

نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء لدعم الاستدامة البيئية شركة IBM نموذجا

Green Information Systems and Technologies to support Environmental Sustainability IBM Company as a Model

حنان يحيى الشريف، جامعة سطيف 1، (الجزائر)، h.lamis@yahoo.fr

تاريخ إرسال المقال: 28-04-2021 تاريخ قبول المقال: 03-06-2021

الملخص:

فرضت الاستدامة البيئية نفسها كتوجه يسعى لترشيد استخدام الموارد الطبيعية والحد من تدهور النظم البيئية، من خلال دمج العوائد الاجتماعية والبيئية والاقتصادية وفق نماذج أعمال مبتكرة تقوم على الإنتاج النظيف. تركز هذه الدراسة على نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء لدعم الاستدامة البيئية عبر الاستشهاد بتجربة شركة IBM خاصة وأن النفايات الالكترونية أصبحت تشكل قضية بيئية عالمية بسبب ارتفاعها غير المسبوق ولكونها تشكل تهديدا خطيرا على صحة الإنسان والنظام البيئي، وخلصت الدراسة إلى أن نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء تساهم في دعم الاستدامة البيئية فبالرغم من وجود تحديات عديدة كالربحية غير المؤكدة والتكاليف المرتفعة، إلا أن تجربة شركة IBM بينت أنه من الممكن تحقيق نتائج اقتصادية عبر اكتشاف أسواق غير تقليدية واقتناص فرص جديدة للنمو بعيدا عن الاستخدام المكثف للمواد الخام والطاقات غير المتجددة.

الكلمات المفتاحية: نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء، الاستدامة البيئية، شركة IBM.

Abstract: Environmental sustainability has imposed itself as an approach that seeks to rationalize the use of natural resources and limit the degradation of ecosystems, by integrating social, environmental and economic returns according to innovative business models based on cleaner production. This study focuses on green information systems and technologies to support environmental sustainability by citing the experience of IBM company, especially that electronic waste has become a global environmental issue due to its unprecedented rise and because it poses a serious threat to human health and the ecosystem. The study concluded that green information systems and technologies contribute In supporting environmental sustainability, despite the existence of many challenges such as uncertain profitability and high costs, the experience IBM had shown that it is possible to achieve economic results by discovering unconventional markets and seizing new opportunities for growth away from the intensive use of raw materials and non-renewable energies.

Key words: Green Information Systems and Technologies, Environmental Sustainability, IBM Company.

مقدمة:

أدت التأثيرات السلبية للأنشطة البشرية على البيئة إلى السعي إلى تبني مفاهيم الاستدامة البيئية التي تهدف إلى الحفاظ على الموارد الطبيعية وتطوير مصادر بديلة للطاقة والحد من التلوث البيئي، وتعد نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء أحد أهم الحلول المبتكرة للحد من انبعاثات الكربون والاحتباس الحراري من خلال رفع كفاءة بنيتها الأساسية وتطوير منظومتها التشغيلية، بشكل يسمح باستهلاك منخفض للطاقة وبعث مشاريع تشجع على إعادة تدوير النفايات الالكترونية. هذه الأخيرة يمكن النظر إليها كتهديد لمخاطرها على صحة الإنسان وإضرارها بالنظم البيئية وفي الوقت نفسه يمكن اعتبارها كفرصة بسبب ما تحتويه من مواد ثمينة تؤهلها لأن تكون مصدراً ثانوياً للمواد الخام، لذا يتم النظر لنظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء كمقاربة تهدف إلى تعزيز الكفاءة الطاقوية من خلال الدمج بين النتائج الاقتصادية والبيئية والاجتماعية أو ما يعرف بالحصيلة الثلاثية Triple Bottom Line، حيث تهدف إلى تحقيق الالتزام البيئي دون التخلي عن العائد الاقتصادي.

في إطار ما سبق سنحاول من خلال هذه الدراسة الإجابة على التساؤل التالي: **هل تساهم نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء في دعم الاستدامة البيئية؟**، حيث سوف يتم التطرق لأهمية تبني المنظمات لنظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء حتى تتمكن من تحقيق أهداف الاستدامة البيئية مع الإشارة لتجربة شركة IBM الرائدة في هذا المجال، من حيث قدرتها على دمج النتائج الاقتصادية والبيئية عبر إدارة مستدامة لنظم وتكنولوجيا المعلومات. وللاجابة على هذا التساؤل سيتم التطرق للمباحث التالية:

المبحث الأول: نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء

المبحث الثاني: نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء لدعم الاستدامة البيئية

المبحث الثالث: تجربة شركة IBM في تبني نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء لدعم الاستدامة البيئية

المبحث الأول: نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء

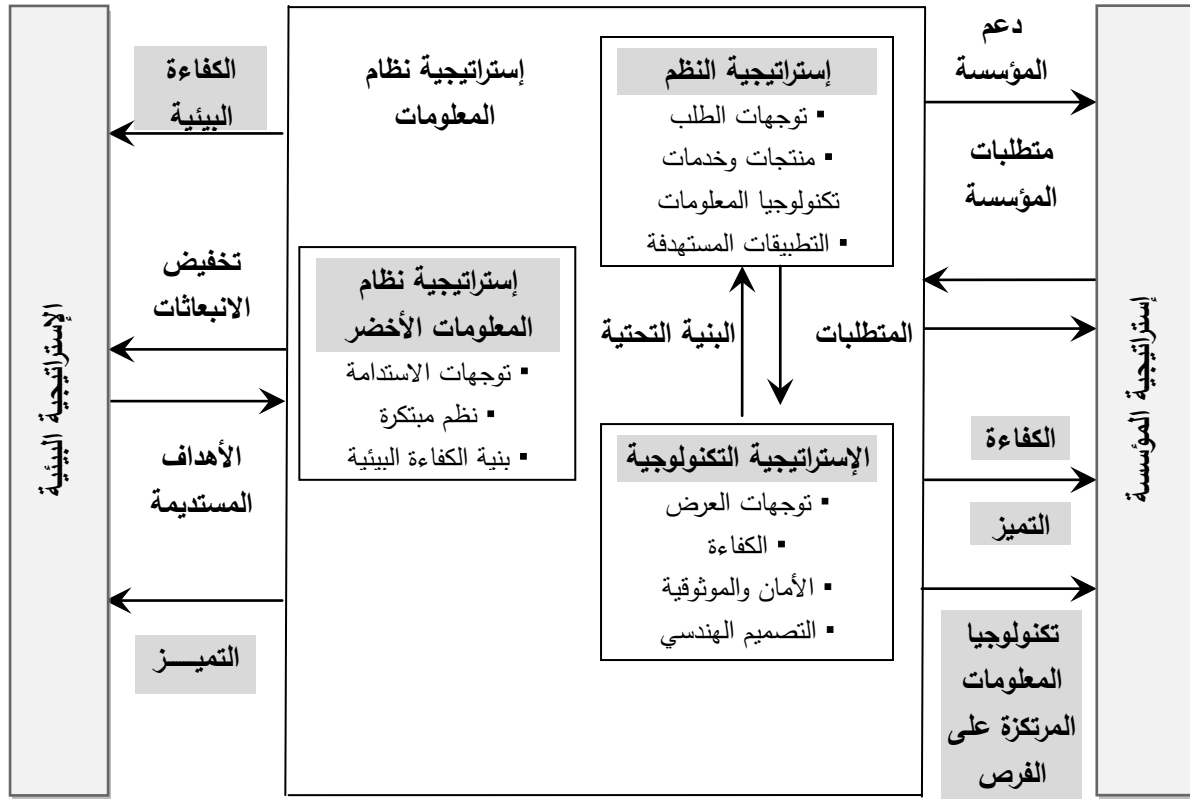
تهدف نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء إلى تصنيع واستخدام المعدات والبرمجيات ونظم الاتصالات بكفاءة وفعالية دون إلحاق ضرر بالبيئة واستنزاف غير عقلاني لمصادر الطاقة، فضلاً على إعادة تدوير النفايات الالكترونية والحد من التلوث من خلال تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك، فهذا المفهوم لا يقتصر على جعل هذه النظم والتكنولوجيات مستدامة إنما يتعدى ذلك إلى دعم المبادرات البيئية على مستوى المنظمة ككل وتسخير التكنولوجيا في تعزيز الوعي البيئي لدى أصحاب المصلحة.

