إدارة النفايات الإلكترونية في فلسطين–محافظة الخليل نموذجا (2017–2018)

E-waste Management in Palestine – Hebron Governorate as a Case Study (2017-2018)

شبراوي أسماء[1]، حسين برياطي[2]

[1] جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، asmaa.shabrawi@univ-mosta.dz

[2] جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، Housseyn.beriati@univ-mosta.dz

تاريخ الاستلام:2025/03/22 تاريخ القبول: 2025/04/24 تاريخ النشر: 2025/06/03

Abstract:

This study aims to assess the state of e-waste management in the region by analyzing its environmental and economic aspects, relying on a mixed-methods research approach that combines interviews, surveys, and field observations.

The findings reveal that approximately 90% of e-waste is informally recycled to extract valuable metals such as copper and aluminum.. Despite the economic returns of this activity, dismantling workshops face major challenges, including high operational costs and a lack of technical support.

Keywords: Waste Management, E-Waste Management, South Hebron District.

Jel Classification Codes : Q5, Q53, Q56

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم واقع إدارة النفايات الإلكترونية في منطقة الخليل من خلال تحليل الجوانب البيئية والإقتصادية، وبالإعتماد على منهج بحثي مختلط يجمع بين المقابلات، الإستبيانات، والملاحظة الميدانية.

وكشفت النتائج المتوصل إليها أن نحو 90% من النفايات الإلكترونية يتم تدويرها بشكل غير رسمي لإستخراج المعادن القيمة مثل النحاس والألمنيوم، إلا أن غياب الأساليب الآمنة في التخلص من النفايات المتبقية يؤدي إلى تلوث الهواء والمياه والتربة، مما يشكل خطرا على صحة السكان. ورغم العوائد الإقتصادية لهذا النشاط تواجه ورش التفكيك تحديات كبيرة أبرزها ارتفاع تكاليف التشغيل وغياب الدعم التقني.

كلمات مفتاحية: إدارة النفايات، إدارة النفايات الإلكترونية، منطقة جنوب الخليل.

تصنيفات JEL : Q5, Q53, Q56

المؤلف المرسل: شبراوي أسماء، **جامعة عبد الحميد إبن باديس**، asmaa.shabrawi@univ-mosta.dz

1. مقدمة:

حسبما جاء في تقرير الأمم المتحدة تعتبر قارة إفريقيا مكبا لنفايات بأنواعها، والقادمة من الدول المتقدمة على وجه الخصوص، فإن منطقة الخليل في فلسطين تعتبر مكبا للكيان المحتل للنفايات بشكل عام والنفايات الإلكترونية بشكل خاص، فهذه الأخيرة تعتبر واحدة من أخطر وأسرع تيارات النفايات نموا في العالم وفقا لتقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، حيث يتم التخلص منها بشكل غير قانوني في الدول النامية أو المناطق التي تفتقر إلى التشريعات الصارمة.

ففي فلسطين وبالأخص في جنوب محافظ الخليل أصبحت النفايات الإلكترونية القادمة من الكيان المحتل مشكلة بيئية وصحية خطيرة، حيث تشير تقارير معهد الأبحاث التطبيقية–القدس (ARIJ) إلى أن الإحتلال يستغل الضعف التشريعي والبنية التحتية الفلسطينية لتوجيه كميات كبيرة من النفايات الإلكترونية إلى مناطق مثل جنوب الخليل (ARIJ, 2014)، أين يتم تفكيكها وحرقها بطرق بدائية تسبب تلوثا للهواء والمياه والتربة وتتسبب في أمراض عديدة لأفراد المنطقة، فهذه الممارسات لا تؤثر فقط على البيئة بل تشكل تهديدا مباشرة على صحة السكان المحليين الذين يتعرضون للمواد السامة المنتشرة نتيجة لحرق النفايات الإلكترونية.

وبالتالي فهذا الوضع يستدعي تسليط الضوء عليه ودراسة واقع إدارة النفايات الإلكترونية في مناطق جنوب الخليل، وفهم مختلف الآثار البيئية والإقتصادية والإجتماعية الناتجة عنها.

1.1 إشكالية الدراسة:

يتم التعامل مع النفايات الإلكترونية بجنوب الخليل عبر شبكة خردة غير رسمية، حيث يجمع الفلسطينيون النفايات بشكل غير رسمي من المحتل ثم يقومون بإعادة بيعها، وهو ما يجعلها مصدرا مهما للدخل بالنسبة للمجتمع المحلي، إلا أن ذلك يرافقه ممارسات خطرة بيئيا وصحيا، وهو ما يرز الحاجة لفهم واقع إدارة النفايات الإلكترونية بجنوب الخليل وإيجاد حلول متكاملة تتماشى مع السياسات الفلسطينية، بالإعتماد على أدلة علمية تساعد على وضع معايير وقوانين مناسبة للوضع الفعلي، وفي هذا الإطار جاءت هذه الدراسة للإجابة على الإشكالية التالية:

ما هو واقع إدارة النفايات الإلكترونية ومدى مطابقتها للإدارة السليمة في جنوب الخليل خلال فترة الدراسة 2018/2017؟

2.1 أهداف الدراسة:

تحاول هذه الدراسة تسليط الضوء على واقع محافظة جنوب الخليل لإدارة النفايات الإلكترونية خلال الفترة الممتدة من 2017 الى 2018، حيث يمكن تلخيص أهداف هذه الدراسة في النقاط التالية:

- الوقوف على مفهوم النفايات الإلكترونية وكيفية إدارتها؛
- تقييم الوضع الحالي للنفايات الإلكترونية في منطقة جنوب الخليل بالإعتماد على مؤشرات مختلفة (الكميات، الأنواع، المكونات،...)؛
- فهم الإطار القانوني المنظم لعمليات التعامل مع النفايات الإلكترونية في المنطقة؛
- تحليل الجدوى الإقتصادية لإدارة النفايات الإلكترونية بالمنطقة ورسم خريطة لسلسلة القيمة الإقتصادية؛
- استكشاف الرؤى واقتراح الحلول لتحسين إدارة النفايات الإلكترونية بالمنطقة.

3.1 أهمية الدراسة:

تسلط هذه الدراسة الضوء على موضوع ذو أهمية كبيرة والمتعلق بإدارة النفايات الإلكترونية في مناطق جنوب الخليل خلال فترة الدراسة، خاصة في ظل التزايد المستمر في حجم هذه النفايات وتوسع تأثيرها البيئي ليس فقط على هذه المنطقة بل على المستوى العالمي، وهو ما يستدعي جهودا مستمرة لمواجهة التحديات الطارئة، حيث تحاول الدراسة تقديم رؤى جديدة لم تناقش بعد في الأبحاث الفلسطينية وحتى العربية، وهو ما يساهم في تحليل الواقع الحالي وتحديد الفرص الممكنة للتطوير، كما تسعى الدراسة لتحديد العقبات التي قد تعترض الإدارة الفعالة لهذه النفايات مما يمهد الطريق لوضع خطط إستراتيجية للتغلب عليها.

4.1 منهجية الدراسة:

إعتمدت الدراسة على المنهج المختلط الذي يجمع بين المنهج الكمي والمنهج النوعي بشكل متوازن، حيث تم جمع البيانات باستخدام أدوات بحثية متنوعة تشمل مقابلات مع الجهات الرقابية والتنفيذية بجنوب الخليل، بالإضافة إلى إستبيان معد خصيصا لمالكي ورش النفايات الإلكترونية، تضمنت الأسئلة المغلقة والمفتوحة مع الإعتماد على الملاحظة والمشاهدة لجمع البيانات المتعلقة بكميات وأنواع النفايات والطرق الحالية للتخلص منها.

