الاقتصاد الدائري بين النظرية والتطبيق
(دراسة حالة للاقتصاد المصري)

The circular economy between theory and practice
The Case Study of the Egyptian Economy

د. أحمد سعيد كرم البكل
مدرس الاقتصاد
كلية السياسة والاقتصاد
جامعة السويس

ريهام عبد الغني متولي مطاوع
مدرس الاقتصاد
كلية السياسة والاقتصاد
جامعة السويس

الملخص

يرتكز مفهوم الاقتصاد الدائري على عدة دعائم مثل إعادة التدوير، ومراعاة الأبعاد البيئية للعمليات الصناعية، والتركيز على مبادئ التكامل الصناعي، والاهتمام بالتصميم المتجدد، بالإضافة إلى تحول أنماط الاستهلاك، والتركيز على الخدمات بدلاً من السلع والمنتجات.

على الرغم أهمية الاقتصاد الدائري في الأدبيات الاقتصادية، والتي تجلت منذ الستينيات، فإن محاولات وضع مفهوم محدد له بشكل شامل لم تظهر إلا في السنوات القليلة الماضية؛ حينما سعت بعض المنظمات الدولية ومنها مؤسسة إلين ماك آرثر منذ عام 1989، بإصدار العديد من التقارير الدولية والمشاريع حول موضوع الاقتصاد الدائري وإمكانية تطبيقه، ورغم أهمية هذه المحاولات، فمازال يوجد خلط بين مفهومي الاقتصاد وإعادة التدوير من جانب، وأنشطة ومجالات تطبيق الاقتصاد من جانب آخر.

الاقتصاد الدائري هو مفهوم جديد نسبيًا وخاصة لقطاع المنتجات الإلكترونية وصناعة الاسمنت وتوليد الطاقة من المخلفات في مصر، ولكن لديهم إمكانية عالية للتأثير، وهناك العديد من التساؤلات حول المخلفات الإلكترونية والصناعات المختلفة في هذا مصر. حيث يشير تحليل تدفق المواد للمخلفات الالكترونية إلى أن مصر تتحصل على قيمة 0.679 مليون دولار من المواد لمركبات لوحات الدوائر الإلكترونية للهواتف المحمولة من خلال إعادة التدوير الرسمية. يتم تقدير القيمة الإجمالية لهذه المواد في النطاق 12.485 مليون دولار أمريكي سنويًا. وتتمتع صناعة الاسمنت بإمكانيات كبيرة غير مستغلة للتخفيف من حيث خفض جانب الطلب على المواد الخام البكر والاعتماد على التعايش الصناعي بين الصناعات المختلفة. هذا بالإضافة الي الفوائد الاقتصادية والاجتماعية الناتجة توليد الطاقة بتوجه نحو الاقتصاد الدائري تصل قيمتها إلى ما لا يقل عن 9.2 مليار دولار أمريكي فيً إلى التقدير التكاليف الجانبية المخفضة في عام 2030. ورغم ذلك يعاني الاقتصاد الدائري من بعض الجوانب المفقودة من التعريفات والمفاهيم، بما في ذلك الخلط مع الدلالات، وعدم التركيز على القضايا الاجتماعية، يليه نقد للعواقب المحتملة غير المقصودة

للاقتصاد الدائري وأهدافه المفرطة في التبسيط. ختاماً بالآثار الاقتصادية لاستخدام نموذج الاقتصاد الدائري على المناطق الصناعية في مصر وكيفية تحويلها لمدن صناعية بيئية مستدامة.

الكلمات الدالة: الاقتصاد الدائري، النفايات الإلكترونية، التعايش الصناعي، المشاركة المجتمعية.

Abstract

The concept of a circular economy is based on several pillars such as recycling, taking into account the environmental dimensions of industrial processes, focusing on the principles of industrial integration, paying attention to renewable design, in addition to shifting consumption patterns, and focusing on services instead of goods and products.

Despite the importance of the circular economy in the economic literature, which has been evident since the sixties, attempts to develop a specific concept for it in a comprehensive manner have only appeared in the past few years, when some international organizations, including the Ellen MacArthur Foundation, have sought since 1989 to issue many international reports and projects on the subject of the circular economy and its applicability, and despite the importance of these attempts, there is still confusion between the concepts of economy and recycling on the one hand, and the activities and areas of application of the economy on the other.

The circular economy is a relatively new concept especially for the electronic products sector, cement industry and energy generation from waste in Egypt, but they have a high potential for impact, and there are many questions about e-waste and different industries in this Egypt. Material flow analysis of e-waste indicates that Egypt is obtaining $0.679 million worth of materials for mobile phone circuit board vehicles through official recycling. The total value of these materials is estimated in the range of US$12.485 million per year. The cement industry has great untapped potential for mitigation in terms of reducing the demand side of virgin raw materials and relying on industrial coexistence between different industries. This is in addition to the resulting economic and social benefits of circular economy power generation worth at least US$9.2 billion in estimated reduced collateral costs in 2030. However, the circular economy suffers from some missing aspects of definitions and concepts, including confusion with

semantics, lack of focus on social issues, followed by a critique of the potential, unintended consequences of the circular economy and its overly simplistic goals. Finally, the economic effects of using the circular economy model on industrial zones in Egypt and how to transform them into sustainable eco-industrial cities.

Keywords: circular economy, electronic waste, industrial symbiosis , community participation.

المقدمة

يعُد الاقتصاد الدائري منهجاً مناسباً لإجراء الانتقال من النماذج الاقتصادية الحالية- ذات الطبيعة غير المستدامة- إلى النماذج ذات الطبيعة الأكثر استدامة، وبدأ الاهتمام بالاقتصاد الدائري في أواخر الستينيات بهدف توفير بديل أفضل للنماذج الاقتصادية الخطية المهيمنة على الصناعة، والتي أدت الي استنزاف الموارد الطبيعية وتدهور البيئة. ويهدف الاقتصاد الدائري الي تشجيع الاعتماد على ما يسمى بـأنماط انتاج اغلاق الحلقة داخل النظام الاقتصادي، مما يحقق توازن بين الإنتاج الصناعي والحفاظ على البيئة.

يرتكز مفهوم الاقتصاد الدائري على عدة دعائم مثل إعادة التدوير، ومراعاة الأبعاد البيئية للعمليات الصناعية، والتركيز على مبادئ التكامل الصناعي، والأهتمام بالتصميم المتجدد، بالإضافة إلى تحول أنماط الاستهلاك، والتركيز على الخدمات بدلاً من السلع والمنتجات. ومن ثم يتميز الاقتصاد الدائري بفكر شمولي ومنهجي فيما يتعلق بتدفق المواد والطاقة، للوصول إلى تعظيم القيمة الاقتصادية المضافة مع الحد من الآثار السلبية من خلال إغلاق حلقات المواد، وضمان المشاركة المجتمعية. وسينعكس ذلك على تحقيق التآزر بين نموذج الاقتصاد الدائري ومفاهيم التعايش الصناعي، الإنتاج الأنظف، والتصميم البيئي، والاستهلاك والإنتاج المستدامين.

وبناء على ماسبق، فإن الاقتصاد الدائري ونماذج الأعمال الدائرية موضع تساؤل على نطاق واسع من حيث التطبيق العملي، وآثارها الإيجابية والسلبية. ولهذا يهتم البحث الحالي بتقديم إطاراً نظرياً للاقتصاد الدائري من جانب، ورصد بعض التطبيقات العملية للاقتصاد الدائري في مصر من جانب آخر، بهدف الوصول الى مجموعة من التوصيات تساعد صانعي السياسات الاقتصادية في الاستخدام الكفىء لمفهوم الاقتصاد الدائري وتطبيقاته.

رغم أهمية الاقتصاد الدائري في الأدبيات الاقتصادية، والتي تجلت منذ الستينيات، فإن محاولات وضع مفهوم محدد له بشكل شامل لم تظهر إلا في السنوات القليلة الماضية؛ حينما سعت بعض المنظمات الدولية ومنها مؤسسة إلين ماك آرثر منذ عام 1989، باصدار العديد من التقارير الدولية والمشاريع حول موضوع الاقتصاد الدائري وامكانية تطبيقه، ورغم أهمية هذه المحاولات، فمازال يوجد خلط بين مفهومي الاقتصاد وإعادة التدوير من جانب، وأنشطة ومجالات تطبيق الاقتصاد من جانب آخر. وفي ضوء ذلك، تتمثل **مشكلة البحث** في التساؤلات التالية:

١) كيف تناولت النظرية والأدبيات الاقتصادية الإطار النظري للاقتصاد الدائري من منظور شامل

٢) ما هي الجهود المحلية لتطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري في الاقتصاد المصري، كداعم للتنمية المستدامة؟

٣) ما هي التوترات والقيود المتأصلة التي تواجه الاقتصاد الدائري عند تطبيقه كمدخل لتعزيز التنمية المستدامة في مصر؟

أما بالنسبة ل **أهمية البحث** فتنبع من الدور الرائد للاقتصاد الدائري في دعم تحقيق التنمية الصناعية، باعتبارها قاطرة النمو الاقتصادي المستدام كما جاء في رؤية مصر (2030)، كما تتجلى أهمية البحث في بيان آثر نموذج الاقتصاد الدائري على تعزيز التنمية المستدامة في مصر من جانب، ووضع مقترحات للنهوض بواقع الصناعة من خلال استخدام نموذج الاقتصاد الدائري وتعزيز التنمية المستدامة من جانب آخر.

وبناءاً على ما سبق، يمكن تحديد **أهداف البحث** على النحو التالي:

١) بلورة إطاراً نظرياً لمفهوم وأبعاد الاقتصاد الدائري من منظور الشامل، كما جاء في النظرية والإدبيات الاقتصادية.

٢) رصد الجهود المحلية لتطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري كمدخل لتعزيز التنمية المستدامة في مصر.

٣) إجراء تقييم نقدي لإمكانات تطبيق الاقتصاد الدائري في مصر، كمدخل لتعزيز التنمية المستدامة.

وبالنسبة **لمنهاج البحث** فيعتمد على استخدام المنهج الاستقرائي بالاستناد إلى الأداة الوصفية عند عرض الإطار النظري للاقتصاد الدائري، ويستخدم الأداة التحليلية وذلك عن طريق النماذج القياسية، لتشخيص واقع الاقتصاد الدائري في مصر، لتحديد مجالات تطبيقه، وتقديم تقييم نقدي لإمكانات تطبيق الاقتصاد الدائري في مصر، باعتباره أحد المداخل الأساسية لتعزيز التنمية المستدامة. أما بالنسبة **لفرضية البحث** فتسعي لتحليل وتقدير آثر استخدام نموذج الاقتصاد الدائري في بعض المناطق الصناعية (العاشر من رمضان) لمصر وكيفية تحويلها لمورد اقتصادي

أما بالنسبة لخطة البحث، فينقسم البحث إلى أربعة محاور رئيسية، يتناول المحور الأول الإطار النظري للاقتصاد الدائري في النظرية والأدبيات الاقتصادية، ويركز المحور الثاني تطبيقات الاقتصاد الدائري في مصر، يركز المحور الثالث على عرض القيود داخل الاقتصاد الدائري، وأخيراً يركز المحور الرابع على تقدير آثر استخدام نموذج الاقتصاد الدائري على المناطق الصناعية في مصر وتنتهي الدراسة بعرض النتائج والتوصيات.

أولاً: الإطار النظري للاقتصاد الدائري في النظرية والأدبيات الاقتصادية

هناك مجموعة كبيرة من مؤلفات علم البيئة والتي تم ربطها بالأنشطة الاقتصادية في الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، قدم من خلالها بعض العلماء تطوير مفهوم الاقتصاد الدائري (Circular

(Economyفي أواخر الستينيات كرد فعل على النماذج الاقتصادية الخطية غير المستدامة التي تهيمن على الصناعة، لتشجيع الاعتماد على أنماط الإنتاج والاستهلاك المستدام، بهدف تحقيق توازن أفضل بين الاقتصاد والبيئة **(Ghisellini et al.2015)** .

