحمولة والجوال الهواتف وأكثر من ٥٠٠ جم / طن لدرجة عالية جداً الموجودة في لوحات الخادم المركزية الكبيرة أو مراكز الهاتف. اعتماداً على الوقت المطلوب وتكلفة القوى العاملة، قد يكون من المربح استخلاص المعادن من لوحات الدوائر المطبوعة عن طريق إزالة الأجزاء الثقيلة التي لا تحتوي على معادن ثمينة مثل وحدات التبريد من الألمنيوم أو الفولاذ المقاوم للصدأ. وتقدر أسعار لوحات الدوائر المطبوعة حسب جودة كل دائرة، السعر المقدر للوحات الدوائر المطبوعة منخفض الدرجة ٥٠٠ دولار / طن، والسعر المقدر للوحات الدوائر المطبوعة من الدرجة المتوسطة الي العالية ٤٠٠٠ دولار الي ٨٠٠٠ دولار للطن، السعر المقدر للوحات الدوائر المطبوعة عالي الجودة . ١٠٠٠٠ دولار للطن. ولعل المرء يعتقد أن سعر بيع المعدات الكهربائية والإلكترونية الجديدة يعكس القيمة المتأصلة للمواد التي صنعت منها هذه المعدات. ولكن هذا ليس صحيح تماماً. فقد كان مثلاً متوسط سعر بيع الهاتف الذكي الجديد على مستوى العالم حوالي ٢٠٠ يورو، وكان سعر البيع الهاتف الذكي المستعمل في نفس العام ١١٨ يورو) واستناداً الى تقديرات جامعة الأمم المتحدة للمعادن الثمينة واللدائن الموجودة في هاتف متنقل متوسط وزنه ٩٠ جرام تبلغ ٢ يورو لكل هاتف. وهكذا، فإن قيمة المواد الخام تمثل مبلغاً ضئيلاً نسبياً مقارنة بسعر الهاتف المستعمل أو الجديد. وتولد حوالي ٤٣٥ كيلو طن من الهواتف المتنقلة المهملة بلغت ٩٠٤ مليار يورو لو كان لكل الهواتف عمر

٢٨٥ أطول، كان يمكنها ان تدخل سوق السلع المستعملة، ولكانت أعلى قيمة من ذلك . إذا تقدر القيمة الاجمالية لجميع المواد الخام الموجودة في المخلفات الالكترونية بنحو ٥٥ مليار يورو في عام ٢٠١٦ وهو ما يزيد عن الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠١٦ لدى اغلبية البلدان في العالم . يقدر بعض الخبراء قيمة الموارد الثمينة الى تحويها المخلفات الإلكترونية التي تلقى في مكبات المخلفات في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها في بأكثر من ٦٠ مليون دولار وهناك إحصائية أوروبية اشارت الى ان الطن من الموبايلات ينتج عنه ارباح بقيمة سبع ا الاف يورو كما شرحت المصدر الى انه تشير احدى الدراسات انه يمكن استخراجها من إعادة تدوير مليون هاتف ٣٨٠ كيلو جرام الفضة ٣٧ كيلو ذهب و ١٦ كيلو جرام بلاتين. وفي مصر للمخالفات الإلكترونية قيمة اقتصادية عالية بحسب البيانات المتاحة عن مصر قدر عدد مشتركى الهاتف المحمول عام ٢٠١٩ بنحو ٩٦.٤٣ مليون مشترك باعتبار ان هذا الرقم يمكن ان يشير الى ان عدد الهواتف المحمولة في مصر لا يقل عن ٩٦ مليون هاتف بعد و بعد سنوات قليلة تحول هذه الأجهزة الى خردة (مخلفات) تضيفت الى الكمية الموجودة بالفعل (عبد الغنى، ص٢٨٧)

## المبحث الثالث: الحقائق والإحصاءات عن حجم ومشكلة النفايات الإلكترونية

### أولاً: أهم ما جاء في إحصائيات النفايات الإلكترونية العالمية

- تُشير التقديرات إلى توليد 57.4 مليون طن متري من النفايات الإلكترونية على مستوى العالم في عام 2021.

ما هي كمية النفايات الإلكترونية التي يتم إنتاجها كل عام؟

- كان هناك زيادة على أساس سنوي منذ بدء جمع بيانات النفايات الإلكترونية في عام 2014.

- لا يوجد رقم رسمي للكمية الإجمالية للنفايات الإلكترونية غير المُعاد تدويرها الموجودة حاليًا على الأرض. ومع ذلك، من الممكن إجراء تقدير باستخدام أحدث البيانات.

كم تبلغ كمية النفايات الإلكترونية على الأرض؟

- تبين أنه منذ جمع البيانات لأول مرة في عام 2014، وحتى نهاية عام 2022، سيكون هناك ما يقدر بنحو 420.3 مليون طن متري من النفايات الإلكترونية المُنتجة.