ولضمان صدق الأداة البحثية تم عرض الإستبيان وأسئلة المقابلات على مجموعة من المحكمين المتخصصين في الإدارة البيئية والمجال البحثي للدراسة، وبعد الأخذ بملاحظاتهم وإجراء التعديلات اللازمة، تم إعتماد الأداة بشكلها النهائي لاستخدامها في جمع البيانات.

5.1 الدراسات السابقة:

– Young Jun Park, Derek J. Fray (2009). Recovery of high purity precious metals from printed circuit boards

تناولت هذه الدراسة عملية إسترجاع المعادن الثمينة من لوحات الدوائر المطبوعة المهملة (Waste Printed Circuit Boards - WPCB)، والتي تتميز بقيمتها الجوهرية نظرًا لإحتوائها على معادن ثمينة، حيث هدفت الدراسة إلى تطوير طريقة فعالة لإسترجاع هذه المعادن، واستخدم الباحثان الماء الملكي (Aqua Regia) كمحلول لإستخلاص المعادن، حيث تم ضبط نسبة الكتلة بين المعادن والمحلول عند 20/1 (غرام/مل). وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج هامة؛ إذ تم إسترجاع الفضة بنسبة 98% من الكمية المدخلة دون الحاجة إلى أي معالجة إضافية نظرًا لإستقرارها النسبي، أما البلاديوم فقد لاحظ الباحثان تكوّن راسب أحمر أثناء الإذابة، وبتحليل هذا الراسب، تبيّن أنه يتكون من مركب Pd (NH4)2Cl6)، وبلغت نسبة البلاديوم المسترجع 93% من الكمية المدخلة. وفيما يتعلق بالذهب، لجأ الباحثون إلى استخدام تقنية الاستخلاص السائل–السائل (Liquid-Liquid Extraction) بإستخدام مادة التولوين لإستخراج الذهب بشكل انتقائي. وخلصت الدراسة إلى أن هذه الطرق تمثل أسلوبًا واعدًا وفعالًا لإسترجاع المعادن الثمينة من النفايات الإلكترونية، مما يعزز من أهمية إعادة تدوير هذه المواد في الحفاظ على الموارد وتقليل الأثر البيئي.

– Yasar.N Kavil, Hassan Alshemmari, Mohammed.M Alkasbi , Saeed Alelyani, Mohammed I Orif, Radwan Kh Al-Farawati (2025). Electronic waste and environmental diplomacy: How GCC E-waste management interfaces with the Stockholm Convention

سلطت الدراسة الضوء على العلاقة بين إدارة هذه النفايات في دول الخليج ومدى توافقها مع إتفاقية ستوكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة (POPs)، إذ تشهد دول الخليج نموًا إقتصاديًا متسارعًا وحركة تحضر واسعة، مما أدى إلى إرتفاع كبير في إستهلاك المنتجات الإلكترونية، وبالتالي تزايد حجم النفايات الإلكترونية ما يجعل إدارة هذه النفايات أمرا ضروريا لتحقيق التنمية المستدامة. وخلصت الدراسة

إلى ضرورة تعزيز التعاون الدولي بين دول الخليج، وتوحيد معايير إدارة النفايات الإلكترونية، مع الإستثمار في التكنولوجيا لضمان الحد من الأضرار البيئية وحماية الصحة العامة، بما يدعم تحقيق الإستدامة البيئية.

– Maria Cristiane Neves de Carvalho, Ana Paula Silva de Souza, José Francisco de Oliveira Neto, Maisa Mendonça Silva, Lourdinha Florencio, Simone Machado Santos (2025). Management and recovery of critical and strategic raw materials from E-Waste: A case study in Brazil with a focus on printed circuit boards

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية إسترجاع المواد الخام الحرجة والإستراتيجية من لوحات الدوائر المطبوعة (WPCBs) ضمن النفايات الإلكترونية في إحدى المدن البرازيلية، بهدف تقدير كمية هذه النفايات وقيمتها الإقتصادية، ودراسة مساهمتها في دعم إدارة النفايات الصلبة. وتوصلت الدراسة إلى أن كمية WPCBs التي يمكن جمعها سنويًا تقدر بحوالي 149.9 طنًا، ويمكن أن تحقق المواد المسترجعة منها عائدًا ماليًا يبلغ نحو 255,123.63 دولار أمريكي (1,260,361.68 ريال برازيلي)، ما يمثل حوالي 3.24% من التكاليف السنوية لنظافة المدينة.

– القينعي عبدالحق (2022). دراسة تحليلية لواقع النفايات الإلكترونية حول العالم.

هدفت الدراسة إلى معرفة واقع النفايات الإلكترونية حول العالم، ومعرفة كيفية إدارتها ومخاطر التي تخلفها النفايات الإلكترونية على صحة الإنسان والبيئة، وهذا من خلال توظيف المنهج الوصفي. توصلت الدراسة إلى جملة من الاستنتاجات: تُعد النفايات الإلكترونية واحدة من أسرع النفايات نمواً بمعدل 4% سنوياً، وتُعد الدول الصناعية الأكثر انتاج لها؛ فحين أن معدل إعادة التدوير عالمياً يقدر بـ 17% فقط، وللحد من مخاطر النفايات الإلكترونية على صحة الإنسان والبيئة والموارد الطبيعية؛ يتم تطبيق عدة أساليب وطرق منها: طريقة التقليص وإعادة الاستخدام والتدوير وطريقة التخلص منها بطريقة آمنة، كما تفتح مجالاً للاستثمار وتوظيف العمال؛ وتوفيراً للموارد الطبيعية وتخفف من مستوى التلوث البيئي.

– نزار بلال، العايب سامية (2023). إدارة النفايات الإلكترونية وتداعياتها على السلامة البيئية.

تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية إدارة النفايات الإلكترونية في إطار سياسات حماية البيئة وصحة الإنسان، حيث تركز على ضرورة تبني آليات فعّالة لضبط تأثيرات النفايات الإلكترونية، وتوضح كيف أن الجزائر قد قامت بمواكبة التطورات العالمية في هذا المجال من خلال الإنضمام إلى الإتفاقيات الدولية التي تنظّم حركة هذه النفايات ودمجها في التشريعات الداخلية.

وتوصلت الدراسة إلى كون أن غياب وندرة وعدم كفاءة البنية التحتية لإدارة النفايات مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية يساهم في تفاقم المخاطر والأضرار الناتجة عن النفايات الإلكترونية في الوسط البيئي الجزائري.

2. الإطار النظري للدراسة:

1.2 مفهوم النفايات الإلكترونية:

حسب منظمة الصحة العالمية (WHO) فإنه يتم التخلص من ملايين الأجهزة الكهربائية والإلكترونية كل عام وذلك راجع لتقادمها وتعطلها وإلقائها من طرف أصحابها في سلة المهملات، وبذلك تعتبر هذه الأجهزة عبارة عن نفايات إلكترونية يمكن أن تشكل تهديدا كبيرا على صحة الإنسان وبيئته إذا لم يتم التخلص منها وإعادة تدويرها بشكل مناسب (WHO, 2024)، وبذلك تعرف النفايات الإلكترونية حسب شركة Gartner الرائدة في تكنولوجيا المعلومات والإتصالات بأنها "المعدات الكهربائية والإلكترونية المهملة والتي وصلت لعمرها الإنتاجي النهائي، وتشمل هذه النفايات كلًا من المواد القيّمة والمواد الخطرة، بحيث تتطلب الأخيرة معالجة خاصة أثناء عملية إعادة التدوير" (Gartner، 2024)، ووفقا لمفوضية الإتحاد الإفريقي فإن النفايات الإلكترونية تشمل على مجموعة واسعة من الأجهزة الإلكترونية، بدءاً من الأجهزة المنزلية الكبيرة، ومعدات تكنولوجي المعلومات والإتصالات، وأجهزة الإضاءة، والأجهزة الطبية، وأدوات المراقبة والتحكم، والموزعات الأوتوماتيكية، والإلكترونيات الإستهلاكية كالأدوات الكهربائية والإلكترونية، والألعاب، ومعدات الترفيه والرياضة، والهواتف المحمولة، وصولا إلى أجهزة الكمبيوتر" (African Union Commission, 2023, p. 01).