المطلب الأول: مفهوم نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء

تعرف نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء على أنها تلك النظم التي تسمح بدراسة وممارسة وتصميم وتصنيع واستخدام أجهزة الكمبيوتر والخوادم والنظم الفرعية المرتبطة بكفاءة وفعالية مع تأثير ضئيل أو منعدم على البيئة، من خلال تحسين كفاءة الطاقة، تقليل استهلاك طاقة مركز البيانات، استخدام الطاقة المتجددة لتشغيل البيانات، ويتم النظر لنظم وتكنولوجيا المعلومات وفق المقاربة الخضراء على أنها مشكلة يجب التخفيف من حدتها فعلى سبيل المثال تعد مراكز البيانات مصدراً سريع النمو لانبعاثات الكربون وتحتاج إلى جعلها أكثر كفاءة من حيث استخدام الطاقة لتقليل تأثيرها على البيئة، وفي الوقت نفسه يمكن اعتبارها جزءاً من الحل لكونها تساهم من خلال ما يعرف بالشبكة الذكية في زيادة كفاءة إنتاج ونقل واستخدام الكهرباء.⁽¹⁾ تشتمل نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء على مقاربة شاملة ومنهجية لمواجهة التحديات المتعلقة بالبنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات ومدى مساهمتها في التقليل من الآثار البيئية ودعمها للممارسات المستدامة والدور الذي تلعبه في الاقتصاد المبني على نسبة كربون منخفضة.⁽²⁾ وتهدف إلى جعل تكنولوجيا المعلومات أكثر ملاءمة للبيئة ومحافظة على الموارد فهي تشتمل على حلول تساعد المنظمات على زيادة استدامتها البيئية، كما تدعم الكفاءة الطاقوية لتكنولوجيا المعلومات وتقلل من النفايات الإلكترونية.⁽³⁾ التي أصبحت تشكل مصدر تهديد حقيقي للبشرية بسبب ما تحتويه من مواد خطيرة تؤثر سلباً على صحة الإنسان وعلى توازن النظم البيئية.

يقتضي نظام المعلومات المستديم كما يوضحه الشكل رقم (1) دمج الإستراتيجية البيئية من خلال عنصرين هما التميز (ويعني تقديم منتجات وخدمات خضراء تكرر علامة تجارية تحترم البيئة) والكفاءة (وتعني الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية للحد من استنزافها بشكل مفرط)، فيما يقوم نظام المعلومات عند دمج البعد البيئي على ثلاثة ركائز هي توجهات الاستدامة (استهداف ومعالجة ونشر المعلومات بهدف تحقيق الاستدامة)، نظم مبتكرة (الاستفادة من مزايا التكنولوجيات الحديثة في دعم الإنتاج والتسويق الأخضر)، بنية الكفاءة البيئية (احترام البنية التحتية لنظم المعلومات لمعايير السلامة البيئية أو ما يعرف بالتكنولوجيا الخضراء).

الشكل رقم (1): نظام المعلومات المستديم



Source: LÖSER, F (2015), p94.

- الانتقال من نظم وتكنولوجيا المعلومات التقليدية إلى أخرى خضراء يستدعي انتهاج مقاربات مختلفة:⁽⁴⁾
- **مقاربة تكتيكية تدريجية،** حيث تحافظ المؤسسة على السياسات والبنية التحتية الحالية لنظام المعلومات مع تبني تدابير بسيطة لبلوغ أهدافها الخضراء مثل التقليل من استهلاك الطاقة، وتتميز هذه المقاربة بسهولة وانخفاض تكلفتها لكنها تتعلق فقط بالمدى القصير.
 - **مقاربة إستراتيجية،** حيث تقوم المؤسسة بإعداد خطة شاملة تشمل على جوانب أوسع لتحويل نظم معلوماتها إلى نظم معلومات خضراء وتسعى لتبني مبادرات مبتكرة، مثل إرساء كفاءة طاقة جديدة ونظم حوسبة صديقة للبيئة، أو قد تضع سياسات جديدة بخصوص شراء وتشغيل و/أو التخلص من موارد الحوسبة، وتأخذ هذه المقاربة بعين الاعتبار كفاءة التكلفة وتقليل البصمة الكربونية وعوامل أخرى مثل التسويق والعلامة التجارية.
 - **مقاربة خضراء عميقة،** حيث تتمكن المؤسسة من خلال هذا التوجه من تحسين مقاربتها الإستراتيجية حول نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء من خلال اعتماد تدابير إضافية مثل تبني سياسة

تعويض الكربون للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو استخدام الطاقة الخضراء المتولدة من الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح.

المطلب الثاني: محددات نجاح نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء

يعتبر تبني نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء تحولاً إستراتيجياً مهماً على المنظمة أن تسخر له مجموعة من الإمكانيات وترسم له جملة من الخطط التي من شأنها أن تضمن نجاحه، ومن بين العوامل والمحددات التي تؤثر على نجاح هذه النظم نجد: (5)

▪ **حجم المنظمة**، تمتلك الشركات الكبيرة إمكانيات أكبر لمبادرات تكنولوجيا المعلومات الخضراء لأنه كلما زاد عدد الموظفين زاد الوعي بهذه التكنولوجيا، فضلاً على أنه كلما زادت الموارد المخصصة زاد معدل نجاحها، حيث يعد حجم المؤسسة عاملاً مهماً ليس فقط لتنفيذ تكنولوجيا المعلومات الخضراء بل لنشر الابتكار فالمنظمات الكبيرة الحجم تمتلك موارد تقنية ومالية وإدارية كافية لتبني تقنية المعلومات الخضراء.

▪ **الثقافة والمناخ التنظيمي**، للثقافة التنظيمية تأثير كبير على تبني تكنولوجيا المعلومات الخضراء حيث يجب أن تكون المنظمات مستعدة لاعتماد عمليات جديدة مثل تقنية المعلومات الخضراء من خلال تطوير سياسة وإجراءات جديدة وأهداف الأعمال والأنظمة والبنية التحتية والتدريب والذي يشار إليه بالاستعداد التنظيمي، والذي يشمل أيضاً على وعي والتزام الموظفين بالإضافة إلى استعداد الموردين والمستثمرين والشركاء والعملاء لتكنولوجيا المعلومات الخضراء.