1) مفهوم الاقتصاد الدائري:

يعتمد مفهوم الاقتصاد الدائري على ركائز مثل التصميم المتجدد، واقتصاد الأداء، والبيئة الصناعية **(McDonough & Braungart, 2002)**، والتصميم المتجدد هو مفهوم يصف أنه يمكن تنظيم جميع النظم، بدءًا من الزراعة وما بعدها بطريقة متجددة **(Lyle,1994)** ، وتم تقديم مفهوم اقتصاد الدائري في تقرير بحثي للمفوضية الأوروبية ورسم رؤية لاقتصاد في حلقات وتأثيره على خلق فرص العمل، والقدرة التنافسية الاقتصادية ، وتوفير الموارد، ومنع النفايات، ويرتبط ارتباطًا وثيقًا بهذه الفكرة مفهوم المهد إلى المهد الذي يؤكد على العمليات الآمنة والإنتاجية لـ "الأيض البيولوجي" للطبيعة كنموذج لتطوير "التمثيل الغذائي التقني" للمواد الصناعية. يركز النموذج بشكل خاص على التحديد الدقيق والتركيب الجزيئي للمواد، والذي هو أساس كل نظام لإعادة تدوير المواد القائمة على الجودة" **(مؤسسة إلين ماك آرثر، 2013).**

كما عرف الاقتصاد الدائري على انه: اقتصاد تصميمي يهدف إلى الحفاظ علي المنتجات والمواد في أعلى فائدة وقيمة لها واستخدامها أكثر من مرة **(Nobre,2021)** ولكن التعريف الأكثر ذكراً للاقتصاد الدائري على انه نظام صناعي يتم ترميمه أو تجديده بواسطة البنية والتصميم وخلق نظام يستبدل مفهوم "نهاية الحياة" باستعادة التحول نحو استخدام الطاقة المتجددة ، ويزيل استخدام المواد الكيميائية السامة ، التي تعوق إعادة الاستخدام ، وتهدف إلى القضاء علي النفايات وتحويل النفايات من عبء مالي إلي مورد اقتصادي جديد هذا التعريف هو في الواقع التعريف الأكثر استخدامًا من جانب **(مؤسسة إلين ماك آرثر ، 2012)** ، و(**Charonis،2012)** ، ومؤسسة إلين ماك آرثر، 2014).

ويصف الاقتصاد الدائري أنه نمط للتنمية الاقتصادية يعتمد على الدوران البيئي للموارد الطبيعية، ويتطلب الامتثال للقوانين البيئية والاستخدام السليم للموارد الطبيعية لتحقيق التنمية الاقتصادية. أن هناك عملية تغذية مرتدة تحت مسمى "الموارد -المنتج -المتجدد"، وأن الأهداف النهائية هي الإنتاج الأمثل، والاستهلاك الأمثل، والحد الأدنى من الهدر الذي يمكن تحقيقه في الإنتاج، وذلك من أجل السماح باستمرار النمو الاقتصادي **(Herve et al,2022).**

الاقتصاد الدائري هو خلق دوائر كاملة من تدفقات المواد ، للحث على التحول من المستهلك إلى المستخدم، ولتمكين فصل استخدام الموارد والتأثير البيئي على النمو الاقتصادي. في المقابل، تهدف نماذج الأعمال الدائرية إلى خفض التكاليف وزيادة الإيرادات وإدارة المخاطر، فضلاً عن توفير إمكانيات للقطاع المصرفي للتمويل والمساهمة في الانتقال إلى الاستدامة **(The Ellen MacArthur,2022)**.

وأخيراً، فالاقتصاد الدائري ليس مجرد نهج وقائي، يقلل من التلوث، ولكنه يتجاوز المفاهيم التقليدية للاستدامة من خلال التركيز على استعادة البيئة وأدراجها داخل الصناعة لإعادة تصميم أنظمة التصنيع وتقديم الخدمات على تحقيق القيمة من إعادة التصميم بدلاً من مجرد تحسين استخدام الموارد (**Panchal et al,2021**).

ويمكن تلخيص المبادئ الأربعة لمفهوم الاقتصاد الدائري فيما يلي:

أ) تصميم الاقتصاد الدائري يعني تصميم المنتجات من بداية الإنتاج لتمكين إعادة استخدام المنتج أو إعادة تدويره أو ليصبح كمتتالية بمعنى أن يصبح مدخلاً لمنتج اخر في نهاية دورة حياة واحدة.

ب) نماذج أعمال جديدة ومبتكرة لتسهيل الانتقال من الشراء والاستهلاك والتخلص إلى مبدأ الاستدامة.

ج) دورات عكسية، مما يعني توفير أنظمة فعالة ومبتكرة للمواد والمنتجات الجديدة وكذلك إعادة المواد المستخدمة إلى التربة أو إلى الإنتاج. هذا يعني الاستدامة.

د) عوامل التمكين، وهي آليات السوق التي يمكن أن تشجع على إعادة استخدام المواد وإنتاجية أعلى للموارد.

وفقا لذلك فإن الاقتصاد الدائري يحول التركيز إلى إعادة الاستخدام، الإصلاح، تجديد وإعادة تدوير المواد والمنتجات الموجودة، والاستهلاك التعاوني، بمعنى أن المنتجات يجب أن تصمم من البداية مع نطاق إعادة دمجها بعد دورة الحياة لإعادة استخدامها أو إصلاحها مرة أخرى.

2) **أبعاد الاقتصاد الدائري:**

أ) الاقتصاد الدائري من اقتصاد استهلاكي إلى اقتصاد خدمات

يهتم الاقتصاد الدائري بالإنتاج والاستهلاك من حيث إعادة هيكلته وتنظيمها من جديد من خلال أربعة عناصر رئيسية وهي: هيكلة تصميم سلاسل الأمداد والتوريد، والابتكار وتطوير التكنولوجيا، والتغيير في سلوك المستهلكين والسياسات والتنظيمات التي تمكن لهذه التغييرات. فالاقتصاد الدائري يحفز على استخدام التكنولوجيا لدعم خلق منتجات وأنظمة يتم فيها إعادة استخدام المواد وإعادة تدويرها أو إعادة تصنيعها والتوجه نحو سياسة التشارك بدلاً من الامتلاك، من خلال تحويل الملكية، من المستهلك إلى المنتج. ("الاقتصاد الدائري... توجه عالمي لتطبيق معايير الاستدامة الشاملة") ويعمل أيضاً على **الحد من البصمة البيئية**، إذ يسهم في تخفيض كمية الطاقة التي تحتاجها عمليات الإنتاج الصناعي لتحويل المواد الخام الأولية إلى منتجات صالحة للاستخدام، وأيضاً تساهم فكرة شراء الخدمة بدلاً من المنتج في الحد من النفايات التي تتراكم وبمرور السنوات تتسبب في مشكلات بيئية (**Tukker 2004**).

ويمكن أن تساهم نماذج المشاركة أيضًا في إنشاء رأس مال اجتماعي حقيقي وفي تحقيق تواصل اجتماعي، وتم استخدامها من قبل المنظمين والمشاركين كأماكن لتبادل المعرفة والممتلكات لأسباب أيديولوجية وعملية، بالإضافة إلى تبادل المنتجات والخدمات بين الأفراد والمشاركة في التكاليف وتقليل استخدام الموارد الخام البكر، ويمكن أن تأخذ هذه العملية الدائرية تبادل التقنيات والبنية التحتية بين شركاء الصناعة (Balanay & Halog,2016).

وعلى الرغم من الاتفاق بشكل عام على أن هذه النماذج لديها القدرة على تحويل جذري لأنماط الاستهلاك لصالح البيئة، يمكن القول أن هناك حاجة إلى مزيد من البحوث لتقييم أفضل لحجم الفوائد البيئية المتوقعة ، وفي هذا الشأن تشير (**Demailly & Novel,2014**)) إلى أن التأثير البيئي الصافي يعتمد على المشاركة، علاوة على ذلك ، فإن المخاوف الاجتماعية بشأن ظروف العمل وحقوق العمال وحماية المستهلك لها أيضًا تم طرحه في سياق نماذج المشاركة (**JRCB,2016)**

كما يؤدي التقدم التكنولوجي وتحسين المعلومات إلى تحول في أنماط الطلب للمستهلكين. على سبيل المثال، يختار العديد من المستهلكين المنتجات أو الخدمات التي تقدم نفس المنفعة التي يحصل عليها المستهلك من استخدام السلعة بدلا من الامتلاك المادي للسلعة. الأمثلة على ذلك مثل الكتب الرقمية والهواتف الذكية والموسيقى والمتاجر الإلكترونية. في الوقت نفسه، يمكن للشركات تقديم منتجاتها للاستخدام الظاهري، وكذلك التواصل بشكل متزايد مع العملاء تقريبًا من خلال إعلانات الويب ورسائل البريد الإلكتروني ووسائل التواصل الاجتماعي (**Lewandowski,2016**)

هذه التحولات قد تؤدي بدورها إلى توفير الموارد وارتفاع الإنتاجية وتحقيق مكاسب مادية (مؤسسة إلين ماك **آرثر،2015)**، ومع ذلك يجب أن يؤخذ في الاعتبار، أن هناك أيضا مخاوف بشأن حجم فوائد الاستدامة التي يمكن تمكينها بواسطة هذه المنتجات والخدمات بسبب تأثيرات ارتفاع استهلاك الطاقة لمراكز البيانات(**Whitehead et al,2008**) ، (**Climate Group؛2014**) ، وهناك مجال اخر مثل قطاع الأغذية، فيمكن أن تؤدي التغيرات في أنماط الطلب الاستهلاكية للمنتجات الغذائية التي يكون إنتاجها أقل كثافة في استخدام الموارد، لذلك يجب التركيز على المعلومات و الأدوات الموجهة للتعليم لتغير أنماط الاستهلاك وزيادة الوعي لدى المستهلكين وتغيير وجهة نظر المستهلكين للمنتجات المصنعة من المواد المعاد تدويرها او استخدامها من خلال التسميات والحملات والبرامج التعليمية التي لديها القدرة على رفع مستوى الوعي حول الآثار البيئية والصحية لمختلف الوجبات الغذائية وتحفيز المستهلكين لجعل الخيارات الغذائية أكثر استدامة (**Jurgilevich et al**,2016) (**Reisch et al,2013**)، ومع ذلك ، غالبًا ما يتم استغلال إمكانات تغيير قرارات الشراء نظرًا لوجود عوائق في المؤسسات ،المستويات المعلوماتية والبنية التحتية والشخصية) .

ب) تحقيق ووفورات خارجية

تتواجد الوفورات حينما تكون رفاهية أحد العملاء سواء كان مؤسسة أو وحدة منزلية، تعتمد مباشرة على أنشطته، ولكن أيضا على أنشطة تحت سيطرة عميل أخر. كما أشارت النظرية الاقتصادية إلي محدودية الموارد وندرتها النسبية، بحلول عام 2050 ، سيكون هناك حوالي 9 مليار شخص يعيشون على الأرض، مما يؤدي إلى اقتصاد عالمي يتطلب نحو ثلاثة أضعاف الموارد التي نستخدمها حاليًا، تقنين توجيه الموارد البيئية resource allocation يمكن أن يفي بقياس كفاءة استخدام تلك الموارد إذا تعظمت Maximizedالمنافع الصافية من استخدام هذه الموارد عن طريق توجهها إلي الاستخدام الأمثل لها ، أن الخدمات البيئية تنتج بدون مدخلات من الإنسان ولكن هذا لا يعني انه لا توجد تكلفة لاستخدام الخدمات (الموارد) البيئية ، عليه يجب قياس المنافع والتكاليف لاستخدام الخدمات البيئة لتأكد من توجيه الموارد للاستخدام الأمثل لها لتحيق كفاءة استخدام تلك الخدمات.

وفي ظل محدودية الموارد فأن هناك حاجة ماسة إلى تطوير نماذج اقتصادية جديدة ، لأن النماذج التقليدية لا تساعد فقط على استنفاذ قاعدة الموارد الطبيعية بسرعة، ، بل تزيد كذلك من سرعة تدهور الأنظمة البيئية الطبيعية، ، كما أن النمو الاقتصادي كان يصاحبه تكلفة بيئية عالية تمثلت في استنزاف الموارد الطبيعية، وذلك نتيجة الاعتقاد السائد الذي تمثل في ان زيادة النمو ترتبط باستهلاك اكبر للموارد البيئية دون التركز على كفاءة استخدام الموارد والعمل على استخدامها مرة أخرى وتحقيق استدامة الإنتاج.

وفي ظل التحول الي الاقتصاد الدائري والانتقال من النظم الإنتاجية الخطية المعتمدة على حلول نهاية الخط لمعالجة مشكلات التلوث البيئي مثل دفن المخلفات الصناعية في المدافن الصحية إلي نظم الإنتاج الأنظف القائم على تتبع مسار تدفق المخلفات الصناعية منذ بداية استخراجها وحتى التخلص النهائي منها وتبادل المخلفات الصناعية في إطار نظام صناعي تفاعلي يقترب من النظام البيئي الطبيعي قادر على التغلب على الوفورات الخارجية السالبة ومثال ذلك مدنية كالندبورج في الدنمارك حيث قامت شركة لتكرير البترول ومصنع للحوائط الجاهزة وشركة للأسمنت باستخدام النفايات الناتجة منها لانتاج الطاقة وذلك من خلال العلاقات الصناعية التالية:

- تستخدم شركة لإنتاج الجبس المأخوذ نتيجة تنظيف المداخن العالية لمصنع انتاج الطاقة لتصنيع الحوائط الجبسية الجاهزة مما يوفر من الجبس الطبيعي المستورد من اسبانيا ويمنع خروج جبس المداخن الضار الي البيئة الطبيعية.