وذهبت الشراكة العالمية لإحصائيات النفايات الإلكترونية إلى أبعد من هذا في تعريف النفايات الإلكترونية، حيث إعتبرتها شاملة لجميع عناصر المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) وأجزائها التي تخلص منها أصحابها بإعتبارها نفايات دون نية إعادة إستخدامها، كما وأشارت للمصطلحات المختلفة المرادفة لهذا المفهوم مثل "WEEE" (النفايات الكهربائية والإلكترونية)، و"الخردة الإلكترونية" (e-scrap) وذلك حسب المنطقة الجغرافية المتعددة. كما وقسمت هذه الشراكة النفايات الإلكترونية إلى ستة فئات رئيسية تتمتع كل منها بدورة حياة مختلفة؛ معدات تبادل الحرارة، الشاشات وأجهزة المراقبة، المصابيح، المعدات الكبيرة، المعدات الصغيرة، معدات تكنولوجيا الإعلام والإتصال (Naarmala, Shamsuzzoha, & Tuomi, 2024, p. 413).

وبناء على ذلك يمكن القول بأن النفايات الإلكترونية (E-waste) هي جميع المعدات الكهربائية والإلكترونية التي تم التخلص منها نتيجة التقادم، الأعطال، أو عدم الحاجة إليها، والتي تشكل تحديا بيئيا وصحيا لمختلف الكائنات الحية بسبب إحتوائها على مواد خطرة مثل الزئبق والرصاص، وتشمل الحواسيب، الهواتف المحمولة، الأجهزة المنزلية، والمعدات الطبية والإلكترونية الإستهلاكية. ويتم قياسها من خلال مؤشرات مختلفة على غرار كمية الاجهزة المهملة، طرق التخلص منها، ومدى خضوعها لعمليات إعادة التدوير أو المعالجة البيئية.

2.2 مفهوم إدارة النفايات الإلكترونية:

أصبحت النفايات الإلكترونية مشكلة بيئية متزايدة النمو على المستوى العالمي وذلك راجع للتطور الكبير والسريع الذي يشهده القطاع التكنولوجي، فبمجرد إستحداث تكنولوجيا جديدة يتم إستبدال الأجهزة القديمة بما تم التوصل إليه حديثا، وبالتالي يتخلص الملايين من الأجهزة الإلكترونية في مدافن النفايات، وهو ما يلحق ضرارا بيئيا كبيرا، ما يستوجب آليات فعالة لإدارة هذه النفايات.

وفي هذا الإطار تشير إدارة النفايات إلى الممارسات التي يتم من خلالها جمع ونقل وفرز ومعالجة والتخلص من مختلف مكونات النفايات الإلكترونية إلى جانب القيام بالرقابة على عمليات التخلص النهائي منها (Meshach, Baltharzza, & Addai, 2018, p. 27). فالحكومات تسعى للإستخدام الأمثل والفعال للموارد الطبيعية، وتقليل النفايات، وتطوير منتجات ذات عمر أطول واستخدام أقل للمواد الخطرة، إضافة إلى تطوير أنظمة إعادة التدوير والتخلص من النفايات بطرق مستدامة بيئيًا. وتعد هذه القضايا من بين المسائل التي يجب معالجتها من قبل جميع الجهات المعنية، مع ضمان النمو الإقتصادي وتحسين جودة الحياة، وذلك كجزء من إدارة النفايات الإلكترونية (Ganguly, 2022, p. 5).

3.2 مكونات إدارة النفايات الإلكترونية وآثارها على صحة الإنسان:

تتكون النفايات الإلكترونية من العديد من المركبات الكيميائية الخطيرة والتي تشكل تهديدا مباشرا على صحة الإنسان والبيئة، ومن أبرز هذه العناصر الكيميائية وتأثيراتها الصحية نجد (Kramer, 2023, p. 33):

- **الرصاص (Pb)**: ويتواجد في البطاريات والدوائر الكهربائية إضافة إلى أنابيب أشعة الكاثود، وقد يؤثر بشكل كبير على الجهاز العصبي للإنسان، الكلى، والكبد، كما قد يسبب إعاقات معرفية عند الأطفال؛

– **الزئبق (Hg)**: يمكن إيجاده في الشاشات، الحساسات، البطاريات، وهو يسبب إضطرابات عصبية وتنفسية للإنسان، كما قد يؤدي إلى تلف الدماغ ويؤثر على نمو الأطفال؛

– **الكادميوم (Cd)**: يتواجد في الموصلات الإلكترونية والبطاريات، ويعتبر خطير جدا بالنسبة للإنسان كونه يتراكم في الكلى والرئتين، وهو ما يؤدي إلى أمراض مزمنة والسرطان؛

– **الكروم (Cr)**: متواجد بشكل كبير في الطلاء المعدني للدوائر الإلكترونية، وقد يؤدي إلى إضطرابات تنفسية وسرطان الرئة؛

– **الزرنيخ (As)**: موجود في الهواتف المحمولة، رقائق أشباه الموصلات، وهو يسبب مشاكل في الجهاز العصبي والجلد، وقد يؤدي إلى السرطان؛

– **النيكل (Ni)**: يمكن العثور عليه في رقائق الدوائر الكهربائية والبطاريات، ومخاطره مرتبطة بأمراض الجهاز التنفسي، الحساسية، والسرطان؛

– **الألمنيوم (Al)**: ويتواجد بأجهزة التلفاز، الطابغات، الهواتف المحمولة، وقد يؤثر على الدماغ والجهاز العصبي، كما قد يتسبب في أمراض تنكسية مثل الزهايمر.

فتعرض الإنسان لهذه المواد بشكل متكرر يؤدي إلى تراكمها في الجسم خصوصا في الأحماض الدهنية، وهو ما يسبب مشاكل صحية، كما أنه بمرور الوقت ستستمر هذه الملوثات في الإنتقال من مكان لآخر وهو ما يؤدي لإنتشارها على نطاق واسع ووصولها حتى الأماكن البعيدة، وقد يمتد خطر هذه المواد إلى البيئة الزراعية مما يؤدي إلى تلوث المحاصيل الغذائية التي تنمو في المزارع القريبة من مواقع المعالجة (Arya & Kumar, 2023, p. 196).

4.2 فئات ومصادر النفايات الإلكترونية:

وفقا لتوجيهات الإتحاد الأوروبي حول النفايات الإلكترونية والكهربائية (EU Directive 2002)، فإنه يتم تصنيف النفايات الإلكترونية إلى عشر فئات رئيسية، تشمل: الأجهزة المنزلية الكبيرة مثل الثلاجات والغسالات، والأجهزة المنزلية الصغيرة مثل المكانس الكهربائية، وأجهزة المستخدم كأجهزة الحواسيب والهواتف الذكية، بالإضافة إلى فئات أخرى مثل معدات الإضاءة، والألعاب، والأجهزة الطبية، والموزعات الأوتوماتيكية، ومعدات المراقبة والتحكم. ومن جهة أخرى، أشار تقرير الرصد العالمي للنفايات الإلكترونية لسنة 2020 إلى أن النفايات الإلكترونية تصنف إلى ستة فئات رئيسية وفقا لمصدرها، ويشمل

هذا تصنيف 54 منتجا مختلفا يتم فرزها بناء على تركيبتها المادية ووزنها وعمرها الإفتراضي، وتتمثل فيما يلي (Debbarma, Kumar, Suyal, & Soni, 2023, pp. 08-09):

- **المعدات الكبيرة:**

وتشمل المعدات ذات الحجم الكبير التي تستخدم بشكل شاسع في المنازل والمكاتب مثل غسالات الصحون، الغسالات، أجهزة تجفيف الملابس، بالإضافة إلى معدات النسخ الكبيرة، وآلات الطباعة، والألواح الكهروضوئية.