▪ **الالتزام، القيم والمبادئ**، يعد التزام الموظفين والإدارات العليا تجاه تقنية المعلومات الخضراء عاملاً تنظيمياً مهماً وهذا الالتزام هو انعكاس لمخاوف كفاءة الطاقة في إدارة تكنولوجيا المعلومات، كما تشير المواقف تجاه تكنولوجيا المعلومات الخضراء إلى المشاعر والقيم والمعايير المتعلقة بتغيير المناخ والاستدامة البيئية ودور تكنولوجيا المعلومات، وتجدر الإشارة إلى أن الموظفين الذين لديهم مواقف إيجابية تجاه تكنولوجيا المعلومات الخضراء هم الأكثر ممارسة لتكنولوجيا المعلومات بشكل فعال، لذا يعتبر الموقف من تكنولوجيا المعلومات الخضراء من الخصائص المؤثرة لكبار المديرين وهو أمر ضروري لنجاح تكنولوجيا المعلومات الخضراء.

▪ **نشر تكنولوجيا المعلومات الخضراء**، يعتمد نجاح ابتكار تكنولوجيا المعلومات الخضراء إلى حد كبير على مدى جدية المنظمة في نشر الابتكار، حيث يعد امتلاك الأفكار المبتكرة ونشرها على أصحاب المصلحة أمراً مهماً للغاية لنجاح أي مؤسسة حيث يسمح لها بتحقيق ميزة تنافسية إضافية وحصة سوقية

وفقاً لمستوى الأهمية التي توليها للابتكارات، كما أن فهم وتبني ونشر تكنولوجيا المعلومات الخضراء عبر المنظمات يساعد في تصميم التطبيقات التكنولوجية والتدخلات المؤسسية لدعم الاستدامة البيئية، وتوجد بعض العوامل الأساسية التي تؤثر على انتشار تكنولوجيا المعلومات الخضراء مثل نضج سياسات وممارسات وتقنيات تكنولوجيا المعلومات الخضراء، حوكمة تقنية المعلومات الخضراء والدوافع التنظيمية.

▪ **القيادة/الحوكمة الخضراء،** حيث يمكن للإدارة العليا للمنظمة التأثير على السياسات والممارسات التنظيمية كما أنها تلعب دوراً أساسياً في التأثير على سلوك العاملين، تتعلق الحوكمة بالبنية التحتية للإدارة لتنفيذ تقنية المعلومات الخضراء، أي نموذج التشغيل الذي يحدد إدارة مبادرات تكنولوجيا المعلومات الخضراء لفهم التأثيرات وتحديد أولويات الإجراءات وإدارة استجابات المؤسسة.

▪ **إستراتيجية الأداء،** لتحقيق أهداف تكنولوجيا المعلومات الخضراء يجب أن يكون لدى المنظمات إستراتيجية أداء خاصة بها من خلال الاعتماد على مجموعة من التقنيات مثل:

تقييم دورة الحياة LCA – Life Cycle Assessment وهي طريقة تستخدم لتقييم التأثيرات البيئية لتصميم الأجهزة وعمليات التصنيع؛

حاسبة بصمة الكربون من HP المستندة إلى الويب Web-based HP Carbon Footprint Calculator حيث تساعد هذه الآلة الحاسبة موظفي HP على تقييم استخدامهم للطاقة وانبعاثات الكربون بالإضافة إلى استخدام الورق؛

أداة إعداد التقارير البيئية ERT- Environmental Reporting Tool تهدف لإشعار الموردين بشأن الكشف عن المواد أو متطلبات الإبلاغ.

▪ **الأثر البيئي للصناعة،** حيث يعتمد نجاح مبادرة تكنولوجيا المعلومات الخضراء على القوانين البيئية الحالية، نظراً لأن الاحتباس الحراري هو قضية عالمية الآن فإن الحكومات تكافئ الشركات التي تتبنى تكنولوجيا المعلومات الخضراء، فتغير المناخ أصبح يشكل مخاطر هائلة وواسعة النطاق على الناس والمجتمعات والبيئة الطبيعية، ووفقاً للأمم المتحدة فإن الاستدامة البيئية هي القضية الرئيسية التي ستهيمن على المستقبل.

من خلال الشكل رقم (2) نلاحظ أن تبني نظم المعلومات الخضراء يخضع لمجموعة من المحددات تتدرج ضمن نوعين من العوامل قد تحفز أو تعيق هذا التوجه، حيث يرى Bokolo (2016) أن المنظمات تتجه لإرساء هذا النوع من نظم المعلومات كاستجابة للضغوطات التي يمارسها أصحاب المصلحة خاصة الزبائن فضلاً على الرغبة في الامتثال للقوانين البيئية واللوائح الحكومية. ويبدو أن

انتشار مفاهيم الاستدامة كالإنتاج الأخضر والممارسات الصديقة للبيئة ساهمت في اتجاه المنظمات الطوعي نحو تبني نظم المعلومات الخضراء، لأن هذه الأخيرة أصبحت تدعم تحقيق قيمة اقتصادية فضلاً عن القيمة الاجتماعية والبيئية فالإدارة العليا تتوقع من هذه النظم أن تحقق لها الكفاءة الاقتصادية وتخفض تكاليف البنية التحتية لنظم المعلومات وليس فقط الاستجابة للاعتبارات البيئية. غير أن إرساء نظم المعلومات الخضراء يواجه أيضاً مجموعة من المعوقات تتعلق بالقدرات التنظيمية والإدارية المتخصصة والغموض الذي يكتنف القيمة الاقتصادية التي قد تحققها هذه النظم.

الشكل رقم (2): محددات نجاح نظم المعلومات الخضراء

العوامل المحفزة على تبني نظم المعلومات الخضراء	العوامل المعيقة لتبني نظم المعلومات الخضراء
▪ تخفيض تكلفة البنية التحتية لنظم المعلومات ▪ الآفاق الاقتصادية لتعزيز الكفاءة ▪ الامتثال للوائح والقوانين البيئية ▪ الحصول على القبول الاجتماعي ▪ الاستجابة لضغوط أصحاب المصلحة ▪ ممارسات المنافسين تجاه نظم المعلومات الخضراء ▪ أخذ الاعتبارات البيئية بعين الاعتبار ▪ الحوافز الحكومية ▪ رؤية الإدارة العليا وإبداع الممارسين	▪ التكاليف المتعلقة بتبني نظم المعلومات الخضراء ▪ غموض حلول القيمة المضافة المتوقعة للمنظمة ▪ نقص الحوافز الحكومية ▪ قلة القادة الإداريين في نظم المعلومات الخضراء ▪ درجة التعقيد التي تتميز بها نظم المعلومات ▪ مدى تبني نظم المعلومات في الصناعة ▪ عدم ملائمة المهارات والخبرات والتدريب ▪ نقص في اللوائح الحكومية الملزمة ▪ عدم اعتبار نظم المعلومات الخضراء كأولوية

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على (Bokolo 2016)

المبحث الثاني: نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء لدعم الاستدامة البيئية

تسبب التقدم التكنولوجي الهائل في إحداث أضرار بليغة بالبيئة بسبب المخاطر الناتجة عن استخدام الأجهزة الإلكترونية، غير أن نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء يمكن لها أن تلعب دوراً حاسماً في دعم الاستدامة البيئية من خلال ترشيد استخدام الطاقة وإعادة تدوير النفايات الإلكترونية وإعادة هندسة العمليات الإنتاجية في إطار الإنتاج الأنظف الأقل استنزافاً للموارد الطبيعية.