- شركة تكرير البترول تأخذ مياه التبريد المتخلفة من مصنع إنتاج الطاقة لتستخدمها في عملياتها وكذلك الغازات المتبقية من عملية التكرير تباع كمصدر للطاقة لشركة أخرى.") تخطيط المناطق الصناعية | ملتقى المهندسين العرب("
- كما يقوم مصنع اخر بشراء النفايات لإستخدامها كمادة عضوية لتسميد الأرض.
- الكبريت المتبقي من العملية الصناعية لأحد المصانع يقوم بشرائه مصنع لإنتاج حمض الكبريتيك.
- تحويل مواد كيميائية عضوية تنتج من مصنع لإنتاج الأنسولين الى سماد سائل تم إنشاء 70 كيلو متر من خطوط الأنابيب لتوزيع المنتج لأكثر من 800 مزرعة.

وهناك مفهوم آخر مهم وهو ما يسمي بالوفورات المالية Pecuniary externalities وهي لا تمثل مشاكل كالتي يسببها التلوث وهي تظهر عندما ينتقل هذا التأثير الخارجي من خلال ارتفاع في الاسعار ولنفرض ان منشأه جديدة تنتقل الي مكان ما وتسبب ارتفاع القيمة الايجارية للأراضي المحيطة وتخلق هذه الزيادة تأثيرا سالباً علي كل من يدفعون ايجارا ولذلك فهي external diseconomyولا تسبب هذه الوفورات المالية فشلاً سوقياً حيث ان نتائج ارتفاع الإيجارات تنعكس على ارتفاع التكاليف على كل الأطراف المحيطة، ومثال على ذلك سوق الأراضي حيث تمدنا بآلية تزايد فيها الأسعار وتعكس تلك الأسعار الناتجة عن قيمة الأرض في طبقاً لاستخداماتها المتباينة وبدون الوفورات المالية فأن مدلولات الأسعار ستفشل في أحداث التوجيه الكفء للمورد.

وتأثير التلوث ليس له وفورات مالية حيث ان تاثيره لا ينتقل من خلال الأسعار وفي هذا المثال فان الأسعار لا تنضبط لتعكس زيادة كمية النفايات، وان ندرة المياه كمورد لم تشعر بها مؤسسة الصلب اذ ان الإلية المرتجعة الضرورية Feedback mechanism الموجودة في الوفورات المالية غير موجودة في حالة التلوث المذكورة ومفهوم الوفورات انه ممتد مغطيا العديد من مصادر فشل السوق ومن الواضح ان تلك الوفورات تحدث عندما تنتهك هذه الخصوصية المطلقة لحقوق الملكية والخطوة التالية هي البحث عن الحالات الخاصة التي تؤدي الى تواجد هذه الوفورات.

ج) تحويل النفايات لمورد اقتصادي

إن نموذج الاقتصادي الدائري يساعد على تقليل استخدام الموارد إلى أدنى حد ممكن، وتقليل الحاجة من مدخلات جديدة من المواد والطاقة، مما يقلل من الضغط البيئي المرتبط بدورة حياة المنتجات. ويستند مفهوم الاقتصاد الدائريّ على المبادئ البيئية للتكامل وإعادة تدوير المواد في الطبيعة، وبالتالي طبقاً لمبادئها فإنّ نطاق تطبيقات الاقتصاد الدائريّ يعتبر واسعاً وفعالاً إلى حد كبير، وذلك من خلال إحلال الموارد الوفيرة محل النادرة منها، ويمكن إحلال المخلفات او المواد المعاد تدويرها محل الموارد الخام البكر. ولتوضيح

التطبيق العملي لإدارة النفايات المستدامة في الاقتصاد الدائري، نقدم هنا مثالاً واضحاً على هذا وهو الحرم الجامعي في أوروبا وهو الأول من نوعه الخالي تماماً من الانبعاثات، وهو مقر الجامعة البيئية بيركنفيلد.

واستناداً إلى مبادئ التكامل الصناعي[IS] ، يرتبط مقر الجامعة البيئية بيركنفيلد بالمجمع الصناعي صديق البيئة المجاور، عن طريق نظام التدفئة المركزيّ وشبكة نقل الكهرباء ذات الجهد المنخفض (لتدفقات الطاقة الكهربائية)، وحتى يتم تبادل التدفقات، يتم تزويد الكتلة الحيوية في الحرم الجامعي إلى محطة الطاقة المجاورة القائمة على الكتلة الحيوية.

وفي هذا الشأن، أنشئت محطة الطاقة القائمة على شرائح الخشب في عام 1997، ولديها قدرة حرارية مثبتة بسعة 28 ميجا وات، حيث تستخدم حوالي 65,000 طن من الأخشاب مرتفعة التلوث سنوياً، الناتجة عن الأعمال المحلية لإدارة الغابات وأعمال الزراعة والبستنة الطبيعية والصناعة، وذلك لإنتاج الحرارة بسعة 8 ميجا وات وإنتاج 37.5 طن لكل ساعة من البخار وما يصل إلى 8.3 ميجا وات من الكهرباء يتم توصيلها لمقر الجامعة البيئية بيركنفيلد والمرافق الصناعية المجاورة، وشبكة الكهرباء الوطنية.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن وحدة التوليد المشترك للطاقة تستخدم إنتاج الغاز الحيوي من جهاز المعالجة اللاهوائية القريب الذي يعالج حوالي 40,000 طن من النفايات البيولوجية سنوياً، التي يتم جمعها من بلديات بيركنفيلد (بما في ذلك المواد الغذائية والنفايات العضوية الأخرى لمقر الجامعة البيئية بيركنفيلد) وباد كريوزناش. يتم توفير المنتجات الثانوية من المعالجة اللاهوائية للنفايات الحيوية للمزارعين المحليين سواء كمخلفات سائلة أو صلبة، وذلك لاستخدامها كسماد ومحسنات للتربة في الأراضي الزراعية، وبالتالي يتم إغلاق دورة المغذيات الإقليمية بشكل مستدام. الأمر الذي يقلل من تلوث التربة والمياه والهواء بسبب التخلص من النفايات الحيوية في مكبات النفايات التقليدية. كما أن هذا الإجراء يعزز الاقتصاد الإقليمي عن طريق الحد من الهدر النقديّ، وذلك من خلال تقليص الحاجة إلى شراء الأسمدة الصناعية لإنتاج المحاصيل.

ثانياً: مجالات تطبيق الاقتصاد الدائري في مصر

يوجد العديد من المؤشر التي من خلالها يمكن التنبأ بأهمية الحاجة نحو الاقتصاد الدائري في مصر، منها على سبيل المثال، ارتفاع حجم المخلفات الالكترونية، إذ بلغ حجم المخلفات الإلكترونية 90 ألف طن سنويا، يأتي 58% منها من القطاع الخاص، و23% من المنازل، و19% من القطاع العام، ويمثل إنتاج صناعة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات من المخلفات الإلكترونية نحو 66-73 طنا من الإجمالي، وباقي القطاعات الأخرى جميعها تنتج الكمية المتبقية وزارة البيئة 2022.

كما تعد صناعة الأسمنت في مصر من أقدم الصناعات، حيث يرجع تاريخ إنشاء أول مصنع أسمنت في مصر إلى العشرينات من القرن الماضي. تمثل صناعة مواد البناء والتشييد حصة كبيرة من الإقتصاد المصري تقدر بنحو 6- 8.8% من الإجمالي، وهي صناعة ذات كثافة عمالية عالية، وتعتبر صناعة الأسمنت هي إحدى المحركات الرئيسية لصناعة التشييد ومواد البناء. تساهم صناعة الأسمنت وحدها بحوالي 1% من إجمالي الناتج المحلي، (حوالي 10% من الانتاج القومي الإجمالي للصناعة المصرية). وفي ضوء ذلك يمكن التعرف على مجال تطبيق الاقتصاد الدائري في الاقتصاد المصري، وهي على النحو التالي:

1) المخلفات الالكترونية في سياق التوجه نحو الاقتصاد الدائري في مصر

مع ازدياد وتيرة استنزاف الموارد في الخمسين عاما الأخيرة، أصبح مصطلح الاقتصاد الدائري، أكثر شيوعاً وأكثر ارتباطا بالتنمية المستدامة، وذلك بهدف الاستفادة من المخلفات وإعادة تدويرها، والإسهام في الحفاظ على الموارد الثمينة والشحيحة أيضا كالماء والمعادن الثمينة مثل لذهب، والفضة، والنحاس وغيرها. والحد من المخاطر الصحية والبيئية المخالفات نظرا لاحتوائها على مواد سامه غير متحللة مثل الزئبق والزرنيخ، عندما تلقي في مقالب المخالفات يمكن ان تسبب في تلوث بيئي. والمساهمة في خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المسببة لظاهرة التغييرات المناخية المحتمل حدوثها (**ريهام مطاوع،2021**).

وبالنسبة للقيمة الاقتصادية للمخلفات الإلكترونية، فتشمل المخالفات الإلكترونية مجموعة واسعة من المنتجات الكهربائية والإلكترونية التي تؤثر على الناتج المحلي الإجمالي. وقد بلغ قيمة الانتاج التام بسعر البيع عام 2012-2013 لصناعة الحاسبات والمنتجات الإلكترونية والبصرية مكوناتها وصناعة الأجهزة الطبية وصناعة الأجهزة الكهربائية نحو 19 مليار جنيه بقيمه مضافه نحو 7.65 مليار جنيه. وتتضمن القيمة الاقتصادية للمخلفات الإلكترونية عدة عناصر من اهمهما المعادن النفسية مثل الذهب والفضة والنحاس. إذ ينتج طن البورد كيلو و700 جرام ذهب. ويتم إنشاء الدخل من إعادة التدوير بشكل أساسي من الأجزاء المعدنية، مثل الحديد والنحاس والألومنيوم والكابلات ولوحات الدوائر المطبوعة (PCB) التي تحتوي على معادن نبيلة مثل الذهب والبلاديوم. تعد لوحات الدوائر المطبوعة، أوPCBs ، من بين أكثر المكونات قيمة للنفايات الإلكترونية، لأنها تحتوي على معادن نبيلة: ذهب، نحاس، فضة ، السيلينيوم ، التيلوريوم ، الرصاص ، البلاديوم ، إلخ، وتتطلب تكنولوجيا عالية لاستعادة هذه المعادن.

وهكذا، فأن قيمة المواد الخام تمثل مبلغاً ضئيلاً نسبيا مقارنة بسعر الهاتف المستعمل أو الجديد، ويقدر بعض الخبراء قيمه الموارد الثمينة الى تحويها المخلفات الإلكترونية التي تلقى في مكبات المخلفات في الولايات المتحدة الامريكية وحدها في بأكثر من 60 مليون دولار في عام 2016. وهناك إحصائية أوروبية اشارت الى ان الطن من الموبايلات ينتج عنه ارباح بقيمه سبع الاف يورو كما شرحت المصدر الى انه تشير

احدى الدراسات انه يمكن استخراجها من إعادة تدوير مليون هاتف 380 كيلو جرام الفضة 37 كيلو ذهب و16 كيلو جرام بلاتين. وفي مصر للمخالفات الإلكترونية قيمة اقتصادية عالية بحسب البيانات المتاحة عن مصر قدر عدد مشتركي الهاتف المحمول عام 2019 بنحو 96.43 مليون مشترك باعتبار ان هذا الرقم يمكن ان يشير الى ان عدد الهواتف المحمولة في مصر لا يقل عن 96 مليون هاتف بعد و بعد سنوات قليله تحول هذه الأجهزة الى خرده (مخلفات) تضيفت الى الكميه الموجودة بالفعل.

جدول رقم (1)

قيمة المواد الخام في المخلفات الالكترونية في عام 2016

المادة	كيلو طن	مليون يورو
Fe	16.283	3.582
Cu	2.164	9.524
Al	2.472	3.585
Ag	1.6	884
Au	0.5	18.840
Pd	0.2	3.369
اللدائن	12.230	15.043

المصدر:(2017) IENE

2) الاسمنت وتطبيق سياسة الإنتاج الانظف لتعزيز التنمية المستدامة فى مصر:

ووفق أحدث تقارير الرابطة الأوروبية للأسمنت، والصادر في مايو 2019، فإن طاقة النفايات أصبحت واسعة الانتشار في دول الاتحاد الأوروبي، ولكن لا تزال هناك مساحة كبيرة للتوسع أكثر وأكثر اعتمادًا على توفُّر البنية التحتية اللازمة لهذا التحوُّل من جمع وفصل وتصنيف وإعداد للقمامة، حتى تتناسب مع دورها الجديد كموَّلِد للطاقة الحرارية. وفي هذا الشأن، أكد التقرير أن الاتحاد الأوروبي يستطيع رفع نسبة استخدام طاقة النفايات في مصانع الأسمنت من 36% (وهي النسبة الحالية) إلى 95%، مما سيحقق وفرًا قدره 15.6 مليار يورو ويقلل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 41 ميجا-طن سنويًّا.