- **معدات تبادل الحرارة:**

وتتمثل هذه الفئة في الأجزة التي تستخدم في التبريد والتجميد والتدفئة كامضخات الحرارية، ومكيفات الهواء، وأجهزة التبريد، والثلاجات، والمجمدات.

- **الشاشات وأجهزة العرض:**

وتتضمن هذه الفئة أجهزة مثل شاشات الكومبيوتر، وأجهزة التلفزيون، وأجهزة الحواسيب المحمولة، والأجهزة اللوحية، وأجهزة الدفاتر الإلكترونية.

- **المصابيح:**

تتضمن هذه الفئة نفايات من مصادر فلورية كمصابيح LED، ومصابيح التفريغ عالية الكثافة (HID)، والمصابيح الفلورية المدمجة، ومصابيح القوس الزينونية، والمصابيح المتوهجة.

- **المعدات الصغيرة:**

تضم هذه الفئة المعدات المستخدمة بشكل متكرر في المطبخ وغيرها من الإستخدامات مثل أفران الميكروويف، والمكانس الكهربائية، والمواقد الكهربائية، والمحامص، والغلايات الكهربائية، وأجهزة الوزن الكهربائية، وأجهزة الراديو، وكاميرا الفيديو، والأدوات الكهربائية والإلكترونية، وأجهزة القياس والمراقبة الصغيرة، والأجهزة الطبية الصغيرة.

- **معدات تكنولوجيا المعلومات والإتصالات الصغيرة:**

وضم هذه الفئة الأجهزة الصغيرة الخاصة بتكنولوجيا المعلومات والإتصالات مثل الهواتف الذكية، والآلات الحاسبة المصغرة، والساعات الذكية، وأجهزة التوجيه (الراوتر)، والمودمات، وأجهزة الكمبيوتر الشخصية، والطابعات الصغيرة، والهواتف الأرضية، وأجهزة تحديد المواقع (GPS).

5.2 إدارة النفايات الإلكترونية:

1.5.2 وسائل ودعائم إدارة النفايات الإلكترونية:

مع تزايد المخاطر البيئية والصحية للنفايات الإلكترونية فإنه من الضروري تبني ممارسات فعالة لإدارتها وتسييرها، ويتطلب ذلك إستخدام وسائل ودعائم متعددة لضمان التخلص السليم وإعادة التدوير الفعال لهذه النفايات، ويمكن التطرق لأهمها في النقاط التالية:

- **الأطر القانونية والبنية التحتية:**

تعد الاطر القانونية والبنية التحتية من العناصر الاساسية في إدارة النفايات الإلكترونية بشكل فعال، حيث تشكل الأطر القانونية الخريطة المنظمة للممارسات الهادفة للتخلص من النفايات وحماية البيئة والصحة العامة، ونجد من بينها إتفاقية بازل والتي تضع تعليمات صارمة بهدف التحكم في نقل النفايات الإلكترونية الخطرة عبر الحدود والتخلص منها، حيث تسعى هذه الإتفاقية إلى ضمان إدارة سليمة بيئيا لهذه النفايات (basel, 2025). كما يلاحظ إعتماد العديد من الدول على مبدأ "المسؤولية المنتج الممتدة EPR" والتي تلتزم بموجبه المؤسسات بتحمل مسؤولية منتجاتها من مرحلة التصميم إلى غاية مرحلة التخلص النهائي، بما في ذلك جمع ومعالجة النفايات الإلكترونية المترتبة عن منتجاتها، فهذا المبدأ يهدف إلى تشجيع المؤسسات على تصميم منتجات أكثر إستدامة وتقليل أثرها البيئي (India, 2025).

بالإضافة إلى ذلك، تتطلب الإدارة الفعّالة للنفايات الإلكترونية وجود بنية تحتية متطورة تشمل مراكز متخصصة لجمع وفرز النفايات، ومنشآت معالجة وإعادة تدوير مجهزة بتقنيات حديثة لإستخلاص المواد القيمة والتخلص الآمن من المواد الضارة. فعلى سبيل المثال، وضعت وزارة البيئة الأردنية خطة وطنية لإدارة النفايات للفترة 2022–2026، تهدف إلى إنشاء البنية التحتية المناسبة وتطبيق منظومة هرمية لإدارة النفايات، بالإضافة إلى تطوير التشريعات الناظمة للنفايات ووضع إطار عام لها لتلافي الازدواجية في العمل وتحديد المسؤوليات (moenv، 2022).

- **آلية الجمع وإعادة التطوير:**

تنوع الأساليب والوسائل المستخدمة في جمع البيانات والتخلص منها من الركائز الأساسية الداعمة لإدارة نفايات فعالة، حيث تساهم في تقليل التأثيرات البيئية وإستعادة الموارد القيمة، تتضمن هذه الآليات ممارسات متعددة كبرامج إسترجاع المنتجات والتي بموجبها يقوم المصنعون بإستعاجة منتجاتهم عن إنتهاء

عمرها الإفتراضي، مما يقلل من النفايات الإلكترونية المنتشرة ويعزز الإستدامة البيئية. كما يم الإعتماد على تقنيات متطورة في معالجة النفايات الإلكترونية كالتفكيك الميكانيكي، والذي يسمح بفصل مكونات المنجات المختلفة لإعادة استخدامها أو إعادة تدويرها بشكل أكثر فعالية، واستخدام تكنولوجيات أخرى لإستخلاص المعادن النفيسة من النفايات الإلكترونية، وهو ما يساعد على إسترداد الموارد القيمة وتقليل الحاجة للتعدين التقليدي (R. Rajesh, 2022, pp. 01-02).

- **التوعية والتعاون الدولي:**

تتطلب الإدارة المستدامة للنفايات الإلكترونية جهودا متكاملة في مجالي التوعية والتعاون الدولي، فإطلاق حملات توعوية لأفراد المجتمع حول مخاطر النفايات الإلكترونية يساهم في زيادة الوعي العام بأهمية الإدارة السليمة لهذه النفايات، مما يؤدي إلى تقليل تأثيراتها البيئية والصحية. بالإضافة إلى ذلك، يُعد إدراج مفاهيم الإدارة المستدامة للنفايات الإلكترونية في المناهج الدراسية خطوة حيوية لتعزيز الوعي البيئي بين الطلاب، مما يُسهم في بناء جيل واعٍ بأهمية إدارة النفايات الإلكترونية وتأثيراتها على الصحة والبيئة. أما على الصعيد الدولي، يتطلب الحد من تهريب النفايات الإلكترونية وتعزيز البحث والتطوير في هذا المجال تعاونًا إقليميًا ودوليًا، هذا التعاون يشمل تبادل المعلومات والتقنيات بين الدول، ووضع سياسات مشتركة للحد من تهريب النفايات، وتعزيز الجهود البحثية لتطوير تقنيات إعادة التدوير والمعالجة المستدامة.

2.5.2 معوقات إدارة النفايات الإلكترونية:

بالرغم من الجهود الجادة المبذولة في سبيل إدارة النفايات الإلكترونية بشكل فعال وقليل أثرها البيئي، غير أنه لا تزال هناك العديد من العوائق التي تحول دون التنفيذ الفعال لأنظمة إدارة النفابات الإلكترونية، ويمكن تصنيف هذه العوائق إلى خمسة محاور رئيسية تسشمل:

- **غياب التخطيط الإستراتيجي وضعف الأطر التشريعية والنظيمية:**

أحد أبرز العوائق التي تعرقل إدارة النفايات الإلكترونية هي غياب التخطيط طويل الأجل حول كيفية التعامل مع هذه النفايات بشكل مستدام وأخذ المستقبل بعين الإعتبار، فنقص الإستراتيجيات المستدامة يؤدي إلى تراكم النفايات في المدافن ويتسبب في تفاقم الأضرار البيئية (Prakash & Barua, 2016, p. 04). كما أن قلة السياسات الموجهة لمعالجة مشكلة النفايات الإلكترونية المزايدة يضيق من

نطاق الحلول الفعالة الممكن تبنيها، فالسياسات والأطر التشريعية تعتبر من أهم الأدوات المنظمة لإدارة النفايات الإلكترونية والمساهم الأول في تحسينها (Balon, 2016, p. 119).