المطلب الأول: مفهوم الاستدامة البيئية

لطالما اعتبر الأنجلوساكسونيون أن وظيفة المؤسسة هي تحقيق الربح مع غياب تام لمسألة الأخلاقية أو اللاأخلاقية، ويمكن فهم المنظور الأمريكي للأخلاق من خلال أطروحة M. Weber حول الأخلاق البروتستانتية وروح الرأسمالية، حيث أن العلاقة بين الديانة البروتستانتية والحياة الاقتصادية والاجتماعية تقوم على حقيقة أن الإنسان محكوم بحب التملك، وقد تطور مفهوم المسؤولية الاجتماعية للمؤسسة Corporate Social Responsibility خلال ستينيات وسبعينيات القرن الماضي، ويقوم على أنه يوجد شكل من أشكال التعاقد الضمني بين المؤسسة والمجتمع يقضي بتحمل هذه الأخيرة لمجموعة من الالتزامات اتجاه المجتمع الذي يملك حق مراقبتها.⁽⁶⁾ وتعتبر المسؤولية الاجتماعية عن مجموعة شاملة من السياسات والممارسات والبرامج المدمجة في العمليات، سلسلة القيمة وصنع القرار داخل المؤسسة بهدف تأصيل المسؤولية في الأعمال الحالية والمستقبلية، وهي تشترك مع مفهوم التنمية المستدامة في أخذها بعين الاعتبار اهتمامات أصحاب المصلحة الخارجيين.⁽⁷⁾ وقد عرفت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية سنة 1987 الاستدامة على أنها تنمية تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المستقبلية على تلبية احتياجاتها. حيث حث هذا المفهوم حث المنظمات ودفعها نحو تبني مقاربة بيئية تتضمن الحفاظ على الموارد الطبيعية والتقليل من هدرها. وذلك عبر تحقيق مجموعة من الأهداف:⁽⁸⁾

▪ **الكفاءة البيئية:** وتعني تقديم سلع وخدمات بأسعار تنافسية تلبي الحاجات الإنسانية وتحسن نوعية الحياة من خلال تخفيض الآثار البيئية وكثافة الموارد طوال دورة الحياة لمستوى أقل من طاقة الأرض على التحمل؛

▪ **العدالة البيئية:** وتعني المساواة بين الناس والأجيال خاصة فيما يتعلق بحق الحصول على الموارد البيئية، حيث يتم التركيز على المسؤولية الاجتماعية تجاه الأجيال المستقبلية التي سوف تتحمل نتائج التدهور البيئي والاستهلاك المفرط للموارد النادرة؛

▪ **الفعالية البيئية:** وتعني عمل الأشياء صحيحة -المنتجات والخدمات والنظم بدلا من جعل الأشياء الخاطئة أقل سوءاً، حيث يتطلب الحل الناجع للمشكلات البيئية التغيير في الذهنيات ونماذج الأعمال بجعل الفرد يتوقف عن إلحاق الضرر بالبيئة واستنزاف الموارد غير المتجددة، فالمؤسسات بحاجة اليوم إلى وضع أهداف أبعد من الكفاءة وأن تتبنى الاستدامة وإعادة البناء والتجديد كمعايير تنظيمية.

المطلب الثاني: دور نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء في دعم الاستدامة البيئية

أدى الانتشار المتزايد لاستخدامات تكنولوجيا المعلومات والاتصال والخدمات المرتبطة بها إلى خلق تحديات اجتماعية وإيكولوجية معتبرة لإدارة نظم المعلومات، حيث تواجه هذه الأخيرة متطلبات جديدة من قبل المؤسسات، المستهلكين والموظفين، فالإدارة المستدامة لنظام المعلومات لا تغطي الجانب الاقتصادي فقط وإنما تتجاوز النظرة التقليدية لتشمل الآفاق الاجتماعية والإيكولوجية.⁽⁹⁾

يجمع المختصون في نظم المعلومات على أن هذا الأخير يلعب دوراً محورياً في التنمية المستدامة من خلال تبني نظم الإدارة البيئية، الابتكار في سلسلة القيمة وإعادة هندسة العمليات الإنتاجية، وعلاوة على ذلك يسمح بطرح منتجات وخدمات مع تخفيض الآثار البيئية استناداً على مفهوم دورة الحياة، ما يسمح بخلق تميز تنافسي إن تم تقدير هذا من قبل المستهلكين، غير أن هذا الاهتمام بنظام المعلومات الأخضر بدأ مؤخراً بفعل التحديات التي فرضتها التغيرات المناخية.⁽¹⁰⁾ وقد تنبأت العديد من الدراسات بالدور المحوري الذي يمكن لنظام المعلومات أن يقوم به من خلال فهم وتغيير عمليات المؤسسة وإعادة ابتكارها حتى تدعم بشكل أفضل التنمية المستدامة، حيث أن نظم المعلومات كانت القوة الأكثر تأثيراً على تحسين الإنتاجية في نصف القرن الأخير، ونالت بالتالي النصيب الأكبر من البحث حول كيفية تصميمها وتطويرها، لذا فهي توفر فرصة للعديد من المنظمات لمعالجة موضوع التنمية المستدامة عبر تحسين الإنتاجية وخفض التكاليف وتعزيز الربحية.⁽¹¹⁾ في نفس السياق اعتبر F. Loser (2015) أنه يمكن لنظم المعلومات أن تؤثر على البيئة من خلال:

▪ **آثار سلبية مباشرة** ويمكن حصرها في المتطلبات من موارد تصنيع أجهزة تكنولوجيا المعلومات مثل الحواسيب والطابعات، الطاقة المستهلكة أثناء فترة تشغيل هذه الأجهزة، النفايات الإلكترونية الناتجة عن التخلص من الأجهزة القديمة؛

▪ **التقليل من الموارد والطاقات المستهلكة وتخفيض النفايات** بسبب قدرة نظم المعلومات على التغيير في تصميم عمليات المؤسسة من خلال إعادة هندسة العمليات الإنتاجية ما يؤدي إلى كفاءة عالية في استخدام الموارد، نظم معلومات الإدارة البيئية التي تقوم بتعقب وتحليل وترشيد تدفق الموارد في المؤسسة، نظم الإدارة البيئية التي تراقب نفايات وانبعاثات المؤسسة ما يسمح بالامتثال للقواعد ويضمن الشفافية فيما يتعلق بـ "البصمة" البيئية تجاه أصحاب المصلحة الخارجيين؛

▪ **التقليل من الآثار البيئية للمنتجات والخدمات النهائية** حيث بإمكان نظم المعلومات أن يساهم في: أتمتة المباني ما يسمح بإدارة متكاملة لنظم التدفئة والتبريد والضوء، إنشاء تكنولوجيا الشبكات الذكية التي تسهل الإدارة الديناميكية والمتوازنة للطلب على الكهرباء والتزويد بالطاقة المتجددة، تكنولوجيا توفير وقود السيارات التي تعتمد على وحدات التحكم في المحركات الذكية.