وفي مصر لا تزال جهود التحول للوقود البديل غاية في التواضع. ووفقًا لآخر تقرير صدر عام 2017عن إدارة المخلفات الصلبة بجهاز شؤون البيئة المصري، تنتج مصر 90 مليون طن من المخلفات، تبلغ حصة المخلَّفات البلدية منها حوالي ٢٢ مليون طن سنويًّا، بمعدل ٥٩ ألف طن يوميًّا من المخلفات البلدية الصلبة و30 مليون طن من المخلفات الزراعية، و2,9 مليون طن من المخلفات الصناعية، مما يعني أن المادة الخام

لتوليد الطاقة من النفايات متوفرة بشكل كبير. ومع ذلك نجد أن نسبة الاعتماد على طاقة النفايات في مصانع الأسمنت لا تتعدى 4% في المتوسط.

وبالنسبة لمصادر الطاقة البديلة فى صناعة الأسمنت في مصر، فان ثروة مصر من النفايات ضخمة جدًّا، ولكنها للأسف لا تُستغَل على الوجه الأمثل. ويبلغ حجم النفايات المستخدمة في إنتاج الوقود البديل في مصر 1.2 مليون طن سنويًّا. ويرى منتجو الأسمنت أنه لا توجد رؤية على المدى الطويل في مصر للتحول للطاقة البديلة، مدللين على ذلك بأن الحكومة ظلت لسنوات طويلة تدعم الوقود التقليدي. أن هناك 5 آلاف طن محروقات يتم استخراجها من القمامة غير القابلة لإعادة التدوير والقابلة للاشتعال، وتحصل عليها مصانع الأسمنت كبديل للوقود، كما أن هذه المحروقات التى تستخرج من القمامة يمكن استغلالها كبديل للفحم، لأنها الأرخص سعرا، علما بأن تكلفة الطن الواحد تتراوح ما بين 200 إلى 500 جنيه شاملة تكلفة النقل إلى المصانع مقارنة بسعر الفحم الذي يبلغ سعره في المتوسط 900جنية للطن، كما أن هناك موردين متخصصين فى شراء وتوريد هذه المواد إلى مصانع الأسمنت.

جدول رقم (2)

مصادر الطاقة البديلة المتوفرة بالنسبة الي مصانع الاسمنت المصرية

نوع الوقود	القيمة الحرارية	نسبة المكون الحيوي	متطلبات التحضير	التوافر في مصر
مخلفات الورق والبلاستيك	20-17	%50	إزالة المعادن	يتم استخدمها حاليا
النفايات البلدية	15-13	%50	إزالة المعادن والتجفيف	وقود مزمع استخدامه
البقايا الحيواني الناتجة عن لتربية	20-18	%100	بقايا الحظائر	يتم استخدامه حاليا
مخلفات الصرف الصحي	14-12	%100	التجفيف والتجهيز	يمكن الحصول عليها
إطارات السيارات	30-28	%20	إزالة الاسلاك والتقطيع	يمكن الحصول عليها بسهولة ويتم استخدامها بكميات محدوده
بقايا الاخشاب	14-12	%100	الكبس	تستخدم بالفعل محليا كوقود
مخلفات صناعة الورق	15-12	%100	التقطيع	

المخلفات الزراعية (قش الأرز والقطن والذرة)	16-13	%100	التقطيع	موجودة، ولكن تواجه صعوبات في جمعها نظر لتخلص الفلاحين منها بالحرق في الارض
مخلفات صناعة البترول	10-20	%0	تعتمد على طبيعية لمادة المستخدمة	تستخدم بواسطة مصنعي الاسمنت فعليا

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على أعداد متفرقة من التقرير السنوي الإحصاءات البيئية، رابطة صانعي الأسمنت في مصر.

تستخدم الإطارات المطاطية المستعملة كوقود في صناعة الأسمنت ومع أن حرق الاطارات المطاطية عملية ملوثة جداً لا ينصح باستخدامها الا بقيود وتحت مراقبة، كما تستخدم ايضا مخلفات شركات ومصانع الأدوية وفي هذا السياق، نجح فريق العمل بمصنع أسمنت القطامية في استخدام المخلفات كوقود بديل داخل الحارق الرئيسي بالفرن وتقليل الاعتماد على الوقود الاحفوري بنسبة حوالي10% من إجمالي الوقود المستخدم بالمصنع. بالإضافة الى إحلال نسبة 15% من اجمالي الوقود المستخدم بالمصنع في البرج (المكلسن) ليصل اجمالي الاحلال بالمصنع الى 25% وبهذا سوف تتضاعف كمية المخلفات البلدية والمخلفات الزراعية التي سيتم حرقها هذا العام لتصل الى 75 ألف طن. مما يساهم في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمعدل 100 ألف طن سنوياً.

وفي عامي 2013 و2014 استخدمت شركة لافارج 220 ألف طن من المخلفات لإنتاج الطاقة الحرارية لمصانعها. وبين عامي 2011 و2014 استثمرت الشركة 75 مليون جنيه مصري (قرابة 7.5 ملايين دولار أمريكي) في إنشاء 5 خطوط إنتاج جديدة تعمل بالطاقة البديلة في مصنعها بالعين السخنة، كما أنفقت 15 مليون جنيه في الفترة ذاتها لتطوير أساليب تدوير ومعالجة المخلفات. وحاليًا تعتمد شركة لافارج على طاقة النفايات بنسبة 18%. (**ريهام مطاوع، 2021**)

3) مستقبل الطاقة البديلة والمتجددة في مصر في ظل التوجه نحو الاقتصاد الدائري

تمتلك مصر قدراً كبيراً من موارد الكتلة الحيوية، ويصل إجمالي النفايات الزراعية إلى نحو 35 مليون طن سنوياً، يبلغ متوسط النفايات الصلبة الحضرية (0,5 كيلو غرام للفرد في القاهرة الكبرى لوحدها، مما يمثل 10 000 طن يوميا يوميا (الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، 2014). وتقود وزارة البيئة في الوقت الحالي، بالتعاون مع وزارة التنمية الاقتصادية تنفيذ العديد من المشاريع الإرشادية لمعالجة النفايات الصلبة البلدية في المدن، واستغلال الكتلة الحيوية المختلفة في مصر، وبخاصة لإنتاج الغاز الحيوي من النفايات الحيوانية في المناطق الريفية، بالإضافة إلى

جمع النفايات الزراعية وتصنيفها. وتؤدي ً مثل هذا التقنيات الى خلق فرص العمل، فضلاً عن الحد من هجرة الشباب إلى المدن الكبرى. (الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، 2014).

بدأ مشروع الطاقة الحيوية للتنمية الريفية المستدامة تحت قيادة جهاز شؤون البيئة ّ المصري في عام 2009، وتلقى التمويل من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي ومرفق البيئة العالمية. يهدف المشروع إلى ّ تشجيع الخريجين الشباب على أن يصبحوا رواد أعمال، مع توفير دعم خاص للنساء وإيلاء اعتبار خاص للمناطق الريفية. (جهاز شؤون البيئة وآخرون، 2013).وقد حقق المشروع تقدما ملحوظا في تطوير ونشر هاضمات ً الغاز الحيوي وإنشاء شركات تقديم خدمات الطاقة الحيوية لدعم النفاذ إلى سوق الطاقة الحيوية في البلاد، وينظر مشروع الطاقة الحيوية للتنمية الريفية المستدامة في وضع لائحة تنفيذية للتعرفة التفضيلية لأنظمة الكتلة الحيوية تماثل تلك المستخدمة لطاقة الرياح والطاقة الشمسية التي أصدرها رئيس الوزراء في أكتوبر 2014(الشركة القابضة لكهرباء مصر، 2020)

و**يشير تحليل** مصادر الكتلة الحيوية: إلى وجود الإمكانات التالية حالياً المخلفات الزراعية: حوالي 9 مليون طن جاف، والتي تقابل 5253 ألف طن من المكافئ النفطي في السنة، وبشكل رئيسي في صورة قش الأرز، ووقود الذرة، وقصب السكر، وتفل قصب السكر، وسيقان القطن) منظمة الأغذية والزراعة، 2020، وهذه التغذية هي تغذية محتملة إضافية على الاستخدامات الحالية.

النفايات الصلبة البلدية: نحو 94 مليون طن في السنة، وتترجم إلى 17954 ألف طن من المكافئ النفطي/سنة) بناء على(**الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، 2020)** الحمأة الناتجة عن محطات معالجة مياه الصرف الصحي: حوالي 1 مليون طن سنويا المكافئ النفطي في السنة. امكانية توليد طاقة من روث الماشية تكافئ 120-240 ألف طن من النفط عند تحويله إلى غاز حيوي). بالإضافة إلى ذلك، هناك إمكانات لمحاصيل مخصصة تزرع في الأراضي الصحراوية المستصلحة باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.

تؤدي خيارات استخدام الطاقة البلدية إلى انخفاض في تكاليف نظام الطاقة بما يقرب من 9.0 مليار دولار أمريكي في ً لكل ميجاوات عام 2030، وهو ما يكافئ 0.7 دولارا ّ ساعة. كما أن التخفيضات في التكاليف الجانبية بسبب انخفاض ّ الآثار الضارة لتلوث الهواء على الصحة البشرية وانخفاض ً أيضا ّ الضرر البيئي والتكلفة الاجتماعية للكربون تشكل أهمية وتصل قيمتها إلى ما لا يقل عن 9.2 مليار دولار أمريكي في ً إلى التقدير التكاليف الجانبية المخفضة في عام 2030.

تشكل التكاليف الجانبية المتصلة بتلوث الهواء وغاز ثاني أكسيد الكربون عوامل هامة عند النظر في اقتراح تكلفة وفائدة الطاقة المتجددة. وعلى سبيل المثال التكاليف الجانبية المتصلة بتلوث الهواء وحده بما يتراوح بين 1.1 مليار و4.7 مليار دولار أمريكيً سنويا بحلول عام 2030 ترتفع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتعلقة بالطاقة بنسبة 130% في الحالة المرجعية إلى 350 مليون طن بحلول عام 2030 ،ومع إبطاء خيارات استخدام الطاقة البديلة لتلك الزيادة إلى 60 ،%بحيث تبلغ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتعلقة بالطاقة 250 مليون طن فقط في عام 2030 - وهو انخفاض على مدار الحالة المرجعية يبلغ 100 مليونً.طن سنويا. **(الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2020).**

ثالثاً: القيود المتعلقة بالاقتصاد الدائري

في هذا القسم، نقوم بتقييم ومناقشة بعض الجوانب المفقودة من تعريفات ومفاهيم الاقتصاد الدائري، بما في ذلك الخلط مع الدلالات، وعدم التركيز على القضايا الاجتماعية، يليه نقد للعواقب المحتملة غير المقصودة للاقتصاد الدائري وأهدافه المفرطة في التبسيط.

يعتمد الاقتصاد الدائري على مجموعة غير متجانسة من المفاهيم العلمية وشبه العلمية، على سبيل المثال، "الاقتصاد البيئي، علم البيئة الصناعي التجريبي، تصميم المهد - المهد، اقتصاد الأداء، والمحاكاة الحيوية، والكفاءة البيئية، وعلم المرونة، والرأسمالية الطبيعية، والإنتاج الأنظف، كما يوجد أكثر من مائة تعريف للدائرية، مما أدى إلى أن المصطلح يعني أشياء مختلفة لأشخاص مختلفين. قد يكون هذا بسبب تطوير المفهوم وتطبيقه بشكل حصري تقريباً من قبل الممارسين، أي صانعي السياسات والشركات واستشاري الأعمال والجمعيات التجارية ومؤسسات الأعمال، وما إلى ذلك. وعليه لا يوجد تعريف محدد بدقة لمصطلح الاقتصاد الدائري. ولكنها تشترك في المفهوم الأساسي لفصل استخراج الموارد الطبيعية واستخدامها لزيادة الناتج المحلي الإجمالي، وزيادة كفاءة استخدام الموارد. ونتيجة لذلك من الاسهل ان نقول ان الاقتصاد الدائري ليس نظرية كما وضحها الكثيرون، ولكن هو نهج ناشئ للإنتاج والاستهلاك الصناعيين. **(Nilsen & ,2020 Mavropoulos)**

النقد المتكرر الموجة الي أدبيات الاقتصاد لدائري هو انه يتجاهل الكثير من المعرفة الراسخة او قوانين ونظريات علمية. على سبيل المثال يهمل نظرية التعليم الديناميكي القائل بأنه لا يمكن للمرء ان يخلق المادة او يدمرها وان المادة لا تنفى ولا تستحدث من العدم. أي يجب ان ينتهي بها الامر في النظام البيئي في مرحلة ما، فلا يمكن تدميرها، ولكن فقط يمكن تحويلها وتبديدها. ان مستقبل الاقتصاد الدائري يعتمد على أنه لم تعد هناك نفايات. ويتم اغلاق تدفق المواد، ويتم إعادة تدوير المنتجات الي آجل غير مسمى. فأن هذا مستحيل