- **ضعف الوعي العام وعدم حساسية المجتمع للقضايا البيئية:**

يشكل الوعي العام عاملا رئيسيا في نجاح أنظمة إدارة النفايات الإلكترونية، فجهل المستهلكين بسياسات الإرجاع وإعادة التدوير يحد من مساهمة الأفراد في هذه العمليات، وهو ما يؤدي إلى إستمرار الممارسات العشوائية في التخلص من النفايات الإلكترونية (Rahman, 2012, p. 241)، كما أن غياب الوعي البيئي ونقص الإهمام به من طرف أفراد المجتمع يتسبب في إنتشار النفايات الإلكترونية، زيادة على محاولة التخلص منها بطرق غير رسمية والتي غالبا ما تتم بشكل غير آمن، وهو ما يتسبب في أضرار صحية وبيئية جسيمة (Abdulrahman, 2014, p. 463).

- **نقص مبادرات المسؤولية الإجتماعية والدعم المؤسسي:**

للمؤسسات دور محوري في تعزيز إدارة النفايات الإلكترونية كونها من أكبر المستخدمين للأجهزة والوسائل الإلكترونية، إلا أن غياب مبادرات المسؤولية الإجتماعية يؤدي إلى ضعف إلتزام المؤسسات بالممارسات البيئية المستدامة (Mudgal, 2010, p. 85). إلى جانب ذلك، يشكل ضعف الهيكل التنظيمي داخل المؤسسات وغياب الدعم المناسب إلى هيمنة القطاع غير الرسمي على إدارة النفايات الإلكترونية وهو ما يزيد من تعقيد عمليات التحكم في هذه النفايات (Turaga, 2019, p. 130).

- **محدودية الموارد البشرية والمالية:**

ندرة الموارد البشرية المؤهلة من الناحية التقنية يعتبر أحد التحديات الكبيرة التي واجه الدول خاصة النامية منها في إطار إدارة النفايات الإلكترونية، فالإعتماد غير المدروس على أنظمة دول أخرى أكثر تطور وتبنيها بالرغم من إختلاف البيئات والظروف يؤدي إلى تفاقم المشكلات عوض حلها، كما أن عدم توفر الإستثمارات المالية الكافية وغياب الدعم المالي لإنشاء مراكز لإعادة التدوير وتدريب العاملين يزيد من صعوبة تنفيذ هذه المشاريع (Kumar, 2018, p. 104).

- **قصور البنية التحتية والتكنولوجية:**

البنية التحتية الضعيفة تشكل عائقا أخر أمام إدارة النفايات الإلكترونية، حيث تواجه الدول صعوبات كبيرة في معالجة المخلفات الإلكترونية بكفاءة بسبب غياب التقنيات الحديثة (Jindal, 2011,

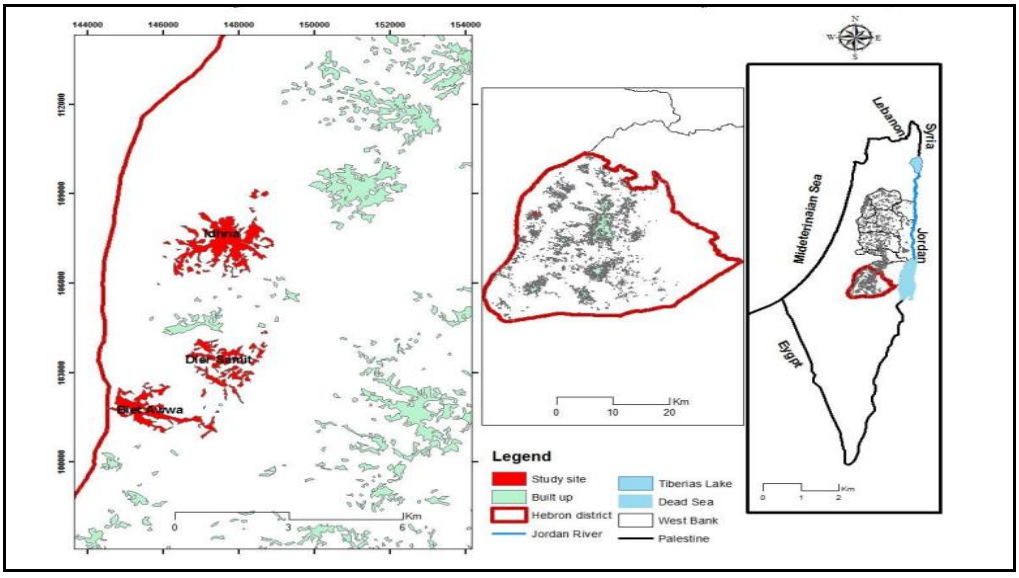
(p. 449، كما أن قلة الإستثمارات في المستودعات المناسبة ووسائل النقل الملائمة تعيق عمليات جمع النفايات وفرزها، مما يؤدي إلى تراكمها في مواقع غير آمنة (Abdulrahman, 2014, p. 463). علاوةً على ذلك، فإن ارتفاع تكلفة التكنولوجيا المتقدمة يشكل حاجزًا إضافيًا أمام تطوير حلول مستدامة لمعالجة النفايات الإلكترونية، حيث تتطلب عمليات إعادة التدوير الحديثة تقنيات ذات تكاليف تشغيلية مرتفعة، مما يزيد من صعوبة تبنيها في الدول ذات الموارد المحدودة (Scheinberg, 2011, p. 189).

3. الإطار التطبيقي للدراسة:

1.3 لمحة عن مناطق جنوب الخليل (إذنا، ودير سامت، وبيت عوا):

نظرا لان الدراسة تحاول تسليط الضوء على واقع إدارة النفايات الإلكترونية في محافظة جنوب الخليل، فإنه يجب التركيز على الخصائص الإجتماعية والإقتصادية للمنطقة والي تساهم في تفاقم هذه المشكلة، وتجعلها أكثر تأثيرا وتعقيدا على السكان والبيئة المحلية، حيث تواجه بلدات إذنا، ودير سامت، وبيت عوا تحديات متزايدة في التعامل مع التدفق المستمر لكميات كبيرة من النفايات الإلكترونية القادمة من الاراضي الفلسطينية المحتلة إلى الضفة الغربية، خاصة مع وقوعها بالقرب من جدار الضم والتوسع والذي جعلها مركزا لتجمع هذه المخلفات كما يوضحه الشكل 1:

الشكل 1: خريطة محافظة جنوب الخليل



المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني لسنة 2015

فكما يلاحظ من الشكل 1 فإن كل من إذنا، ودير سامت، وبيت عوا تصنف ضمن مناطق (ج) وهي مناطق تخضع للسيطرة من طرف الكيان المحتل بشكل كامل أمنيا ومدنيا، وهو ما يحد من قدرة السلطات المحلية الفلسطينية على وضع سياسات فعالة لإدارة النفايات أو تنفيذ إجراءا تنظيمية تحد من دخولها وتراكمها، فعلى الرغم من أن بعض المخلفات الإلكترونية والكهربائية يتم تجديدها وإعادة إستخدامها إلا أن جزءا كبيرا منها غير صالح للإستعمال، وهو ما يسبب تراكم كميات ضخمة من النفايات الإلكترونية في المنطقة، ويتفاقم هذا التراكم بسبب غياب الانظمة التنظيمية الفعالة، حيث لم تكن هناك تدابير رادعة تحد من ممارسات المعالجة غير السليمة، الأمر الذي ينعكس سلبا على المجتمع المحلي ويؤثر على البنية الإقتصادية للمنطقة.