إذا نظرنا إلى التحديات التي تفرضها الجماعات الضاغطة فيما يتعلق بالآثار البيئية والاجتماعية للمؤسسات الاقتصادية، فإنه على المسيرين في عصر المعلومات أن يأخذوا بعين الاعتبار أخلاقيات المعلومة Information Ethics أي القضايا الأخلاقية المرتبطة بتطوير وتطبيق تكنولوجيا المعلومات.⁽¹²⁾ فهذه الأخيرة قادرة على أن تلعب أدوار مهمة في تزويد أصحاب المصلحة بمعلومات تتمتع بالموثوقية والمصادقية. كما أن الغرض من الإدارة المستدامة لنظم المعلومات هو المساهمة في وضع الأهداف الإستراتيجية وتحديد الرؤية الإستراتيجية الشاملة للمؤسسة من خلال أبعادها الاجتماعية والبيئية وليس فقط الاقتصادية.⁽¹³⁾

تساهم تكنولوجيا المعلومات بشكل إيجابي في التنمية المستدامة من ناحية الإعلام والتحسيس بالإشكاليات البيئية وتوفر المعلومات لجمهور واسع حول واقع استهلاك انبعاثات الكربون، كما أن الانتقال لمجتمع المعلومات المرتكز على اللامادية جعل الصناعات تستهلك موارد أقل، وفي الوقت نفسه تلعب تكنولوجيا المعلومات دوراً في التوعية بالتنمية المستدامة وإرساء سياسات أكثر فعالية بشأنها.⁽¹⁴⁾ وأصبحت الكثير من المنظمات الدولية المهتمة بالشؤون البيئية تنادي بضرورة تبني تكنولوجيا المعلومات الخضراء Green IT. التي تقوم على التطبيق المنهجي للاستدامة في كل عمليات إدارة المعلومة بهدف التقليل من الانبعاثات والنفايات المرتبطة بها وتحسين الكفاءة البيئية، ونظراً للتأثير المتنامي للابتكارات في تكنولوجيا المعلومات تقوم المنظمات بزيادة قدراتها في معالجة البيانات وتخزينها، فالتحول من المعلومات الورقية إلى المعلومات وقواعد المعلومات الرقمية أصبح الطريقة التي تؤدي بها المنظمة وظائفها، وفي هذا السياق تعبر تكنولوجيا المعلومات الخضراء عن الأنشطة والمجهودات التي تقوم بها المؤسسة حتى تدمج التكنولوجيات والعمليات الصديقة للبيئة دورة حياة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بأكملها.⁽¹⁵⁾ وفي السياق ذاته تدخل الحوسبة الخضراء Green Computing ضمن توجهات المسؤولية الاجتماعية الحديثة للمؤسسات، وتعني استغلال الموارد المتعلقة بأجهزة الحاسوب بكفاءة خاصة مع انتشار الحواسيب الشخصية وقواعد البيانات واستهلاكها الكبير للطاقة.⁽¹⁶⁾ فانتشار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الأعمال جعلها أداة ضرورية لإرساء المسؤولية الاجتماعية للمؤسسة.⁽¹⁷⁾ كما تتمكن نظم المعلومات

المستدامة من دعم الإدارة البيئية وتعزيز الاستدامة في المؤسسة من خلال المزايا التي توفرها فيما يتعلق بزيادة الوعي البيئي والأمن، الإدارة الاستباقية للمخاطر والتنبؤ بالحوادث.⁽¹⁸⁾ وتقوم بمجموعة من الأنشطة مثل التصميم بمراعاة الاستدامة البيئية، التصنيع الأخضر، إدارة الكفاءة البيئية، التخلص من النفايات وإعادة التدوير بشكل صديق للبيئة واستخدام مصادر الطاقة البديلة.⁽¹⁹⁾

وبالرغم من المساهمة الفعالة التي تقوم بها نظم المعلومات في دعم مسار التنمية المستدامة يشير العديد من الباحثين إلى أن هذه النظم قد تشكل مصدر خطر للبيئة بسبب النفايات الناتجة عن استخدامات التكنولوجيا وما تطرحه من مواد سامة في الطبيعة. لذا فالوجه الآخر لنظم المعلومات المستدامة هو التقليل من الأضرار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لمعدات الإعلام الآلي.⁽²⁰⁾ وليس فقط توفير المعلومات الخاصة بالقوانين والتشريعات المنظمة للإدارة البيئية في المؤسسات. فنظم المعلومات المستدامة يمكنها التأثير على التنمية المستدامة والمسؤولية الاجتماعية من خلال جعل المؤسسات يقظة بيئياً واجتماعياً من جهة ومحاولة الحد من استهلاك الطاقة والتحكم في النفايات المتعلقة بالمعلوماتية من جهة أخرى. وقد اقتنعت كبريات الشركات العالمية الرائدة في مجال البرمجيات بضرورة المشاركة في تخفيض انبعاثات الكربون.⁽²¹⁾ كما يوفر الابتكار في نظم المعلومات/تكنولوجيا المعلومات الخضراء حلولاً تساهم في التقليل من هدر الموارد وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وذلك أثناء عملية تصميم خدمات ومنتجات للمستخدمين النهائيين وبالتالي تقليل البصمة البيئية لأنشطة المؤسسة.⁽²²⁾ حيث يعتبر دمج الإستراتيجيات المستدامة مع التكنولوجيات الناشئة أحد أهم الأسس التي تقوم عليها نماذج الأعمال المعاصرة.⁽²³⁾

المبحث الثالث: تجربة شركة IBM في تبني نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء لدعم الاستدامة البيئية

دفع النمو المضطرد في النفايات الإلكترونية إلى دق ناقوس الخطر فيما يتعلق بتأثيراتها السلبية على البيئة، ما دفع ببعض الشركات المتخصصة في تصنيع الأجهزة والمعدات الإلكترونية إلى تبني مبادرات خضراء ودمجها في سياستها وإستراتيجياتها بهدف رفع كفاءتها الطاقوية، سواء كان ذلك استجابة لضغوط اللوائح والقوانين أو اقتناصاً لفرص جديدة يوفرها الاقتصاد الأخضر. ففيما تعتبر بعض الشركات تبني الاستدامة البيئية منهجاً مكلفاً وعالي المخاطر إلا أن شركات أخرى رأت فيه مصدراً آخر لتحقيق التميز والتفرد، من بينها شركة IBM التي تعتبر رائدة في إرساء نظم المعلومات الخضراء وأسست لتجربة ملهمة في هذا المجال.

المطلب الأول: النفايات الإلكترونية

تعد نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) مصدر خطر حقيقي على البيئة والإنسان ما يجعلها أحد أهم التحديات البيئية للقرن الواحد والعشرين. لكن في الوقت نفسه يمكن أن تشكل فرصة مواتية لتبني مقاربة الاقتصاد الدائري على المستويين البيئي والاقتصادي.⁽²⁴⁾ حيث يمكن الاستفادة منها عبر خضوعها لإعادة التدوير وما ينتج عن ذلك من فوائد تتعلق بترشيد الطاقة والحفاظ على الموارد، لذا تسعى العديد من المؤسسات المنتجة للأجهزة الإلكترونية على وجه الخصوص أن تركز جهودها في هذا المجال في إطار سعيها لتطبيق توصيات الأمم المتحدة حول الإنتاج الأنظف ومفاهيم التنمية المستدامة فضلاً على الانعكاسات الإيجابية لهذا التوجه على سمعتها وعلامتها التجارية.