تطبيقه علمياً لأن الأنظمة الدورية تستهلك موارد وتنتج نفايات وانبعاثات. فان مصطلح دائري يمكن ان يكون مضللاً إذا كان يستحضر أنظمة صناعية تم تصميمها وفقا لفهم الطبيعية كنظام دائري مستقر مغلق وخالي من النفايات. حيث تشكل القيود المفروضة على خصائص المواد وتقنيات التصنيع وإعادة المعالجة عائقاً آخر امام اغلاق حلقات المواد التي يبدو انه تم تجاهلها في التعريف. وان التبديد في البيئة والتلوث وتأكل المواد كلها أيضا تضع قيود على استدارة أي اقتصاد بوجه عام والاقتصاد الدائري بشكل خاص **(Giampietro& Funtowicz, 2020**

تشير الانتقادات الي أن أدارك النفايات له تأثير قوي على إدارة النفايات والتخلص منها. وان أسواق النفايات في الحقيقة متغيرة مع ظهور نفايات جديدة طوال الوقت وان أسواق إعادة التدوير لا يمكن التنبؤ بها وتظهر درجات عالية من التقلب. وانه لا يمكن إعادة تدوير النفايات السامة. وان جزء كبير من النفايات يتم معالجتها بواسطة القطاع غير الرسمي. تعتبر الانتقادات ان الاقتصاد الدائري يقلل أيضا من أهمية الصعوبات العملية لربط تدفقات النفايات بالإنتاج واستبدال السلع الثانوية بالسلع الأولية. بل ان اعتبار النفايات كمورد اقتصادي قد يؤدي على نحو متناقض الي زيادة الطلب على النفايات بدلا من تقليل احجام النفايات. كما تتجاهل الاستراتيجيات الدائرية أيضا الكميات الكبيرة المستهلك من المواد المستهلكة والمصنوعات اليدوية المخزنة في المنازل والشركات. لذا يجب ان يأخذ نهج الاقتصاد الدائري في الاعتبار كيفية تعاملنا مع المخزون الضخم من النفايات.**(Giampietro & Funtowicz, 2020)**

على الرغم من التأييد الواسع الذي يتمتع به الاقتصاد الدائري. فقد شهد تنفيذاً محدوداً حتى الان. المفهوم انتشر على نطاق واسع كفكرة مثالية. ومع ذلك فأن الجوانب العلمية والتشريعات الفعلية محدودة وهشة، حيث اتسمت معظم الجهود المبذولة في تطبيق الاقتصاد الدائري بغياب مشاركة أصحاب المصلحة ورؤية مجزأة وحوكمة حالت دون التنفيذ المنهجي. وهذا حول حدود النظام وعدم القدرة على التنبؤ بقطاع النفايات والحوكمة غير الواضحة أسهمت في صعوبة قياس وتقييم وتحسين دائرية الاقتصاد..**(Blum et al., 2020)**

وهناك نقد آخر ممثل في أن مساهمات الاقتصاد الدائري غير واضحة في الاستدامة البيئية والاجتماعية. غالباً ما تكون الاختلافات بين الاقتصاد الدائري والاستدامة غير واضحة على الرغم من ان الأخير أكثر شمولاً. ومدعومة بمجموعة واسعة من الالتزامات ومرادف لمجموعة أكثر شمولاً من المخاطر والفرص. فان العلاقة المفاهيمية لم يتم تحديدها بدقة بعد. على سبيل المثال. لا يتناول الأهمية الحاسمة للأرض كمصد أساسي لاحتياجات الكتلة الحيوية والطاقة والمعادن، ولا قضية التدفقات المادية للمواد والطاقة عبر المستوى التنظيمي والإداري والحدود الجغرافية. بينما يجب ان تشمل الشبكة للتدفقات الأولية المطلوبة للحفاظ على وظائف المحيط الحيوي الذي يعمل فيه الاقتصاد. كما يتم تقديم الاقتصاد الدائري باعتباره الحل العملي لتحدي الاستدامة لكنه يقلل من أهمية التحدي. **Holmes et al., 2021**

الاقتصاد الدائري يكاد يكون لا يركز على البعد الاجتماعي، ويركز على إعادة تصميم أنظمة التصنيع والخدمات لفائدة المحيط الحيوي. في حين أن التجديد البيئي والبقاء على قيد الحياة، والحد من استخدام الموارد المحدودة يفيد البشرية بوضوح، لا يوجد اعتراف صريح بالجوانب الاجتماعية المتأصلة في المفاهيم الأخرى للتنمية المستدامة. من غير الواضح كيف سيؤدي مفهوم الاقتصاد الدائري إلى مزيد من المساواة الاجتماعية، من حيث المساواة بين الأجيال، والمساواة بين الجنسين، والمساواة العرقية والدينية، والمساواة المالية، أو من حيث تكافؤ الفرص الاجتماعية. هذه قضايا أخلاقية ومعنوية مهمة مفقودة. فقط إذا تم تحديد الاحتياجات المجتمعية وإدراجها في الصياغة الأساسية لمفهوم الاقتصاد الدائري، يمكننا أن نأمل في البناء على جميع الركائز الثلاث للاستدامة. وبالتالي يحتاج هذا إلى اهتمام في صياغة الإطار المفاهيمي للاقتصاد الدائري.

يمكن أيضًا انتقاد نهج الاقتصاد الدائري بسبب وجود عواقب غير مقصودة وأهداف مفرطة في التبسيط. على سبيل المثال، يبدو أن العديد من الأنشطة المستدامة الإيجابية لها نتائج بيئية سلبية للغاية. حيث أدت حملة الوقود الأخضر إلى إزالة الغابات من مناطق بورنيو من أجل زراعة نخيل الزيت. وقد أدى ذلك إلى تدمير الموائل الحيوية للنمور السحابية، علاوة على ذلك، ساهم الطلب على الوقود الحيوي بشكل مباشر في خسارة ملايين الأفدنة من الغابات الاستوائية التي تم استبدالها بحقول فول الصويا لإنتاج الوقود الحيوي. حتى بدون تدمير الغابات، يتم استبدال الأراضي الزراعية الأساسية لإنتاج الطاقة الخضراء، مما يشكل ضغطًا كبيرًا على إنتاج الغذاء في البلدان الفقيرة. كما يستخدم الوقود الحيوي ما يعادل عشرة افدنة لكل سيارة سنوياً. هناك قضية أخرى هي اعتماد الكثير من التكنولوجيا الخضراء على المعادن الأرضية النادرة مثل النيوديميوم واستخراجه يتطلب تكلفة بيئية عالية، كما ان استخدام الايثانول كوقود يكلف البيئية أكبر مما ينتج. **Calisto Friant,2021**

رابعاً: تقدير آثر استخدام نموذج الاقتصاد الدائري على المناطق الصناعية في مصر:

تستخدم الدراسة أدوات الاقتصاد القياسي وبالاعتماد على نموذج الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression، وبالاعتماد على طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS) Ordinary Least Squares بهدف قياس إثر استخدام الاقتصاد الدائري في المناطق الصناعية في الاقتصاد المصري، وتحديد أهم المتغيرات التي تؤدي إلى رفع كفاءة استخدام المخلفات وتحويل المخلفات من عبء مالي الي مورد اقتصادي في مصر.

تعتمد الدراسة الحالية على استخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS)، وذلك بسبب صغر حجم العينة حيث تشمل العينة على 19 صناعه مختلفة في مصر.

يمكن تقسيم فرضيات النموذج الي فرضيات تخص البواقى و فرضيات خاصه بالمعلمات و المتغيرات. فروض خاصة بالمتغيرات مثل عدم وجود علاقة قوية بين المتغيرات المستقله محل الدراسة مع بعضها، ان يأخذ المتغير التابع قيم عشوائيه عكس المتغيرات المستقلة التي تأخذ قيم محددة، وخطية المعلمات المقدرة. أما بالنسبة للفروض الخاصة بحد الخطأ، فيجب ان يتبع التوزيع الطبيعى و له قيم متوقعة تساوى صفر و تباين ثابت ، و بالاضافة الى عدم وجود ارتباط ذاتى بين قيم البواقى المختلفة ، فالنهاية يجب ان يكون النموذج محدد بطريقة صحيحة و غير متحيز.

والالتزام بهذه الفروض يضمن ان يكون تقدير المعلمات BLUE بمعني ان التقدير اصبح خطى، غير متحيز و له اقل تباين ممكن ومخالفة هذه الشروط تؤدى الى مشاكل في القياس تصل عدم ثبات التباين و الارتباط بين البواقى.

أ- تقدير النماذج:

ويهتم هذا الجزء بتقدير العلاقة بين النفايات والمدخلات، حيث يوجد العديد من النماذج التي يمكن الاختيار فيما بينها لتوصيف طبيعة العلاقة بين المتغيرات، ومن هذه النماذج: النموذج الخطي، ونموذج الإنحدار اللوغاريتمي، ونموذج الإنحدار شبة اللوغاريتمي. وسيتم إجراء إنحدار وتقدير للنماذج السابقة ومن ثم المقارنة بينهم للتعرف على أفضلها في توصيف العلاقة بين المتغير التابع والذي يمثلة حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN)، والمتغيرات المستقلة وهي المخلفات المباعة للتجار (STT)، والمخلفات المعاد تديورها في الموقع(ROS) ، القيمة المضافة(VA)) .

١- نموذج الإنحدار الخطي:

INPUTS (IN) = -405123.2 + 11.4785 (ROS) + 2.2889 (VA) + 55.7806 (STT))
(0.4233) (0.9207) (0.0000) (0.2524)

$R^2 = 0.90$

$\overline{R^2} = 0.88$

$DW = 1.639$

$F = 45.23$

$Prob.(F) = 0.000000$

تعبر الأرقام بين الأقواس أسفل المعادلة عن معنوية كل متغير، وقد أظهر هذا النموذج كما هو موضح بالجدول رقم(4/13) معنوية والقيمة المضافة(VA) في التأثير على حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN)، أما كل من المخلفات المباعة للتجار(STT)، والمخلفات المعاد تديورها في الموقع(ROS) فكانت غير معنوية في التأثير على حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN).

وفي ضوء نتائج النموذج أوضحت إشارات معلمات المتغيرات التفسيرية أن هناك علاقة طردية بين جميع المتغيرات المستقلة (المخلفات المباعة للتجار(STT)، والمخلفات المعاد تديورها في الموقع(ROS)، القيمة المضافة(VA)) والمتغير التابع والذي يمثله حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN). بالإضافة إلى ذلك، فقد أوضح النموذج معنوية تفسير العلاقة ككل، فقد جاءات قيمة $(Prob.(F))$ معنوية وبلغت 0.00000 ، كما جاءت قيمة معامل التحديد لتوضح أن النموذج يفسر نحو 90% من التغيرات التي تلحق حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN)، كما أن قيمة إختبار "Durbin- Watson " والدال علي

الإرتباط التسلسلي للبواقي تساوي 1.639 وهي تقع في القيمة غير المحددة طبقاً لجداول توزيع "Durbin- Watson" للحد الأعلى والحد الأدني، وبالتالي يمكن تجاهلها والتأكد من سلامة التقدير (عدم وجود إرتباط تسلسلي).

٢- نموذج الإنحدار اللوغاريتمي:

INPUTS (IN) = 0.331535 -0.070322 (ROS) + 0.944347 (VA) + 0.186626 (STT))
(0.8491) (0.7032) (0.0000) (0.5293)

$R^2 = 0.92$

$\overline{R^2} = 0.90$

$DW = 1.472$

$F = 42.001$

$Prob.(F) = 0.0000003$

تعبر الأرقام بين الأقواس أسفل المعادلة عن معنوية كل متغير، وقد أظهر هذا النموذج كما هو موضح بالجدول رقم(4/13)، معنوية والقيمة المضافة(VA) في التأثير على حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN)، أما كل من المخلفات المباعة للتجار(STT)، والمخلفات المعاد تدويرها في الموقع(ROS) فكانت غير معنوية في التأثير على حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN)، كما هو الحال في النموذج الخطي

وفي ضوء نتائج النموذج أوضحت إشارات معلمات المتغيرات التفسيرية أن هناك علاقة طردية بين جميع المتغيرات المستقلة، باستثناء المخلفات المعاد تدويرها في الموقع(ROS) والمتغير التابع والذي يمثله حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN). بالإضافة إلى ذلك، فقد أوضح النموذج معنوية تفسير العلاقة ككل، فقد جاءت قيمة $(Prob.(F))$ معنوية وبلغت 0.00000 ، كما جاءت قيمة معامل التحديد لتوضح أن النموذج يفسر نحو 92% من التغيرات التي تلحق حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN)، كما أن قيمة إختبار "Durbin- Watson " والدال علي الإرتباط التسلسلي للبواقي تساوي 1.472 وهي تقع في القيمة غير المحددة طبقاً لجداول توزيع "Durbin- Watson" للحد الأعلى والحد الأدني، وبالتالي يمكن تجاهلها والتأكد من سلامة التقدير (عدم وجود ارتباط تسلسلي).