2.3 آثار التخلص من النفايات الإلكترونية :

ممارسات التخلص غير السليمة وسوء إدارة النفايات الإلكترونية في محافظة الخليل تؤدي إلى آثار سلبية واسعة النطاق على البيئة والصحة العامة، وظهر ذلك من خلال:

1.2.3 التأثير على الحياة الحضرية والريفية:

نظرا لقرب العديد من ورش تفكيك النفايات الإلكترونية من المناطق السكنية والمدارس فإن عمليات حرق النفايات بشكل عشوائي تؤدي إلى إنبعاث كميات كبيرة من الدخان الأسود الكثيف يتسبب في تلوث الهواء لفترات طويلة، ولا يسبب هذا تلوثا بصريا فحسب بل ينتج عنه مواد ضارة تؤثر على جودة الحياة تؤدي إلى تحول المساحات الخضراء إلى مناطق ملوثة وفقدان الكثير من الأراضي التي كانت ذات يوم صالحة للزراعة لخصوبتها (ARIJ, 2014).

2.2.3 التأثير على الموارد المائية:

تتسرب المواد الكيميائية مثل الرصاص والزئبق إلى التربة وصولا إلى مصادر المياه الجوفية والتمديدات المائية وهو ما ساهم في تلوث الآبار التي تعتمد عليها المجتمعات المحلية، حتى أصبحت العديد من هذه الآبار خاصة في بلدة إذنا غير صالحة للإستخدام البشري نتيجة لإرتفاع مستويات التلوث (ARIJ, 2014).

3.2.3 التأثير على الأراضي الزراعية:

فيما يتعلق بالأراضي الزراعية فقط تمت إزالة مساحات واسعة من الأراضي الخصبة وتحويلها إلى مواقع لحرق النفايات الإلكترونية، وهو ما أدى إلى تدمير مئات الأشجار المثمرة وإحراق آلاف من أشجار

الزيتون وهو ما تسبب في خسائر إقتصادية كبيرة بما في ذلك فقدان إنتاج زيت الزيتون (TCCR، 2012).

4.2.3 التأثير على الصحة العامة:

على صعيد الصحة العامة فإن التعرض للمواد السامة المنبعثة من الحرق غير الآمن للنفايات الإلكترونية يزيد من خطر الإصابة بأمراض خطيرة بما في ذلك السرطان، حيث تدخل هذه السموم إلى الجسم عبر استنشاق الهواء الملوث، أو عبر إستهلاك مياه الشرب والمنتجات الزراعية الملوثة في المنطقة، مما يجعل السكان المحليين أكثر عرضة للمشاكل الصحية المزمنة.

4.3 كميات وأنواع النفايات الإلكترونية المعالجة بجنوب الخليل:

تشهد منطقة جنوب الخليل نشاطا ملحوظا من حيث الممارسات المرتبطة بإدارة النفايات الإلكترونية، حيث تنتشر ورك التفكيك وحرق بشكل كبير، ويظهر الجدول التالي المزيد من التفاصيل المرتبطة بكميات وأنواع النفايات الإلكترونية بالمنطقة:

الجدول 1: الكميات والأنواع الرئيسية للنفايات الإلكترونية بمنطقة جنوب الخليل

الموقع	عدد الورش	كورشات تفكيك %	شهريًا/ ورشة	المجموع (طن)	تدوير%	منتجات ثانوية	المحركات %	مكيفات %	سجلات دورية%
دير سامت	15	98%	90	1470	90	05-10	50	0	13%
إذنا	47	80%	90	4465	90	05-10	35	25	28%
بيت عوا	12	83%	90	600	90	05-10	50	25	0%

المصدر: من إعداد الباحثين.

يقدم الجدول 1 نظرة تفصيلية عن الكميات والأنواع الرئيسية للنفايات الإلكترونية في منطقة جنوب الخليل حسب القرى المختلفة خلال فترة الدراسة، حيث تظهر البيانات أن منطقة دير سامت تضم 15 ورشة، 98% منها تعمل في تفكيك النفايات الإلكترونية، مما يجعلها المنطقة الأكثر نشاطا في هذا المجال مقارنة بمنطقتي إذنا وبيت عوا. تليها إذنا بتواجد 47 ورشة، 80% منها نشطة في التفكيك،

بينما يوجد في بيت عوا 12 ورشة مع نسبة نشاط تصل إلى 83%. هذه الأرقام توضح أن نشاط تفكيك النفايات الإلكترونية منتشر بشكل واسع في هذه المناطق، مع تركيز ملحوظ في دير سامت.

ومن حيث كمية النفايات المعالجة يلاحظ أن البيانات تظهر أن إذنا تتصدر المناطق بمعالجة 4465 طنا من النفايات الإلكترونية شهريا، تليها دير سامت بـ 1470 طنًا، ثم بيت عوا بـ 600 طن. فهذه الأرقام تعكس حجم النشاط الإقتصادي المتعلق بإدارة النفايات الإلكترونية في هذه المناطق، مع وجود تفاوت كبير في الكميات المعالجة بينها. وتجدر الإشارة إلى أن نسبة التدوير في جميع المواقع تصل إلى 90%، مما يدل على كفاءة عالية في إعادة تدوير النفايات الإلكترونية واستخراج المواد القابلة لإعادة الإستخدام.

أما بالنسبة للمنتجات الثانوية فإن نسبتها تتراوح بين 5–10% في جميع المواقع، مما يشير إلى وجود فائض من المواد التي يمكن استخدامها في صناعات أخرى. ومن ناحية توزيع أنواع النفايات نلاحظ أن المحركات تشكل نسبة كبيرة من النفايات في دير سامت وبيت عوا (50%)، بينما تنخفض هذه النسبة في إذنا إلى 35%. ولكن في المقابل، تشكل المكيفات 25% من النفايات في إذنا وبيت عوا، بينما لا تظهر في دير سامت. بالإضافة إلى ذلك، تشكل السجلات الدورية 13% من النفايات في دير سامت و28% في إذنا بينما لا تظهر في بيت عوا. وهذا التوزيع يعكس اختلافًا في طبيعة النفايات الإلكترونية بين المناطق، مما قد يكون مرتبطًا باختلاف الأنشطة الصناعية أو التجارية.

5.3 تحليل الجدوى الإقتصادية لإدارة النفايات الإلكترونية بجنوب الخليل:

تعتمد عملية معالجة النفايات الإلكترونية بجنوب الخليل على سلسلة إقتصادية مترابطة تتضمن مجموعة من المراحل تم إستنتاجها من خلال مقابلة مع أصحاب الورشات، كالتالي:

- مصادر مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية؛
- جمع المخلفات الإلكترونية والكهربائية (الإبتدائية والثانوية)؛
- تكلفة وجدوى المواد المستردة.

وتعتمد الحسابات الإقتصادية في هذا التحليل على البيانات التي تم جمعها من 74 ورشة عمل عبر جميع المناطق المستهدفة للدراسة خلال فترة الدراسة، وتم توثيق جميع المراحل من خلال الإستبيانات والمقابلات مع العاملين في هذا القطاع، وتوفر الجداول التالية تفاصيلا دقيقة حول التكاليف والعوائد

المستخلصة من هذه العمليات، وهو ما يساعد على تقييم مدى كفاءة عمليات إعادة تدوير النفايات الإلكترونية في المنطقة:

الجدول 2: حسابات تكاليف التشغيل لعمليات التفكيك في ورش العمل في المناطق الثلاث المستهدفة

المجموعة	وحدة/الكل	وحدة تحصيل الرسوم (و.ن)
تلفزيونات، ميكروويف، أفران، الخ...	قطعة	8
ثلاجات	قطعة	10
مكيفات الهواء	كغ	1.5-2
غسالات الملابس	قطعة	10
محركات السيارات	قطعة	100-250
أجهزة الكمبيوتر	قطعة	15-20
الهواتف المنزلية	كغ	1
الطابعات	قطعة	3
الهواتف المحمولة	كغ	30-25
لوحات الهواتف المحمولة	كغ	90-100

المصدر: من إعداد الباحثين.