النفايات الإلكترونية هي من النفايات الأسرع نمواً في العالم بمعدل إعادة تدوير منخفض نسبياً (15%) على المستوى العالمي، حيث ساهمت الابتكارات التكنولوجية المتسارعة وقصر عمر المنتجات في زيادة كمية هذا النوع من النفايات الإلكترونية، وبالرغم من أنها مكونة من الذهب والنحاس والبلاستيك إلا أن هذا الأخير يتواجد بشكل مفرط.⁽²⁵⁾ ومن المتوقع أن تنمو النفايات الإلكترونية حتى تصل بحلول 2021 إلى 52 مليون طن (بما في ذلك أجهزة الكمبيوتر، الحواسيب المحمولة، الهواتف الذكية، الأجهزة اللوحية والشاشات دون احتساب مجال واسع من الأجهزة الكهربائية الأخرى مثل أجهزة التبريد والإضاءة)، كما أن انبعاثات الكربون جراء استخدام هذه الإلكترونيات سيصل إلى 14% من إجمالي الانبعاثات بحلول 2040، حيث ستسبب في 400 مليون طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.⁽²⁶⁾ ومن المتوقع أن يبلغ نمو النفايات الإلكترونية 74.7 مليون طن بحلول 2030.⁽²⁷⁾

تواجه إدارة النفايات الإلكترونية تحديات بسبب التقدم التكنولوجي السريع مع زيادة كمية المنتجات الكهربائية والإلكترونية وتنوعها ما تسبب في انخفاض معدلات الجمع وإعادة التدوير ما يعني خسارة كبيرة للموارد القيمة الموجودة في النفايات الإلكترونية، وتعتبر هذه الأخيرة شديدة الصلة بالاستدامة البيئية لكونها يركز على تجنب هدر الموارد من خلال تحسين تصميم حلقات المنتجات والمواد والمكونات عبر الحفاظ على منفعتها وقيمتها الاستعمالية، ذلك لأن المنتجات الإلكترونية تستخدم مواد خام بالغة الأهمية فبالإضافة لكونها ذات قيمة اقتصادية وبيئية معتبرة فهي أيضاً عرضة لانقطاع الإمداد.⁽²⁸⁾ ففي إطار مبادئ الاستدامة البيئية يمكن النظر للنفايات الإلكترونية كمصدر مهم للمواد الثانوية التي يجب تجميعها والتخلي عن المواد الخام التقليدية بسبب التحديات التي تفرضها تقلبات أسعار السوق ونُدرة الموارد

ومدى توفرها وقابلية الوصول إليها. فضلاً على أن هذا النوع من النفايات يتميز بتجانس مكوناته.⁽²⁹⁾ ما يجعل إعادة تدويرها أمراً في المتناول بسبب سهولة تفكيكها. وقد أشار المنتدى الاقتصادي العالمي في تقريره عن النظرة الدائرية للمنتجات الإلكترونية الصادر سنة 2019 أن النفايات الإلكترونية قد تحتوي على معادن ثمينة مثل الذهب والنحاس والنيكل وكذلك المواد النادرة ذات القيمة الإستراتيجية التي من الممكن استرجاعها وإعادة تدويرها واستخدامها كمواد خام ثانوية للبضائع الجديدة لكن التحدي الذي تواجهه هذه العملية هو التعقيد المذهل حيث يمكن أن يتكون المنتج من أكثر من 1000 مادة مختلفة.⁽³⁰⁾

المطلب الثاني: تجربة شركة IBM

الشركة الأمريكية متعددة الجنسيات International Business Machines المعروفة اختصاراً بـ IBM تعد من أكبر الشركات المتخصصة في خدمات ومعدات وبرمجيات الإعلام الآلي. في تقريرها السنوي 2020 كشفت IBM أنها حققت أرباحاً تقدر بـ 73.6 مليار دولار أمريكي، وقد اعتبر Arvind KRISHNA رئيس مجلس الإدارة والرئيس التنفيذي لـ IBM أن أزمة المناخ هي واحدة من أكثر قضايا الشركة إلحاحاً في الوقت الراهن، فضلاً على أنها كانت رائدة في استدامة الشركات منذ ما يقارب نصف قرن من الزمن حيث يعود البيان الأول حول سياستها البيئية إلى سنة 1971، كما شاركت منذ ذلك الوقت جهودها في إدارة النفايات، الحفاظ على الطاقة، استخدام الكهرباء المتجددة وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، أما بخصوص توجهاتها المستقبلية تتخذ الشركة حسب رئيس مجلس إدارتها خطوات أخرى لتعزيز القيادة البيئية حيث وضعت هدفاً جديداً يتمثل في الوصول إلى صفر من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بحلول سنة 2030 للمساهمة في معالجة أزمة المناخ.⁽³¹⁾

تعتبر IBM من أولى الشركات التي نشرت تقريراً حول البيئة والصحة والسلامة سنة 1990 وهو ما يعتبر مرجعاً لما يعرف اليوم بالاستدامة، كما وظفت في السنة نفسها موظفين متخصصين في الشؤون البيئية.⁽³²⁾ في 2005 قامت IBM بإرساء نظام العمل عن بعد Tele-work System وهو تطبيق يضم أكثر من 20 ألف موظف مما يوفر قرابة خمسة ملايين جالون من الوقود وتقليل ما يصل إلى 50 ألف طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وقد ساهمت نظم المعلومات في تسهيل العمل الإلكتروني الذي يحد من التلوث والازدحام المروري، وفي سنة 2007 استثمرت مليار دولار في لتطوير مراكز بيانات ذات استهلاك طاقي أقل.⁽³³⁾ ولتحقيق أهدافها في الاستدامة البيئية تتبنى IBM مجموعة من المبادرات، نذكر منها:⁽³⁴⁾

" التصميم من أجل البيئة Design For Environment، حيث تقوم الشركة باكتشاف مخاطر المنتج المحتملة أثناء التصميم والتركيز على جميع مراحل دورة حياة المنتج بما في ذلك التغليف واختيار المواد والكفاءة الطاقوية وإمكانية إعادة التدوير.

" التصميم من أجل إعادة التدوير Design For Recycling، حيث تقوم الشركة بإعادة تدوير نفاياتها الصلبة غير الخطرة؛ إدارة نهاية عمر المنتج Managing Product End of Life حيث تقوم الشركة بإدارة نفايات المنتجات من خلال التركيز على إعادة الاستخدام وإعادة التدوير.