٣- نموذج الانحدار شبة اللوغاريتمي:

INPUTS (IN) = -17710347 -417073.5 (ROS) + 650166.1 (VA) + 1856135. (STT))
(0.0350) (0.6029) (0.1247) (0.1638)

$R^2 = 0.43$

$\overline{R^2} = 0.28$

$DW = 2.157$

$F = 2.789$

$Prob.(F) = 0.090378$

تعبر الأرقام بين الأقواس أسفل المعادلة عن معنوية كل متغير، وقد أظهر هذا النموذج كما هو موضح بالجدول رقم(13/4) عدم معنوية أي من المتغيرات المستقلة في التأثير على حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN. وفي ضوء نتائج النموذج أوضحت إشارات معلمات المتغيرات التفسيرية أن هناك علاقة طردية بين جميع المتغيرات المستقلة، باستثناءالمخلفات المعاد تدويرها في الموقع(ROS) والمتغير التابع والذي

يمثله حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN). بالإضافة إلى ذلك، فقد أوضح النموذج عدم معنوية تفسير العلاقة ككل، فقد جاءات قيمة $(Prob.(F))$ معنوية وبلغت 0.090378 ، كما جاءت قيمة معامل التحديد لتوضح أن النموذج يفسر نحو 43% من التغيرات التي تلحق حجم المدخلات المستخدمة في الصناعات المختلفة(IN)، كما أن قيمة إختبار "Durbin- Watson " والدال علي وجود الإرتباط التسلسلي للبواقي تساوي 2.157 وهي تقع في القيمة المحددة طبقاً لجداول توزيع "Durbin- Watson" للحد الأعلى والحد الأدني، وبالتالي لايمكن تجاهلها وتعنى (وجود إرتباط تسلسلي).

جدول رقم (3)

نتائج تقدير الانحدار للنماذج الثلاثة

variable	النموذج الخطي		النموذج اللوغاريتمى		النموذج شبة اللوغاريتمي	
	coefficient	prob	coefficient	Prob	coefficient	prob
C	-405123.2	0.4233	0.331535	0.8491	-17710347	0.0350
ROS	11.47854	0.9207	-0.070322	0.7032	-417073.5	0.6029
VA	2.288942	0.0000	0.944347	0.0000	650166.1	0.1247
STT	55.78060	0.2524	0.186626	0.5293	1856135	0.1638
	النموذج الخطي		النموذج اللوغاريتمى		النموذج شبة اللوغاريتمي	
R^2	0.90		0.92		0.43	
$\overline{R^2}$	0.88		0.90		0.28	
DW	1.639		1.472		2.157	
F-statistic	45.23		42.001		2.789	
Prob(f)	0.00000		0.000003		0.090378	

المصدر : برنامج Eviews

٤- مقارنة النماذج

بعد تقدير النماذج الثلاثة السابقة يجب إختيار الشكل المناسب للعلاقة الدالية بين المتغيرات، وإختيار أفضل نموذج في وصف هذه العلاقة، وللإختيار بين هذه النماذج فإن هناك العديد من المؤشرات التي يمكن إستخدامها ومن أهمها معامل التحديد R^2 . حيث أن معامل التحديد يمكن أن يستخدم كأساس للإختيار بين النماذج المختلفة، ولكن بشرط أن يكون لها جميعاً نفس المتغير التابع، وبمقارنة النماذج الثلاثة طبقاً لقيمة معامل التحديد، كما هو مبين بالجدول رقم (4/14)، نتوصل إلى أن النموذج الخطي، هو أفضل الصور الدالية لتفسير العلاقة بين المتغيرات محل الدراسة.

جدول رقم(4)
المقارنة بين النماذج

النموذج	R^2	التفسير
النموذج الخطي	0.90	المتغيرات المستقله تفسر ما يعادل 90% من التغير ات فى المتغير التابع.
النموذج اللوغاريتمي	0.92	المتغيرات المستقله تفسر ما يعادل 92% من التغير ات فى المتغير التابع.
النموذج شبه لوغاريتمي	0.43	المتغيرات المستقله تفسر ما يعادل 43% من التغيرات فى المتغير التابع.

المصدر: إعداد الباحث.

ب- **إختبار جودة النموذج :**

يوجد العديد من الإختبارات التي يمكن إستخدمها للتأكد من جودة توافق النموذج المستخدم في قياس العلاقة بين المتغيرات محل الدراسة المشار إليها سابقاً، كما يوجد العديد من الإختبارات التي يمكن من خلالها التعرف على مدي قدرة النموذج التنبؤية ، وكذلك مدي ثبات هذه القدرة التنبؤية في المستقبل ويمكن التعرف على أهم هذه الاختبارات فيما يلي:

1- **إختبار ثبات تباينات الأخطاء Homoscedastcity:**

من بين إفتراضات نموذج الإنحدار الخطي هو ثبات تباين حد الخطأ . ويترتب على اسقاط هذا الفرض، حدوث مشكلة عدم ثبات حد الخطأ، والتي ترتبط ببيانات المقطع العرضى أكثر من بيانات السلاسل الزمنية. ويعكس عدم ثبات تباين حد الخطأ وجود العديد من الآثار، منها، أن القيم المقدرة لمعاملات الإنحدار سوف تكون غير متحيزة، وتباين القيم المقدرة لمعاملات الإنحدار لايكون أقل ما يمكن، والتنبؤ بنتائج هذا التقدير يكون غير ممكنا (الشوربجي،1994: 223-225).

ويتم اكتشاف عدم ثبات تباين حد الخطأ بواسطة عدة اختبارات منها اختبار "Glejser" وإختبار Breusch- Pagan- Godfrey، ويمكن الإستعانة ببرنامج Eviews في الحصول على هذين الإختبارين لتحديد وجود ثبات تباين الخطأ العشوائي من عدمه. وقد تم إجراء الإختبارين "Breusch- Pagan- Godfrey& , Glejser"، وقد أثبتت نتائج الإختبارين كما هو موضح بالجدول رقم(4/15)، عدم وجود ثبات في تباينات الأخطاء. مما ينتج عنه تحيز القيم المقدرة لمعاملات الإنحدار ، و عدم امكانية التنبؤ بنتائج هذا التقدير (الشوربجي،1994: 223-225). مما يعنى عدم أمكانيه استخدام طريقة المربعات الصغرى فى حالة بيانات الدراسة.

جدول رقم (5)
نتائج إختبار ثبات تباينات الأخطاء

Homoscedastcity Test -Breusch- Pagan- Godfrey			
F- statistic	34.56409	Prop.F(3,15)	0.0000
Obs*R-Squared	16.59883	Prop.Chi- Squared(3)	0.0009
Scahled explaind ss	21.32984	Prop.Chi- Squared(3)	0.0001
Homoscedastcity Test - Glejser			
F- statistic	52.03370	Prop.F(4,17)	0.0000
Obs*R-Squared	17.33432	Prop.Chi- Squared(4)	0.0009
Scahled explaind ss	23.45961	Prop.Chi- Squared(4)	0.0000

المصدر : إعداد الباحث

يهتم هذا الجزء بتقدير العلاقة بين النفايات و المدخلات الا انه لتميز العديد من البيانات تعانى من عدم التماثل لذا تم ادراج اوزان و هي نسبة انتاج الصناعة من مجموع انتاج جميع الصناعات للتعامل مع ذلك و توجد نتائج النموذج فى الجدول التالى

جدول (Error! No text of specified style in document.) نتائج تقدير الانحدار للنموذج بطريقة المربعات الصغرى

R-squared =	0.9576		
Adj R-squared =	0.9485		
F(3, 14) =	105.27		
Prob > F =	0.0000		
Variable	**Coef.**	**T**	**P-value.**
Soldtotraders	123.1336	2.65	0.019
Valueadded	2.359783	9.67	0.000
Recycleonsite	-654.0384	-1.68	0.115
Constant	-234062.9	-0.69	0.504

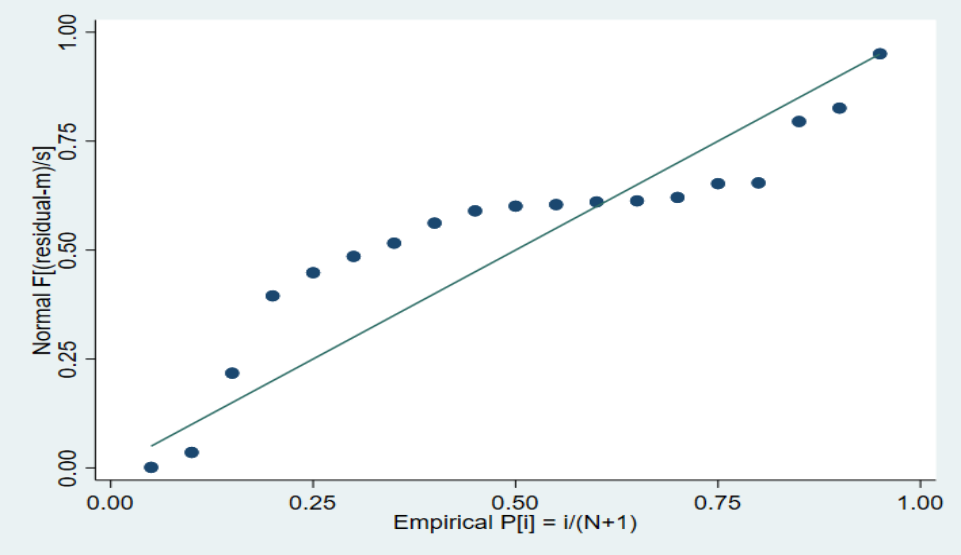
المصدر: من اعداد الباحث باستخدام برنامج EVIWS

- **يلاحظ من هذا التقدير ما يلي**

- أن متغير القيمة المضـــافة و حجم النفايات المباعة للتجار بالنموذج لها تأثير معنوي في حجم المدخلات فى الصناعات عند مستوى معنوية 1% بالنسبة للقيمة المضافة و 5 % بالنسبة حجم النفايات المباعة للتجار، كما أن إشارة متغير القيمة المضافة تتفق مع منطق النظرية الاقتصادية والتوقعات القبلية لها، حيث ان زيادة القيمة المضـــافة تعنى زيادة حجم الانتاج و بالتالى حجم المدخلات.

- بالنســـبة لمتغير حجم المخلفات المباعة للتجار فان أشـــارته موجبة ، مما يعكس انه كلما زادت النفايات المباعة للتجار ، زادت أرباح المصـــانع و بالتالى يزداد الانتاج و يزداد الطلب على المدخلات. بينما متغير إعادة التدوير في الموقع غير معنوى حتى عند مستوى 10 % .
- أن المقدرة التفســـيرية للنموذج مرتفعة جد اً ، إذ أن حوالي 96% من التغيرا ت في حجم المدخلات المطلوبة للانتاج تفسر من خلال التغير في المتغيرات المستقلة فى هذا النموذج
- قدرة المتغيرات المستقلة ككل على تفسير المتغير التابع ، ، إذ أن قيمة إختبار(F) معنوية وكانت قيمته الاحتمالية تساوي (0.00)
- الا انه عند اجراء اختبار Breusch- Pagan- Godfrey ، ثبت أن البواقى تعانى من عدم ثبات التباين ، مما ينتج عنه تحيز القيم المقدرة لمعاملات الإنحدار ، و عدم امكانية التنبؤ بنتائج هذا التقدير (الشـــوربجي،1994: 223-225). مما يعنى عدم أمكانيه اســـتخدام طريقة المربعات الصغرى فى حالة بيانات الدراسة. كما ثبت ذلك عند رسم البواقي، كما هو موضح بالشكل

شكل (1) اختبار ثبات التباين للنموذج



لذا قمنا باستخدام خاصية hetregress فى برنامج stata 16 و التى تسمح بان تتبع البواقى توزيع الدالة الاسية باستخدام إما أقصى احتمال (ML ؛ الافتراضي) أو طريقة المربعات الصغرى المعممة المكونة من خطوتين (GLS) لهارفي. و تستخدم هذه الطريقة عادة فى حالة بيانات السلاسل الزمنية او البيانات المقطعية التى تعانى من عدم ثبات التباين .