يستعرض الجدول 2 نظرة عن تكاليف التشغيل المرتبطة بعمليات تفكيك النفايات الإلكترونية في ورش العمل بمناطق جنوب الخليل (إذنا، ودير سامت، وبيت عوا) خلال فترة الدراسة، حيث يعكس الجدول التنوع الكبير في أنواع النفايات الإلكترونية التي يتم التعامل معها، ويشمل أجهزة منزلية مثل التلفزيونات والثلاجات والغسالات، وأجهزة إلكترونية أصغر مثل الهواتف المحمولة ولوحات الهواتف، كما يلاحظ أنه قد تم إحتساب الرسوم بناءً على وحدات قياس مختلفة مثل القطعة أو الكيلوغرام، وهو ما يعكس إختلاف طبيعة هذه الأجهزة وحجمها.

وكما يلاحظ من الجدول تعد محركات السيارات من أكثر العناصر تكلفة في عملية التفكيك حيث تتراوح رسوم تفكيكها بين 100 إلى 250 و.ن لكل قطعة، وهذه التكلفة المرتفعة قد تكون بسبب تعقيد عملية تفكيك المحركات وحجمها الكبير، بالإضافة إلى إحتوائها على مواد معقدة وخطرة أحيانًا. في المقابل تتراوح تكلفة تفكيك الأجهزة المنزلية مثل التلفزيونات والثلاجات والغسالات بين 8 إلى 10 و.ن لكل قطعة، وهي تكلفة معتدلة نسبيا تعكس حجم هذه الأجهزة وكمية المواد التي يمكن استخراجها منها.

وفيما يخص الأجهزة الإلكترونية الصغيرة تظهر البيانات أن تكلفة تفكيك الهواتف المحمولة ولوحات الهواتف مرتفعة نسبيا، حيث تتراوح بين 25 إلى 30 و.ن للكيلوغرام للهواتف المحمولة، و90 إلى 100 و.ن للكيلوغرام للوحات الهواتف، وهذه التكلفة قد تكون بسبب القيمة العالية للمواد المستخرجة من هذه الأجهزة مثل المعادن النفيسة. أما بالنسبة للأجهزة المكتبية مثل أجهزة الكمبيوتر والطابعات فإن تكلفة تفكيكها تتراوح بين 15 إلى 20 و.ن لكل قطعة لأجهزة الكمبيوتر، و3 و.ن لكل قطعة للطابعات، وهي تكلفة معتدلة تعكس سهولة تفكيك هذه الأجهزة مقارنة بغيرها.

الجدول 3: تحليل تكلفة الفائدة للطن الواحد من نفايات المعدات الإلكترونية والكهربائية في المناطق الثلاثة المستهدفة

البند	الوحدة	التكلفة (و.ن)
العمل (عمال)	شهر	13,500
كهرباء	شهر	300
ماء	شهر	500
تأجير	شهر	1,500
تكاليف الصيانة	شهر	2,000
تكاليف التشغيل (وقود وما إلى ذلك..)	شهر	4,000
أخرى إن وجدت (ضرائب، وما إلى ذلك..)	شهر	1,500
التخلص من المنتجات	الطن	90
أسعار البيع	**الوحدة**	**السعر (و.ن)**
الألمنيوم	طن	3,500 – 4,000
حديد	طن	600
نحاس	طن	18,500
لوحات إلكترونية مختلطة	كغ	10 – 12
بطاريات	طن	1,500

المصدر: من إعداد الباحثين.

يقدم الجدول 3 تحليلا شاملا لتكلفة الفائدة للطن الواحد من نفايات المعدات الإلكترونية والكهربائية في المناطق الثلاثة المستهدفة خلال فترة الدراسة، حيث يستعرض الجدول التكاليف الشهرية المرتبطة بعمليات التفكيك والإدارة، بالإضافة إلى أسعار بيع المواد المستخرجة من هذه النفايات، وتعد تكاليف العمالة الأعلى بين التكاليف الشهرية حيث تبلغ 13,500 و.ن شهريا، مما يعكس الإعتماد الكبير على العمالة البشرية في عمليات تفكيك النفايات الإلكترونية، بالإضافة إلى ذلك تشمل التكاليف الشهرية تكاليف الكهرباء (300 و.ن) والماء (500 و.ن)، وهي تكاليف منخفضة نسبيا لكنها ضرورية لتشغيل الورش، وتشمل التكاليف الأخرى تكاليف تأجير الورش (1,500 و.ن شهريا) والصيانة (2,000 و.ن شهريا)، والتي تعكس الحاجة إلى مساحات عمل مناسبة وصيانة دورية للمعدات، كما تشمل تكاليف التشغيل مثل الوقود 4,000 و.ن شهريا، بالإضافة إلى تكاليف أخرى مثل الضرائب تبلغ 1,500 و.ن شهريا، أما تكلفة التخلص من النفايات غير القابلة لإعادة التدوير فتبلغ 90 و.ن للطن الواحد وهي تشمل التخلص الآمن من المواد الخطرة أو غير القابلة للإستخدام.

من ناحية أخرى يلاحظ من خلال الجدول الذي يستعرض أسعار بيع المواد المستخرجة من النفايات الإلكترونية أن النحاس يعد من أكثر المواد قيمة، حيث يتراوح سعره بين 18,500 و.ن للطن الواحد مما يجعله من أهم المواد التي يتم استخراجها، يلي ذلك الألمنيوم الذي يتراوح سعره بين 3,500 إلى 4,000 و.ن للطن الواحد وهو أيضا من المواد ذات القيمة العالية، أما الحديد فيبلغ سعره 600 و.ن للطن الواحد وهي قيمة منخفضة نسبيًا لكنه لا يزال مادة مهمة في عمليات التدوير. بالنسبة للمواد الأخرى، تتراوح أسعار بيع اللوحات الإلكترونية المختلطة بين 10 إلى 12 و.ن للكيلوغرام الواحد، نظرًا لإحتوائها على معادن نفيسة، أما البطاريات فيبلغ سعر بيعها 1,500 و.ن للطن الواحد، وهي ذات قيمة أقل مقارنة بمواد مثل النحاس، لكن إعادة تدويرها مهمة لتقليل الآثار البيئية السلبية.

الجدول 4: تحليل التكاليف والعوائد الشهرية لمعالجة النفايات الإلكترونية والكهربائية في ورش التفكيك

البيان	القيمة
الكمية الإجمالية من النفايات التي تدخل الورشة شهريًا	80طن/شهر لكل ورشة عمل
متوسط الكمية التي تدخل من النفايات يوميًا	6563كغ (74 ورقة)
سعر بيع الأجهزة الإلكترونية المجمعة بعد التفكيك	2000 و.ن/طن
متوسط الكمية التي تتم معالجتها شهريًا	60طن/شهر لكل ورشة عمل
معدل الفاقد أثناء تفريغ النفايات	7%
كمية المواد المستردة شهريًا	60طن
تكلفة الشراء	16000و.ن /شهر (80 طن × 200 د.أ)
تكاليف التشغيل لكل ورشة عمل	23,390 و.ن /شهر
مجموع الإيرادات من عمليات البيع	12,690 و.ن /شهر
الكمية المعالجة يوميًا من الورشة	متوسط الكمية المحلية
إجمالي الربح الشهري	36,750 – 39,390و.ن/شهر
الربح السنوي	761,400و.ن/سنة

المصدر: من إعداد الباحثين.