- في المتوسط، يتم إعادة تدوير نسبة صغيرة فقط من ذلك. بناءً على ذلك، يمكن تقدير أن ما لا يقل عن 347 طناً مترياً من النفايات الإلكترونية لا تزال موجودة.

- في المتوسط، زاد توليد النفايات الإلكترونية العالمية بمقدار 2 مليون طن سنوياً على مدى العقد الماضي.

هل ستستمر النفايات الإلكترونية في الزيادة في المستقبل؟

- من المتوقع أن ينمو حجم النفايات الإلكترونية العالمية إلى 74.7 مليون طن بحلول عام 2030.

- تنتج كل من آسيا (24.9 مليون طن) والأمريكتان (13.1 مليون طن) وأوروبا (12 مليون طن) الغالبية العظمى من النفايات الإلكترونية عند قياسها بالوزن الإجمالي.

ما هي المنطقة التي تنتج أكبر قدر من النفايات الإلكترونية من حيث الحجم؟

- عند قياس نصيب الفرد، يُنتج الأوروبيون (16.2 كجم) أكبر قدر من النفايات الإلكترونية لكل شخص، تليها أوقيانوسيا (16.1 كجم) والأمريكتان (13.3 كجم).

ما هي المنطقة التي تنتج أكبر عدد من النفايات الإلكترونية للفرد الواحد؟

- في حين يُنتج السكان الأفارقة أقل كمية من النفايات الإلكترونية للفرد الواحد.

- من المعروف أن 17.4% فقط من إجمالي النفايات الإلكترونية العالمية قد تم جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح.

- وقد انخفض هذا الرقم في السنوات الخمس الماضية كنسبة مئوية من إجمالي النفايات المتولدة.

- تمتلك أوروبا أعلى معدل للجمع وإعادة التدوير بنسبة 42.5%. وتأتي آسيا في المرتبة الثانية، بمعدل 11.7% فقط. أما أفريقيا فلديها أدنى مستوى عند 0.9% فقط.

ما هي النسبة المئوية للنفايات الإلكترونية المُعاد تدويرها؟

يوضح الجدول أدناه أكبر 10 دول مُنتجة للنفايات الإلكترونية في العالم، من حيث الحجم الإجمالي المنتج (كما هو موضح بالكيلو طن).

الرتبة	البلد	النفايات الإلكترونية المنتجة (كيلو طن)	معدل إعادة تدوير
1	الصين	10.129	16%
2	الولايات المتحدة الأمريكية	6.918	15%
3	الهند	3.230	1%
4	اليابان	2.569	22%
5	البرازيل	2.143	0%
6	روسيا	1.631	6%
7	إندونيسيا	1.618	غير متوفر
8	ألمانيا	1.607	52%
9	المملكة المتحدة	1.598	57%
10	فرنسا	1362	56%

ثانياً: المكتسبات من إعادة التدوير: (الخلايلة، ص786)

التدوير يخلق وضع مربح للجميع الذي تخلص من النفايات يمكن ان يبيعها لجهات تشتريها مثل الشركات او البلدان المعنيه في اعادة التدوير والمستفيد الخر من قام بإعادة تدويرها و حصوله على ارباح اقتصاديه و المستفيد الكبير من هذه العمليه هي البيئة والكوكب الذي نعيش عليه.

1- الاستدامة الاقتصادية: تعني بإستمراريه هذه الصناعة و الرباح الماليه للجميع و الإستدامة البيئية تعنى بتخفيف آثار انبعاثات ثاني اكسيد الكربون على كوكبنا.

2- تقليل حجم النفايات: إن من أهم فوائد إعادة التدوير هي جعلنا نتخلص من الأشياء القديمة التي تشغل مساحات كبيرة في المنزل، وتتسبب في شغل مساحات كبيرة، وقد ينتج عنها أضرار للبيئة، وتؤدي إلى تلوثه مما ينتج عنه آثار سلبية على صحة الإنسان متمثلة في أضرار للعين والرائحة الكريهة تؤثر على الجهاز التنفسي.

3- توفير فرص عمل جديدة: حيث يتم طلب عمال إعادة التدوير للمنتجات وبالتالي تفتح أبواب رزق للعديد من الشباب الذين لا يجدون فرص عمل.

4- التقليل في استخدام الطاقة: عند الصناعات الجديدة ألي منتج يتم استهلاك كميات هائلة من الطاقة على عكس الأشياء التي يتم إعادة تدويرها فتكون موفرة للطاقة بشكل كبير حيث يستفيد المجتمع من هذه الطاقة الموفرة. ويرجع توفير الطاقة في المنتجات التي يعاد تدويرها أكثر من المنتجات الجديدة بسبب أن الحرارة المستخدمة لصهر الأشياء المعاد تدويرها تكون أقل من الحرارة التي يحتاجها المنتج المصنع جديدا.