لتصبح النتائج كالاتى

جدول (7) نتائج الاختبار باستخدام hetregress في برنامج stata 16

Heteroskedastic linear regression		
ML estimation		
	Wald chi2(3) =	406.04
Log likelihood = -275.4544	Prob > chi2 =	0.0000
	P>z [95% Conf.	
Variables	Coefficient	p-value
soldtotraders	123.1336	0.003
valueadded	2.359783	0.000
recycleonsite	-654.0384	0.057
_cons	-234062.9	0.437
lnsigma2 _cons	27.76817	0.000

المصدر: من اعداد الباحث باستخدام برنامج Stata16

- **يلاحظ من هذا التقدير ما يلي**

- أن المتغير الأكثر تأثيرا على حجم المدخلات هو القيمة المضافة، ويؤثر ايجابيا وعند مستوى معنوية1% ، وتشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن ارتفاع القيمة المضافة للمصنع بجنية واحد ، يؤدى الى ارتفاع الانفاق على المدخلات ب 2.359783 جنيه.
- نلاحظ ان حجم المخلفات المعاد تدويرها في الموقع أصبح معنوي عند مستوى 10 %، حيث ان زيادة المخلفات المعاد تدويرها يقلل من حجم المدخلات ، مما يعنى ان المخلفات ممكن ان تصبح بديل لشراء مدخلات جديدة ، و بالتالي يخفض من تكاليف الشركة و يزيد من أرباحها.
- كما نلاحظ ان حجم المخلفات المباعة للتجار مازالت تحتفظ بإشاراتها الموجبة الا انها أصبحت معنوية عند مستوى 1 % بدلا من عند مستوي 10 % في طريقة المربعات الصغرى
- بالإضافة إلى المعلمات المقدرة لمعلمات المتغيرات المستقلة، تتيح تقارير hetregress المعلمات المقدرة وإحصاءات الاختبار للتباين التباين. exp (27.76)هو تقديرنا للتباين - σ^2

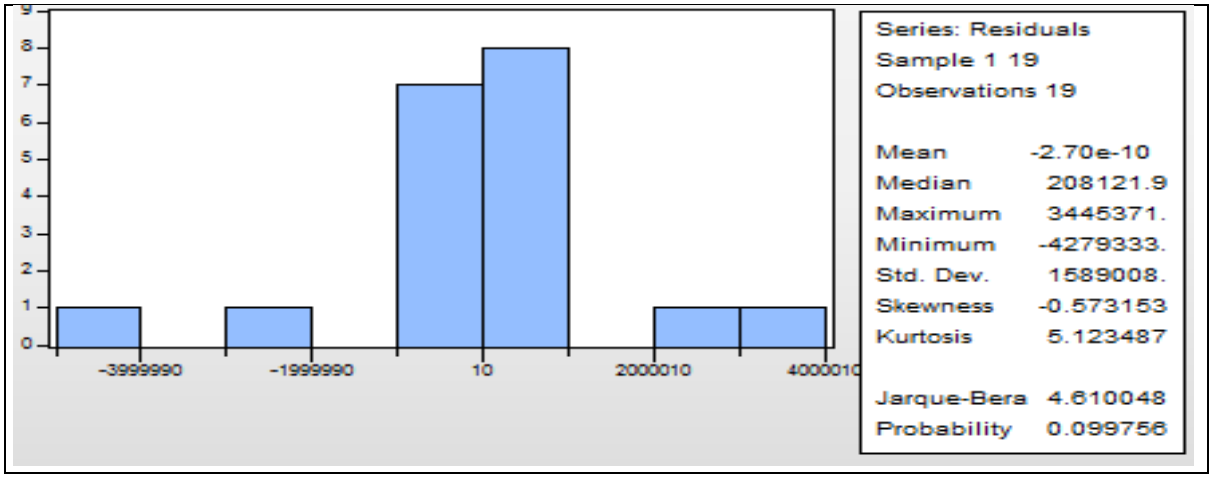
2- اختبار تبعية البواقي للتوزيع الطبيعي

ويعتمد إختبار تبعية البواقى للتوزيع الطبيعي، علي إختبار إحصائية جارك بيرا Jarque- Bera، بحيث نقبل فرضية العدم والقائله بأن التوزيع غير طبيعي إذا كانت قيمة إحصائية Jarque- Bera أكبر من 2، ونقبل الفرضية البديلة والقائلة بإن التوزيع طبيعي، إذا كانت قيمة إحصائية Jarque- Bera أقل من 2.ويمكن الحصول على قيمة إحصائية Jarque- Bera بالإستعانة ببرنامجEviews(احمد،2008: 78).

وبإجراء إختبار Jarque-Bera، على النموذج المقدر تبين عدم معنوية الإختبار، وهذا ما يعني رفض فرض العدم وقبول الفرض البديل والقائل بأن البواقي المقدرة من النموذج تتبع التوزيع الطبيعي، وذلك كما يتضح من الشكل رقم(6/4).

شكل رقم(2)

يوضح إختبار تبعية البواقي للتوزيع الطبيعي



المصدر: إعداد الباحث، بالاعتماد على برنامج Eviews.

3- إختبار مقارنة القيم الفعلية بالقيم المقدرة:

يؤكد الجدول رقم(4/18) والشكل(4\7)، على التوافق بين النتائج الفعلية والمقدرة من خلال النموذج الخطي بشكل كبير، وعلى الرغم من ذلك، وجدت بعض الاختلافات البسيطة على مستوى بعض الصناعات سواء بالتقدير الناقص أو الزائد.

جدول رقم(8)

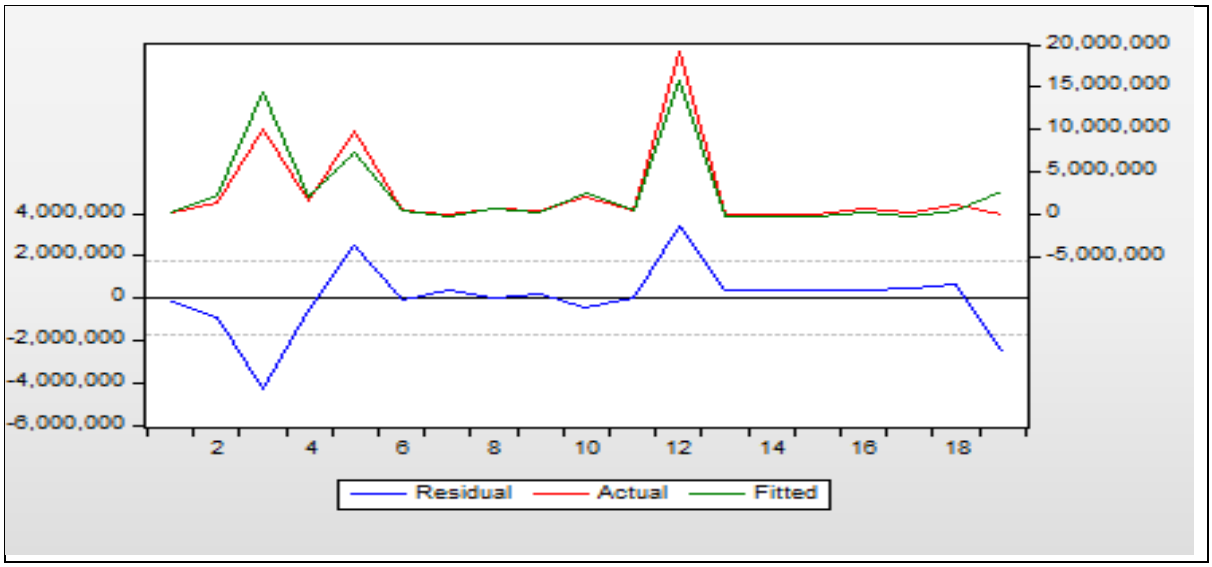
مقارنة القيم المقدرة بالقيم الفعلية

obs	Actual	Fitted	Residual	Residual Plot
obs	Actual	Fitted	Residual	Residual Plot
1	130430.	269616.	-139186.	
2	1323505	2232357	-908852.	
3	9990353	1.4E+07	-4279333	
4	1549902	2074261	-524359.	
5	9733202	7288873	2444329	
6	336941.	446390.	-109449.	
7	5851.00	-365715.	371566.	
8	615010.	634161.	-19150.9	
9	425493.	217371.	208122.	
10	1916941	2354004	-437063.	
11	295358.	325784.	-30426.4	
12	1.9E+07	1.6E+07	3445371	
13	92.0000	-349202.	349294.	
14	26086.0	-351154.	377240.	
15	3430.00	-370158.	373588.	
16	586166.	245673.	340493.	
17	126628.	-334491.	461119.	
18	1082104	430841.	651263.	
19	4222.00	2578790	-2574568	

المصدر: برنامج Eviwes

شكل رقم (3)

مقارنة القيم المقدرة بالقيم الفعلية



المصدر : برنامج Eviwes.

4- إختبار ثبات القدرة التنبؤية للنموذج

تم إجراء إختبار Ramsey(RESET)، وقد جاءت نتائج هذا الاختبار كما هو مبين بالجدول رقم(4\19) غير معنوية لتعبر عن ضعف كفاءة النموذج، حيث أعطي الاختبار عدم معنوية إختبار(F) وكانت قيمته الاحتمالية تساوي (0.000000)، إلا أن قيمة كل من R^2 ، , $\overline{R^2}$ جاءت مرتفعة لتتوافق مع نتائج النموذج الأصلية، وتؤكد قدرتة العالية فى التفسير، حيث بلغت هذه القيم على الترتيب (%74)،(%66).

جدول رقم(9)

نتائج إختبار ثبات القدرة التنبؤية (إختبار Ramsey RESET)

	Value	Probability
T- statistic	1.089649	0.2943
F- statistic	1.187335	0.2943
Likelihood ratio	1.546686	0.2136
R^2	0.90	
$\overline{R^2}$	0.88	

المصدر : إعداد الباحث

تتلخص الخطوة الأولى للدراسة في تحليل دور الجهات الرئيسية التي لها تأثير على إدارة المخلفات الالكترونية وذلك باستخدام تحلل تدفق المواد. بينما تتعمد الخطوة الثانية علي دراسة ميدانية لعدد من شركات إعادة تدوير المخلفات الالكترونية . وقد أظهرت الدراسة ان القيم الاجمالية للمخلفات الالكترونية للهواتف

المحمولة تصل الي حوالي 12.5 مليون دولار وذلك إذا تم استخراج كافة العناصر المعدنية للوحات الدوائر (PCB) وتقدر قيمة العناصر المفقودة من مركبات (PCB) والقيمة الضائعة نتيجة عدم استخراج باقي معادن(PCB) نحو 1,6مليون دولار.

وبناء على التحليل السابق للمناطق الصناعية فيما يتعلق بالتنمية الصناعية المستدامة، الامر الذي يبرز أهمية البحث في الفرص المتاحة لتلك المناطق لتطوير أدائها علي نهج التنمية المستدامة، من خلال تحويل المدن الصناعية كالعاشر من رمضان و 6 أكتوبر وغيرها الي مدن صناعية بيئية. وتم استنتاج ان المدن أو المناطق الصناعية الكائنة بالعديد من مدن مصر يمكن أن تحقق التنمية المستدامة من خلال تحويلها الي مدن صناعية بيئية.

خامساً: النتائج والتوصيات

١- النتائج

من خلال الاعتماد على الأدبيات من مختلف التخصصات، وإجراء مراجعة نقدية وتحليل هذا البحث توصلت هذه الورقة إلى النتائج التالية:

أولاً: على الرغم من ارتفاع أبحاث الاقتصاد الدائري بشكل ملحوظ فقد "تطورت بشكل أساسي كبحث حول توليد النفايات، واستخدام الموارد والأثر البيئي لها. تجاهل أعماله التجارية والاجتماعية. التركيز على الأعمال التجارية مفيد، من أجل تحفيز المزيد من الشركات على إعادة تصميم أعمالها الاستراتيجيات الخاصة بالتصنيع، ولكن التركيز على البعد الاجتماعي أمر بالغ الأهمية.

ثانياً: • أن المتغير الأكثر تأثيرا على حجم المدخلات هو القيمة المضافة، ويؤثر ايجابيا وعند مستوى معنوية 1%، وتشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن ارتفاع القيمة المضافة للمصنع بجنية واحد ، يؤدى الى ارتفاع الانفاق على المدخلات ب 2.359783 جنيه .

ثالثاً: حجم المخلفات المعاد تدويرها في الموقع أصبح معنوي عند مستوى 10 %، حيث ان زيادة المخلفات المعاد تدويرها يقلل من حجم المدخلات ، مما يعنى ان المخلفات ممكن ان تصبح بديل لشراء مدخلات جديدة ، و بالتالي يخفض من تكاليف الشركة و يزيد من أرباحها .