4. الخاتمة

من خلال هذه الدراسة تم تسليط الضوء على واقع إدارة النفايات الإلكترونية في محافظة جنوب الخليل وبالتحديد في مناطق إذنا، ودير سامت، وبيت عوا، خلال فترة الدراسة من 2017 الى 2018 حيث تواجه هذه المناطق تحديات كبيرة بسبب التدفق المستمر للنفايات الإلكترونية القادمة من الاراضي الفلسطينية المحتلة مما يؤدي إلى تراكمها وتأثيرها السلبي على البيئة والصحة العامة والإقتصاد المحلي، فعلى الرغم من وجود بعض الجهود لإعادة تدوير هذه النفايات، إلا أن غياب الإطار التنظيمي الفعال والبنية التحتية المناسبة يجعل المشكلة أكثر تعقيدا.

وعلى العموم يمكن حصر أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة في النقاط التالية:

– تواجه مناطق إذنا، دير سامت، وبيت عوا تدفقا مستمرا للنفايات الإلكترونية القادمة من الأراضي الفلسطينية المحتلة، مستفيدة من موقعها القريب من جدار الضم والتوسع؛

– تصنف هذه المناطق ضمن مناطق (ج) مما يحد من قدرة السلطات الفلسطينية على فرض تنظيمات فعالة لإدارة النفايات الإلكترونية؛

– تؤدي الممارسات العشوائية في الحرق والتفكيك إلى تلوث الهواء والمياه وتدهور الأراضي الزراعية وتهديد الصحة العامة بجنوب الخليل؛

– تشكل ورش التفكيك مصدرا اقتصاديا مهما لسكان المنطقة حيث تحقق نسبة تدوير تصل إلى 90% مع التركيز على استخراج المعادن كالحديد والنحاس والألمنيوم؛

– على الرغم من العوائد الإقتصادية التي تنتج عن العمليات المرتبطة بإدارة النفايات الإلكترونية فإن تكلفة التشغيل المرتفعة والإفتقار إلى أساليب آمنة للتخلص من النفايات تشكل تحديا كبيرا للعاملين والسكان؛

– تعد محركات السيارات، أجهزة الكمبيوتر، والهواتف المحمولة من بين أكثر المنتجات التي تدر أرباحا، نظرا لقيمتها المادية العالية.

ومن إجل إدارة فعالة للنفايات الإلكترونية بجنوب الخليل، توصي الدراسة بـ:

– تعزيز الرقابة على الأنشطة المتعلقة بإدارة النفايات الإلكترونية، بالتنسيق بين السلطات المحلية والمنظمات الدولية، لضمان الإلتزام بآليات إعادة التدوير الآمنة؛

– تطوير برامج توعية مجتمعية حول المخاطر الصحية والبيئية المرتبطة بالممارسات العشوائية في معالجة النفايات الإلكترونية؛

– تقديم الدعم المادي والتقني لأصحاب الورش الخاصة بالتفكيك من أجل تحسين إجراءات السلامة المهنية وتقليل المخاطر البيئية؛

– إنشاء محطات معالجة مركزية للنفايات الإلكترونية تتوافق مع المعايير البيئية الدولية مما يضمن التخلص الآمن من المواد السامة؛

– توجيه جزء من العوائد الاقتصادية المتأتية من إعادة التدوير نحو مشاريع بيئية وتنموية، تساهم في تحسين البنية التحتية في هذه المناطق.

5. قائمة المراجع:

1- Abdulrahman, M. D. (2014). Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. International Journal of Production Economics, 147, 460–471.

2- African Union Commission. (2023). ELECTRONIC WASTE (E-WASTE) MANAGEMENT PLAN AND GUIDELINES -. worldbank.

3- ARIJ. (2014). the impacts of E-W disposal on the environment and public in the occupied Palestinian territory: accuse study from idna. Hebron governorate, Jerusalem.

4- Arya, S., & Kumar, S. (2023). Global E-waste Management Strategies and Future Implications. Elsevier.

5- Balon, V. S. (2016). Assessment of Barriers in Green Supply Chain Management. Global Business Review, 17(1), 116–135. doi:10.1177/0972150915610701

6- basel. (2025). Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal. Retrieved from https://www.basel.int/implementation/ewaste/overview/tabid/4063/default.aspx

7- بوزيان العجال، م. ح. (2022). دور الحوكمة البيئية في تحقيق التنمية المستدامة حالة المؤسسة الصناعية رام لتكرير السكر (مستغانم). Revue Les Cahiers du POIDEX, 11(1), 519-535. https://doi.org/10.35515/poidex.v11i1.197173

8- Debbarma, P., Kumar, S., Suyal, D., & Soni, R. (2023). Microbial Technology for Sustainable E-waste Management. Switzerland: Springer.

9- Ganguly, V. (2022). E-WASTE MANAGEMENT: Challenges and Opportunities in India. India: Routledge.

10- Gartner. (2024). Electronic Waste (e-Waste). Retrieved from https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/electronic-e-waste

11- India, G. o. (2025). EPR Portal for E-Waste Management. Retrieved from https://eprewastecpcb.in/#/

12- Jindal, A. &. (2011). Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing. Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing, 448–453. doi:10.1007/978-3-642-19692-8

13- Kramer, D. (2023). Electronic waste and the risks to human and environmental health: a bibliographical review. Tanzania Journal of Health Research, 24(2), 31-36.

14- Kumar, A. &. (2018). Evaluating critical barriers to implementation of WEEE management using DEMATEL approach. Resources, Conservation and Recycling, 131, 101–121. doi:10.1016/j.resconrec.2017.12.024

15- Meshach, A.-G., Baltharzza, O., & Addai, S.-P. (2018). E- Waste Management; A Collaborative Approach Towards Sustainability. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 07(01), 26-35.

16- moenv.الخطة الوطنية لادارة النفايات. وزارة البيئة، المملكة الأردنية الهاشمية (2022) .

17- مقدم، و. (2019). أهمية المسؤولية الاجتماعية في تحقيق التنمية المستدامة من خلال دعم نظم الإدارة البيئية . Revue Les Cahiers du POIDEX, *8*(2), 05-27. https://asjp.cerist.dz/en/article/145430.

18- Mudgal, R. K. (2010). Modelling the barriers of green supply chain practices. International Journal Logistics Systems and Management, 7(1), 81–107. Retrieved from http://www.inderscience.com/link.php?id=13460

19- Naarmala, J., Shamsuzzoha, A., & Tuomi, V. (2024). E-waste in Information Systems Research. Procedia Computer Science, 239, 412-419. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.188

20- Prakash, C., & Barua, M. K. (2016). A Multi-criteria Decision-making Approach for Prioritizing Reverse Logistics Adoption Barriers under Fuzzy Environment: Case of Indian Electronics Industry. Global Business Review, 17(5). doi:10.1177/0972150916656667

21- R. Rajesh, D. K. (2022). Electronic waste: A critical assessment on the unimaginable growing. Environmental Challenges, 7. doi:10.1016/j.envc.2022.100507

22- Rahman, S. &. (2012). Factors for implementing end-of-life computer recycling operations in reverse supply chains. International Journal of Production Economics, 140(1), 239–248. doi:10.1016/j.ijpe.2011.07.019

23- Scheinberg, A. S. (2011). Assessing urban recycling in low- and middle income countries: Building on modernised mixtures. Habitat International, 35(2), 188–198. doi:10.1016/j.habitatint.2010.08.004

24- TCCR .(2012) .burning of copper and toxic waste idna town, 'partners of change project in cooperation with the popular committee for combating the environmental pollution phenomenon in idna .Ta'awan centre for conflict. Resolution(tccr), Draft report.

25- Turaga, R. M. (2019). E-Waste Management in India: Issues and Strategies. ikalpa, 44(3), 27–162. doi:10.1177/0256090919880655

26- WHO. (2024, October 01). Electronic waste (e-waste). Retrieved from https://www.who.int/