5- الحفاظ على الموارد الطبيعية: من خلال عملية إعادة التدوير تتم المحافظة على الموارد الطبيعية حيث يتم توفير المواد الخام للصناعات المختلفة، بالإضافة إلى تقليل الضرر المرتبط بالأرض كإزالة الغابات أو عمليات التعدين، كما يتم توفير مساحات فارغة لوضع النفايات بها.

6- الحد من الانبعاثات الكربونية: بالنظر إلى أن إعادة التدوير تعني الحاجة إلى استخدام طاقة أقل في الحصول على مواد خام جديدة ومعالجتها، فذلك يعني انبعاثات كربونية أقل، إذ إن تقليل ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات الدفيئة المنبعثة في الغلاف الجوي أمر حيوي يساعد في الحد من تغير المناخ الكارثي، ثم أن عملية إعادة التدوير تساعد على التخلص من النفايات التي يحتمل

أن تطلق غاز الميثان إن تم دفنها بالمدافن الخاصة بالنفايات.

أضاً التعود على استخدام أشياء أقل في محاولة إعادة تدوير الأشياء المستخدمة قدر الإمكان قبل رميها

ويجب على الافراد أي وذلك لتقليل النفايات، وهذا من شأنه أن يساعد بشكل كبير في الاستجابة لتحدي إدارة النفايات العالمية، كما أن العديد من البلدان في وب العالمي تشهد تحمل مسؤولية إدارة نفايات البلدان في شمال الكرة الأرضية بشكل غير عادل.

## الاستنتاجات

- 1- تطبيق الاقتصاد الدائري يمكن أن يساهم في تحسين كفاءة استخدام الموارد والطاقة، وزيادة إنتاجية الأنظمة الصناعية من خلال تقليل استهلاك الموارد وإعادة تدوير المخلفات. يمكن إنشاء نظام مفيد لتطوير الاقتصاد الدائري يعزز إنتاجية الموارد للحصول على نفس الإنتاج الاقتصادي باستهلاك أقل للموارد.
- 2- إن إعادة تدوير النفايات الإلكترونية له فوائد عديدة فهو يقلل من كمية النفايات التي ينتهي بها الأمر في مدافن النفايات، مما يقلل من التأثير البيئي.
- 3- الحفاظ على الموارد الطبيعية من خلال إعادة استخدام المعادن والمواد الثمينة.
- 4- يخلق فرص عمل في صناعة
- 5- إعادة التدوير يقلل من البصمة الكربونية، حيث تتطلب إعادة التدوير طاقة أقل من تصنيع منتجات جديدة من المواد الخام.

## المقترحات:

1. تعزيز الوعي بخطورة وأثار النفايات الإلكترونية على البيئة والاقتصاد من خلال حملات التوعية وورش العمل الموجهة للمجتمع والشركات.
2. دعم وتعزيز التشريعات المحلية التي تنظم إعادة تدوير النفايات الإلكترونية وتشجيع الممارسات الصديقة للبيئة.
3. تشجيع الاستثمار في البحث والتطوير لتطوير تقنيات جديدة لفصل وإعادة تدوير المواد بشكل فعال ومستدام.
4. دعم مشاريع إعادة تصنيع الأجهزة القديمة بشكل فعال لتقليل الضغط على الموارد الطبيعية.
5. دعم المبادرات الدولية لتحسين إدارة النفايات الإلكترونية ومكافحة الحركات غير القانونية.
6. تعزيز الابتكار في تقنيات إعادة تدوير النفايات الإلكترونية وتطوير أساليب فعالة ومستدامة.
7. تشجيع الدول على إنشاء أسواق جديدة للمواد المسترجعة من النفايات الإلكترونية، لتعزيز الاقتصاد الدائري وتحفيز الاستدامة.

## المصادر:

- 1- الحديثي، هالة، المسؤولية التقصيرية الناشئة عن التلوث بنواتج استهلاك المعدات والاجهزة الالكترونية ( دراسة مقارنة)، كلية القانون والسياسة، جامعة كركوك، 2018.
- 2- علاء علي عبد ala.abdalghad.jo عن موقع /Bright Hub 644910  
<http://www.alghad.com/articles>، ٢٣ شباط، ٢٠١١، عمان.
- 3- متولي، ريهام عبد الغني، مجلة كلية السياسة والاقتصاد، العدد العاشر، مصر، إبريل ٢٠٢١.
- 4- السويلم، فارس بن دباس عبد الرحمان، النفايات المنزلية بين إعادة التدوير والاضرار الصحية والبيئية، الطبعة الأولى، المملكة العربية السعودية، الرياض.
- 5- الخلايلة، رضا محمد عايد، أهمية تدوير النفايات وأنواع إعادة التدوير، المجلة العربية للنشر، الإصدار الخامس، العدد خمسون، 2022.
- 6- <https://www.argaam.com>