وقد قامت IBM بتصنيع تكنولوجيا المراقبة الخضراء للمحمول Green Mobile Monitoring Technology لتحسين الكفاءة الطاقوية لمراكز البيانات، وقد ساعدت هذه التكنولوجيا في إيجاد فرص لتقليل استهلاك الطاقة في مراكز البيانات المختلفة، وقد ذهبت IBM أبعد من ذلك من خلال استخدام تكنولوجيا الحوسبة السحابية Cloud Computing Technology التي تسمح بتحقيق وفورات في الطاقة ما يساهم في زيادة فعالية البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات فضلاً على أنها طورت نموذج أعمال أخضر Green Business Model يشتمل على المبادرات والإستراتيجيات الخضراء التي تقوم بها الشركة بهدف دعم الاستدامة البيئية، وقد نجحت في إرساء تكنولوجيا معلومات فعالة طاقياً وتبني ممارسات تحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ما أدى بدوره لتحقيق مكاسب تجارية للشركة.⁽³⁵⁾ وتعتبر الحوسبة السحابية أحد تجليات الحصلة الثلاثية في الصناعة والتركيز المتزايد على الاستدامة. حيث تمكن من التقليل من استخدام الأجهزة والمعدات وتساعد بشكل غير مباشر في الحد من الهدر البيئي والتحكم في تراكم الغازات الدفيئة.⁽³⁶⁾ وتقوم هذه الحوسبة على توفير بنية تحتية مشتركة واسعة النطاق لتكنولوجيا المعلومات عبر الإنترنت من خلال تشكيلة من الخدمات: البنية التحتية كخدمة Infrastructure as a Service (IaaS) من خلال اعتبار التخزين أو الشبكة كخدمة؛ المنصة كخدمة Platform as a Service (PaaS) من خلال تطوير برمجيات للمنظمة أو أخذ البرمجيات برمتها كخدمة Software as a Service (SaaS)، وتعتبر هذه الأخيرة أكثر فائدة للمنظمات من حيث القدرة على تخفيض التكاليف ودعم الابتكار والتحكم في التعقيدات التي تميز تكنولوجيا المعلومات.⁽³⁷⁾

الخاتمة:

تسعى المؤسسات للاستجابة للتحديات البيئية الراهنة من خلال التخلي التدريجي عن السياسات والإستراتيجيات التقليدية لكونها تعتمد على استنزاف الموارد الطبيعية وساهمت بشكل كبير في تدهور

النظم البيئية، وتعد نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء أحد أهم الحلول المنتهجة لدعم الاستدامة البيئية وتسعى لتحقيق النتائج البيئية والاجتماعية بالموازاة مع النتائج الاقتصادية، وقد حاولت هذه الدراسة إلقاء الضوء على دعم هذه النظم والتكنولوجيات للاستدامة البيئية مع الإشارة لتجربة شركة IBM، التي تعتبر رائدة في مجال نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء وإعادة استخدام النفايات الالكترونية. هذه الأخيرة أصبحت تشكل خطراً حقيقياً على صحة الإنسان والنظام البيئي بسبب احتوائها على مواد سامة، غير أن إعادة إدخالها والاستفادة منها في العمليات الإنتاجية أثبتت قدرتها على التقليل من استخدام المواد الخام وتوفير التكاليف. وقد توصلت الدراسة إلى أن نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء بإمكانها أن تدعم الاستدامة البيئية لأنها تتبنى رؤية جديدة تركز على الحد من استخدام الموارد وتعزيز الكفاءة الطاقوية وخفض التكاليف البيئية، ويعد الانتقال من نظم وتكنولوجيا معلومات تقليدية إلى أخرى خضراء أحد أهم المقاربات التي تساهم في التقليل من النفايات والاتجاه نحو تدويرها وإعادة استخدامها. وتأتي تجربة IBM لتؤكد على إمكانية تطبيق الحويلة الثلاثية فبالرغم من اعتبار العديد من الفاعلين الاقتصاديين لمفاهيم الاستدامة مثل الإنتاج الأنظف والصدى للبيئة كاتجاه يتناقض مع أهداف تحقيق الربح والحصول على المزايا التنافسية، إلا أن IBM استطاعت أن تواصل ريادتها في عالم الأعمال مع تحقيق الالتزام البيئي في الوقت نفسه، غير أن النجاح في التحول نحو نظم وتكنولوجيا المعلومات الخضراء يستدعي توفر مجموعة من العوامل التمكينية التي على المؤسسات توفيرها مثل تغيير الإستراتيجيات السائدة وطرق العمل على المستوى الداخلي ومدى تبني الإدارة العليا لمفاهيم الاستدامة.

الهوامش

- (1) Dedrick, J. (2010). *Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research*. Communication of the Association for Information Systems, Vol. 27, Article 11, p174.
- (2) Dolci, D et al. (2015). *Implementaion of Green IT in Organizations: A Structural View*. RAE | São Paulo | V. 55 | n. 5, p488.
- (3) Bokolo, A. (2016). *Green Information Systems Integration in Information Technology Based Organizations: An Academic Literature Review*. Journal of Soft Computing and Decision Support Systems, Vol. 3, N. 6, p46-58.
- (4) Ozturk, A et al. (2011). *Green ICT (Information and Communication Technologies): A Review of Academic and Practitioner Perspectives*. International Journal of eBusiness and eGovernment Studies, Vol. 3, No. 1, pp7-8.
- (5) Zaman, B et al. (2015). *Green Information Technology as Administrative innovation - Organizational factors for successful implementation: Literature Review*. Australasian Conference on Information Systems, pp2-8.
- (6) Chaveau, A; Rose, J. (2003). *L'Entreprise Responsable*. France. Editions d'Organisation, p47.
- (7) Loser, F. (2015). *Strategic Information Systems Management for Sustainable Development*. Enhancing Firm Competitiveness with Green IS. Berlin: Universitätsverlag der TU, p50.
- (8) Waston, R. (2010). *Information Systems and Environmentally Sustainable Development: Energy Informatics and New Directions for the IS Community*. MIS Quarterly Vol. 34, No. 1, p28.