رابعاً: ان حجم المخلفات المباعة للتجار مازالت تحتفظ بإشاراتها الموجبة الا انها أصبحت معنوية عند مستوى 1 % بدلا من عند مستوي 10 % في طريقة المربعات الصغرى

خامساً: الاقتصاد الدائري هو مفهوم جديد نسبيًا لقطاع المنتجات الإلكترونية في مصر، ولكن لديه إمكانية عالية للتأثير، هناك تحقيقات محدودة حول المخلفات الإلكترونية في هذا مصر. حيث يشير تحليل تدفق المواد إلى أن مصر تتحصل على قيمة 0.679 مليون دولار من المواد لمركبات لوحات الدوائر الإلكترونية للهواتف المحمولة من خلال إعادة التدوير الرسمية. يتم تقدير القيمة الإجمالية لهذه المواد في النطاق 12.485 مليون دولار أمريكي سنويًا. في ظل هذه الظروف، من وجهة نظر الصناعة، قضية عائد الاستثمار لتقنيات المعالجة النهائية صعبة. لذلك، من المحتمل ان يستمر التصدير لمركبات لوحات الدوائر المطبوعة، مع ما يقابل ذلك من خسارة في المنفعة الاقتصادية الوطنية

سادساً: أن تنفيذ تدابير الاستدامة من القاعدة إلى القمة هو المفتاح لتقليل كثافة استخدام المواد في الاقتصاد. يتمتع قطاع الأسمنت بإمكانيات كبيرة غير مستغلة للتخفيف من حيث خفض جانب الطلب. تظهر السيناريوهات المستدامة انخفاضًا كبيرًا في كثافة استخدام المواد. حيث تشير الدراسة إلى إطار "الاقتصاد الدائري" الوطني الذي يمكن

ترجمته على المستوى الإقليمي من خلال استخدام الإعانات والحوافز. أما بالنسبة للمستوى القطاعي، فهذا يعني سياسات محددة للتشجيع من خلال إعادة الاستخدام وإعادة التدوير واستبدال المواد على وجه التحديد في المباني والتشييد وصناعة السيارات. على سبيل المثال، قد تفرض قوانين البناء أو إرشادات البناء استخدام الرماد المتطاير في البناء.

سابعاً: بالنسبة للشركات المصرية، فأن تكاليف إعادة التدوير أو إعادة استخدام المكونات من منتجاتها المصنعة مسبقًا ستكون أقل من إنتاج هذه المكونات أو شرائها من سلاسل التوريد الخاصة بها .لذلك، سيساعد ذلك على تعظيم إيراداتهم وتدنية تكاليفهم.

ثامناً: أما بالنسبة للمستهلكين المصريين، أعتقد أن ميزانياتهم ستشهد تحسنًا واضحًا لأنهم سينخفض انفاقهم على شراء سلع جديدة وبدلاً من ذلك سيقومون بإعادة استخدام منتجاتهم في شكل أفضل .وبالتالي سيؤدى ذلك الى ارتفاع قوتهم الشرائية. حيث ستكون تكلفة تجديد وإعادة تدوير منتجاتهم أقل من شراء منتجات جديدة.

تاسعاً: أما بالنسبة للاقتصاد المصري، فالتوسع في أنشطة الاقتصاد الدائري ستؤثر على انخفاض حجم النفايات الضارة من المنتجات التي تم التخلص منها سابقاً، وكذلك تحسنًا في عملية الإنتاج التي تعتمد على المزيد من مصادر الطاقة المتجددة، وبالتالي تحسين جودة الهواء وتقليل التلوث .ومع تعظيم الإيرادات من الإنتاج، فإن هذا سيشهد زيادة في تدفقات الاستثمارات في هذا المجال المعين من إعادة التدوير والتجديد، مما يفسح المجال لفرص تجارية جديدة .سيتم تحفيز سلاسل التوريد غير الرسمية لتصبح أكثر رسمية من خلال إبرام صفقات مع المنتجين والمصنعين لتولي الإصلاح وإعادة التدوير وتجديد علاماتهم التجارية الخاصة، وبالتالي تبسيط العملية وإضافة المزيد من القيمة المضافة إلى الاقتصاد.

عاشراً: في الحقيقة تظل المتطلبات الفنية بالاقتصاد الدائري قيد البحث وتستند معظم المتطلبات على الأدلة القصصية والبحوث المحدودة. أدوات مثل تحليل المدخلات والمخرجات الاقتصادية لها ثم استخدامها لتقدير الفوائد الاقتصادية للاقتصاد الدائري. يجب أن تكون المحاولات المستقبلية ان تضع في الاعتبار أن الاقتصاد الدائري يحتمل أيضا أن يعزز التعاون ويقدم أخلاقيات ومنافع اجتماعية التي لم يتم إدراكها وفهمها بشكل كامل، وبسبب طبيعتها غير الملموسة.

٢- التوصيات

اولاً: يجب أن تكون هناك عقوبات وإجراءات صارمة على الصناعات التي تستخدم مصادر الطاقة غير المتجددة والضارة وخفض تكاليف مصادر الطاقة المتجددة على جدول الأعمال الخاصة بالحكومة، إذا كان هناك اتجاه لتشجيع الشركات على وضع مفهوم الاقتصاد الدائري.

ثانياً: التركيز على خفض تكاليف الطاقة الخاصة بصناعات الأسمنت واستخدام مصادر بديلة مثل الوقود الحيوي، واتباع نمط تكنولوجيا الإنتاج الأنظف في شركات صناعة الأسمنت، والاستفادة أيضاً من الرماد المتطاير من تلك المصانع.

ثالثاً: إنشاء منصة إلكترونية خاصة ببيانات إعادة التدوير تساعد في تلاقي العرض بالطلب خفضاً للتكلفة وزيادة للجودة.

رابعاً: زيادة مستويات التوعية الإعلامية بأهمية إعادة التدوير ودورها في زيادة الدخل.

خامساً: أنشاء مصانع لإعادة التدوير داخل المناطق الصناعية للاستفادة من نفايات المصانع.

سادساً: تشجيع وزيادة الوعي لدي المستهلكين بأهمية المخلفات الإلكترونية والقيمة الاقتصادية الخاصة بها ووضع آلية تحث المستهلكين على التخلص من المخلفات الإلكترونية الموجودة لديهم.

سابعاً: أن عمليات جمع وإدارة النفايات في مصر تتم معظمها من قبل القطاع غير الرسمي.، حيث غالبية من يعمل بهذا القطاع من الشباب والفقراء، ويمثلوا قوة ضاربة والعمود الفقري للاقتصاد الدائري في مصر، حيث يقوموا جمع المواد القابلة لإعادة التدوير وإعادتها إلى قطاع التصنيع، وفى هذا السياق يجب إصدار قانون لإدارة ومعالجة تلك النفايات، وذلك عن طريق تقديم حوافز لتشجيع جامعي النفايات والشركات الصغيرة ومراكز إعادة التدوير على الانضمام إلى الاقتصاد الرسمي.

ثامناً: طرح بنوك متخصصة أو إدارات بالنبوك، لتلك النوعية من المشروعات والأنشطة الخاصة بالاقتصاد الدائري في مصر لتشجعيها، وطرف الفرص الاستثمارية الخاص بها، وأيضا ابتكار وسائل تمويل لتشجيع تلك النوعية من الاستثمارات.

تاسعاً: يجب على الحكومة بذل المزيد من الجهود لمنح المنتجين والمصنعين إمكانية الوصول إلى مناطق النفايات حتى يتمكنوا من تبسيط عمليات إعادة التدوير والتجديد.

عاشراً: يجب على الحكومة إصدار التشريعات والإجراءات الاستمرار والضغط من أجل إضفاء الطابع الرسمي على الأعمال غير الرسمية وخاصة سلاسل التوريد وتشجيع المواطنين على إعادة التدوير والتجديد بتدابير مثل تخفيض ضريبة القيمة المضافة أو استرداد الأموال المشتراة من المنتجات المعاد تدويرها / المجددة.

المراجع

اولاً: المرجع العربية

١- جهاز شؤون البيئة وآخرون 2013، تقييم مشروع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي / مرفق البيئة العالمية: الطاقة الحيوية من أجل التنمية المستدامة، مصر.

٢- الوكالة الألمانية للتعاون الدولي 2014، "التقرير القُطري لشبكة برنامج كفاءة الطاقة العالمية حسب القطاعات حول إدارة النفايات الصلبة في مصر"، الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، بون.

٣- الشركة القابضة لكهرباء مصر 2016، تقرير الشركة القابضة لكهرباء مصر 2015 / *2016*

٤- مؤسسة التمويل الدولية 2016، فتح آفاق القيمة: أنواع الوقود البديلة لصناعات الإسمنت في مصر، مؤسسة التمويل الدولية، واشنطن العاصمة.

٥- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء2017، إحصاءات مصر، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، القاهرة.

٦- الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة2018، إحصاءات الطاقة المتجددة 2018، وكالة الطاقة المتجددة الدولية، أبو ظبي.

٧- ريهام مطاوع، المخلفات الإلكترونية للهواتف المحمولة في سياق التوجه نحو الاقتصاد الدائري، مجلة السياسة والاقتصاد جامعة بني سويف، العدد العاشر، أبريل 2021.

٨- ريهام مطاوع، المناطق الصناعية وتحقيق التنمية المستدامة في ظل التوجه محو الاقتصاد الدائري، كلية السياسة والاقتصاد جامعة السويس، رسالة دكتورة منشورة،2021.

٩- الجدول الخاص بمصادر الطاقة البديلة للأسمنت المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على التقارير السنوية للإحصاءات البيئة أعداد متفرقة

١٠- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء اعداد متفرقة، إحصاءات مصر، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، القاهرة.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. Schumpeter, J. A. 1954. *History of Economic Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
2. Stahel, & Reday-Mulvay. (1981). *Jobs for Tomorrow: the Potential for Substituting Manpower for Energy*. New York: Vantage Press.
3. Lyle, J. T. (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development*. New York: Wiley.
4. McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle-to-cradle, remaking the way we make things* (1st ed.). New York: North Point Press.
5. Feng, J., and D. Yuan. 2011. Behind China's green goals. In *China's green revolution: Energy, environment and the 12th Five Year Plan*. London and Beijing. www.chinadialogue.net: Chinadialogue.
6. EMF Ellen MacArthur Foundation (2013) Towards the circular economy: opportunities for the consumer goods sector. http://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/pdfs/towards_the_circular_economy_emf_report.ashx. Accessed 10 Apr 2017
7. wulf, A. 2015. *The Invention of Nature*. *Alexander Von Humboldt's New World*. New York: Alfred A. Knopf.
8. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2015). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 1–22.
9. *Tukker, A., 2015. Product services for a resource-efficient and circular economy e a review. J. Clean. Prod. 97, 76e91.*
10. barbier, E. B., C. J. Burgess. 2017. "Economic principles for 'Spaceship Earth'". *Resources, rff's online Magazine*, 194.

11. IENE(2017):http://www.iene.eu\serbia-e-reciklaza-recycled-nearly-13000-tons-of-electric-and-electronic-waste-2292-.html.

12. Cardoso, J. L. 2019. "The circular economy: historical grounds." In *Changing Societies: Legacies and Challenges*. Vol. iii. *The Diverse Worlds of Sustainability*, eds. A. Delicado, N. Domingo's, and L. de Sousa. Lisbon: Imprensa de Ciências Sociais, 115-127.

13. José LuÍs Cardosom,2019. The circular economy historical grounds the diverse worlds of sustainability.

14. Mavropoulos, A., & Nilsen, A.W. (2020). *Industry 4.0 and circular economy: Towards a wasteless future or a wasteful planet.* Hoboken, NJ: Wiley. ISBN: 978-1-119-69927-9

15. Giampietro, M., & Funtowicz, S. O. (2020). From elite folk science to the policy legend of the circular economy. *Environmental Science & Policy*, *109*, 64–72. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.04.012

16. Blum, N. U., Haupt, M., & Bening, C. R. (2020). Why "Circular" doesn't always mean "Sustainable." *Resources, Conservation and Recycling*, *162*, 105042.https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105042

17. Giampietro, M., & Funtowicz, S. O. (2020). From elite folk science to the policy legend of the circular economy. *Environmental Science & Policy*, *109*, 64–72.https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.04.012

18. Nobre, G.C.; Tavares, E. The quest for a circular economy final definition: A scientific perspective. J. Clean. Prod. **2021**, 314, 1279

19. Panchal, R.; Singh, A.; Diwan, H. **2021**," Does circular economy performance lead to sustainable development? A systematic literaturereview". J. Environ. Manag. 293, 112811.

20. Holmes, H., Wieser, H., & Kasmire, J. (2021). Critical approaches to circular economy research: Time, space, and evolution. In R. B. Swain & S. Sweet (Eds.),*Sustainable consumption and production, volume II: Circular economy and beyond* (pp. 55–74). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55285-5

21. Calisto Friant,M., Vermeulen,W. J. V., & Salomone, R. (2021). Analyzing European Union circular economy policies: Words versus actions. *Sustainable Production and Consumption*, *27*, 337–353. https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.001

22. The Ellen MacArthur Foundation. History of the Ellen MacArthur Foundation. [WWW Document]. Available online: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-story/milestones (accessed on 19 June 2022).