- (9) Schmidt, N; Zarnekow, R. (2009). *Sustainable Information Systems Management*. Business & Information Systems Engineering, Vol 9, p400.
- (10) Loser, F. (2015). *Op.cit.*
- (11) Waston, R. (2010). *Op.cit.*
- (12) Pearlson, K; Saunders, C. (2010). *Managing and Using Information Systems: A Strategic Approach*, Fourth Edition. United States of America: John Wiley & Sons, Inc., p352.
- (13) Schmidt, N; Zarnekow, R. (2009). *Op.cit.*
- (14) Ait Daoud, S; Bohas, A. (2013). *Technologies de l'Information et Développement Durable: Revue de la Littérature et Pistes de Réflexion*. Journée Rochelaise Systèmes d'Information & Développement Durable. France, p3.
- (15) Sabbaghi, A; Vaidyanathan, G. (2012). *Green Information Technology and Sustainability: A Conceptual Taxonomy*. Issues in Informations Systems, Vol.13, Issue 2, p27.
- (16) Pearlson, K; Saunders, C. (2010). *Op.cit.*
- (17) Hasnaoui, A; Freeman, I. (2010). *Diffusion and Implementation of Corporate Social Responsibility: The Role of Information and Communication Technologies*. Revue Management & Avenir, Vol 9, N°39, p387.
- (18) Hack, S; Berg, C. (2014). *The Potential of IT for Corporate Sustainability*. Sustainability Journal, Vol. 6, P4166.
- (19) Sabbaghi, A; Vaidyanathan, G. (2012). *Op.cit.*
- (20) Bohas, A et al. (2014). *Gouvernance des systèmes d'information et éco-responsabilité: Résultats d'une expérimentation auprès d'un conseil régional*. 3ème colloque de l'AIRMAP "Management public: et si les fins justifiaient les moyens". France, May 2014, p5.
- (21) Sinha, M. (2011). *Green Information Technology: A Strategy to Become Socially Responsible Software Organization*. International Journal of Enterprise Computing and Business Systems, Vol. 1, Issue 2, p3.
- (22) Bokolo, A. (2020). *Examining the role of green IT/IS innovation in collaborative enterprise-implications in an emerging economy*. Technology in Society, Vol. 62, p1.
- (23) Issa, T et al. (2010). *The Impact of Cloud Computing and Organizational Sustainability*. Annual International Conference on Cloud Computing and Virtualization. Singapore, p165.
- (24) Cesaro, A et al. (2018). *WEEE Management in a Circular Economy Perspective: An Overview*, Global NEST Journal, 9, pp.744-746.
- (25) Wolk-Lewanowicz, A et al. (2017). *The Business Case for a Sustainable Supply Chain Dell*. Said Business School Oxford University, pp.1-8
- (26) Raudaskoski, A et al. (2019). *Designing Plastics Circulation: Electrical and Electronic Products*. Nordic Council of Ministers, pp.11-17.
- (27) Forti, V et al. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows and the Circular Economy Potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), 120, pp.14-58.
- (28) Parajuly, K.; Wenzel, H. (2017). *Product Family Approach in E-Waste Management: A Conceptual Framework for Circular Economy*. Sustainability, 14, p.1.
- (29) Cesaro, A et al. (2018). *Op.cit.*
- (30) World Economic Forum. (2019). *A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot*. Available at [https://pacecircular.org/sites/default/files/2019-03/New+Vision+for+Electronics-Final%20\(1\).pdf](https://pacecircular.org/sites/default/files/2019-03/New+Vision+for+Electronics-Final%20(1).pdf). (accessed on 16 January 2021).
- (31) IBM Annual Report. (2020). Available at http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf. (Accessed on 13 March 2021).
- (32) Davies, J. (2007). *Big Green: IBM and the ROI of Environmental Leadership*. AMR Research, Inc, pp2-10.

- (33) Bokolo, A. (2016). *Op.cit.*
- (34) Davies, J. (2007). *Op.cit.*
- (35) Bokolo, A. (2016). *Op.cit.*
- (36) Issa, T et al. (2010). *Op.cit.*
- (37) Parthasarathy, V; Kumar, V. (2012). *Cloud Computing for Business Sustainability*. Journal of Management Research and Innovation. 8(4), p463.

قائمة المصادر والمراجع:

1. Ait Daoud, S; Bohas, A. (2013). *Technologies de l'Information et Développement Durable: Revue de la Littérature et Pistes de Réflexion*. Journée Rochelaise Systèmes d'Information & Développement Durable. France.
2. Bohas, A et al. (2014). *Gouvernance des systèmes d'information et éco-responsabilité: Résultats d'une expérimentation auprès d'un conseil régional*. 3ème colloque de l'AIRMAP "Management public: et si les fins justifiaient les moyens". France, May 2014.
3. Bokolo, A. (2020). *Examining the role of green IT/IS innovation in collaborative enterprise-implications in an emerging economy*. Technology in Society, Vol. 62.
4. Bokolo, A. (2016). *Green Information Systems Integration in Information Technology Based Organizations: An Academic Literature Review*. Journal of Soft Computing and Decision Support Systems, Vol. 3, N. 6.
5. Cesaro, A et al. (2018). *WEEE Management in a Circular Economy Perspective: An Overview*, Global NEST Journal, 9.
6. Chaveau, A; Rose, J. (2003). *L'Entreprise Responsable*. France. Editions d'Organisation.
7. Davies, J. (2007). *Big Green: IBM and the ROI of Environmental Leadership*. AMR Research, Inc.
8. Dedrick, J. (2010). *Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research*. Communication of the Association for Information Systems, Vol. 27.
9. Dolci, D et al. (2015). *Implementaion of Green IT in Organizations: A Structural View*. RAE | São Paulo | V. 55 | n. 5.
10. Forti, V et al. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows and the Circular Economy Potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA).
11. Hack, S; Berg, C. (2014). *The Potential of IT for Corporate Sustainability*. Sustainability Journal, Vol. 6.
12. Hasnaoui, A; Freeman, I. (2010). *Diffusion and Implementation of Corporate Social Responsibility: The Role of Information and Communication Technologies*. Revue Management & Avenir, Vol 9, N°39.
13. Issa, T et al. (2010). *The Impact of Cloud Computing and Organizational Sustainability*. Annual International Conference on Cloud Computing and Virtualization. Singapore.
14. **IBM Annual Report. (2020).** Available at http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf. (Accessed on 13 March 2021).
15. Loser, F. (2015). *Strategic Information Systems Management for Sustainable Development*. Enhancing Firm Competitiveness with Green IS. Berlin: Universitätsverlag der TU.
16. Ozturk, A et al. (2011). *Green ICT (Information and Communication Technologies): A Review of Academic and Practitioner Perspectives*. International Journal of eBusiness and eGovernment Studies, Vol. 3, No. 1.

17. Parajuly, K.; Wenzel, H. (2017). *Product Family Approach in E-Waste Management: A Conceptual Framework for Circular Economy*. Sustainability, 14.
18. Parthasarathy, V; Kumar, V. (2012). *Cloud Computing for Business Sustainability*. Journal of Management Research and Innovation. 8(4).
19. Pearlson, K; Saunders, C. (2010). *Managing and Using Information Systems: A Strategic Approach*, Fourth Edition. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
20. Raudaskoski, A et al. (2019). *Designing Plastics Circulation: Electrical and Electronic Products*. Nordic Council of Ministers.
21. Sabbaghi, A; Vaidyanathan, G. (2012). *Green Information Technology and Sustainability: A Conceptual Taxonomy*. Issues in Informations Systems, Vol.13, Issue 2.
22. Schmidt, N; Zarnekow, R. (2009). *Sustainable Information Systems Management*. Business & Information Systems Engineering, Vol 9.
23. Sinha, M. (2011). *Green Information Technology: A Strategy to Become Socially Responsible Software Organization*. International Journal of Enterprise Computing and Business Systems, Vol. 1, Issue 2.
24. Waston, R. (2010). *Information Systems and Environmentally Sustainable Development: Energy Informatics and New Directions for the IS Community*. MIS Quarterly Vol. 34, No. 1.
25. World Economic Forum. (2019). *A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot*. Available at [https://pacecircular.org/sites/default/files/2019-03/New+Vision+for+Electronics-Final%20\(1\).pdf](https://pacecircular.org/sites/default/files/2019-03/New+Vision+for+Electronics-Final%20(1).pdf). (accessed on 16 January 2021).
26. Wolk-Lewanowicz, A et al. (2017). *The Business Case for a Sustainable Supply Chain Dell*. Said Business School Oxford University.
27. Zaman, B et al. (2015). *Green Information Technology as Administrative innovation - Organizational factors for successful implementation: Literature Review*. Australasian Conference on Information Systems.

