أهمية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات كأحد أساليب الاقتصاد الدائري في مصر .... مؤشرات وتحديات

The importance of energy production from waste recycling as one of the circular economy methods in Egypt…. Indicators and Challenges

د/ هبة الله سمير محمد عبد العال

مدرس اقتصاد

المعهد العالي للتسويق والتجارة ونظم المعلومات

hebasamir975@gmail.com

٢٥٤٥-٧٧٤٢-٠٠٠٩-٠٠٠٠

المستخلص

تعتبر مشكلة التخلص من النفايات أحد التحديات البيئية والصحية التي تواجه العديد من الدول، بما في ذلك مصر .ومع تزايد حجم النفايات وتأثيرها السلبي على البيئة، ظهرت تكنولوجيا تحويل النفايات إلى طاقة كحل مبتكر ومستدام. تعتبر مصر، مثل العديد من الدول الأخرى، أمام تحد كبير يتمثل في إدارة النفايات المتزايدة وتأثيرها السلبي على البيئة والموارد الطبيعية. وفي هذا السياق، يبرز إنتاج الطاقة من تدوير النفايات كحل مبتكر ومستدام، حيث يساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة والانتقال نحو اقتصاد دائري ،واجه مصر أزمة حقيقية في الطاقة الكهربائية نتيجة زيادة عدد السكان، والتنمية الاقتصادية والاجتماعية التي ساهمت في زيادة الطلب على الطاقة، ولمواجهة تلك الزيادة اعتمد قطاع الطاقة على مصادر الطاقة التقليدية (الوقود الأحفوري) والتي أدت إلى تداعيات سلبية، وبالتالي كلفة خارجية، والتي يتحملها المجتمع وتكون عبئاً على الموازنة العامة للدولة. وفي المقابل تعاني مصر من أزمة التخلص من النفايات وإن استغلالها في إنتاج الطاقة يحول الطاقة إلى طاقة مستدامة، مما يخفض التكلفة الإجمالية في إنتاج الطاقة وتخلص الدولة من التلوث الناتجة عن النفايات وانبعاثات الكربون الناتجة عن استخدام الوقود الأحفوري في محطات توليد الطاقة.

الكلمات المفتاحية:

الاقتصاد الدائري، إنتاج الطاقة، تدوير النفايات، جمهورية مصر العربية، مؤشرات، تحديات

Abstract:

The problem of waste disposal is one of the environmental and health challenges facing many countries, including Egypt. With the increasing volume of waste and its negative impact on the environment, waste-to-energy technology has emerged as an innovative and sustainable solution Egypt, like many other countries, faces a major challenge represented in managing increasing waste and its negative impact on the environment and natural resources. In this context, energy production from waste recycling emerges as an innovative and sustainable solution, as it contributes to achieving sustainable development goals and moving towards a circular economy.

Egypt is facing a real crisis in the electric energy as a result of the increase in the population, and the economic and social development that contributed to the increase in the demand for energy. And it will be a burden on the state's general budget. On the other hand, Egypt suffers from a waste disposal crisis, and its exploitation in energy production converts energy into sustainable energy, which reduces the total cost of energy production and rid the country of pollution resulting from waste and carbon emissions resulting from the use of fossil fuels in power plants.

Key words:

circular economy, Energy production, waste recycling, Arab Republic of Egypt, indicators, challenges.

المقدمة

في الوقت التي تَعد فيه مشكلة زيادة إنتاج كميات كبيرة من النفايات نتيجة ارتفاع عدد سكان العالم؛ يعد إنتاج الطاقة منها حلاً اقتصادياً وبيئياً واجتماعياً يلبي أهداف التنمية المستدامة، خاصةً في ضوء بحث سكان العالم عن مصادر جديدة للطاقة آمنة ونفي نفس الوقت تَغطى احتياجاته المتزايدة وبأقل تكلفة ممكنة وإدراكه الخطر الناتج عن استخدام مصادر الطاقة الناتجة عن (الوقود الأحفوري) في تلوث البيئة وارتفاع تكلفته في نفس الوقت.

وبالنظر إلى مصر؛ نجد أنها تَعاني من زيادة النفايات الناتجة عن المصانع والسفن، والانبعاثات الضارة الناتجة عن عوادم السيارات ومصانع الأسمنت والمباني وغيرها، إضافة إلى أزمة الطاقة في الآونة الأخيرة التي ظهرت في ارتفاع أسعارها.

ويأتي تدوير النفايات إلى طاقة هو إحدى نماذج الاقتصاد الدائري التي يكمُّن خلفها فوائد اقتصادية وبيئية واجتماعية من خلال الاستخدام الفعَّال للموارد الطبيعية، والحد من انبعاثات الكربون، وخلق فرص عمل وتعزيز الابتكار وفي ضوء ظهور مفهوم الاقتصاد الدائري الذي يهدف إلى القضاء على الهدر والاستخدام المستمر للموارد.

أولاً: إشكالية الدراسة:

تكمُّن مشكلة الدراسة في ضعف اعتماد المسؤولين على مصادر الطاقة النظيفة، مما أدى إلى بروز وفورات خارجية سلبية، وبالتالي أحدثت أضراراً بيئياً لابد من مواجهتها، وتحمل تكاليف إضافية تَزيد من عبء المواطنين، وهذه المشكلة تَحتم على الدولة تطوير نماذج اقتصاديه تهدف إلى تحسن معدل النمو الاقتصادي من خلال استخدام موارد أقل وتغيير الممارسات السائدة للتخلص من المنتج الخاص بالنفايات وحسن استغلاله، ومن هنا نطرح الإشكالية التالية:

ماهي المؤشرات الدالة على أهمية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات والتحديات التي تواجه مصر في تطبيق ذلك؟

ثانياً: أهمية الدراسة:

تكمُّن الدراسة أهميتها في كونها تتعرض لتكنولوجيا حديثة اكتسبت أهمية كبيرة في الآونة الأخيرة، كنموذج من الاقتصاد الدائري الذي بدوره يهدف إلى تغيير كل أساليب الإنتاج وأنماط الاستهلاك من أجل حفظ قيمة المنتجات والمواد والموارد في الاقتصاد لأطول فترة ممكنة من عمر الاستخدام وتقليل النفايات بصورة كبيرة.

ثالثاً: أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى الوقوف على مؤشرات مدى أهمية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات في جمهورية مصر العربية، والتحديات التي تواجهها في تحقيق ذلك، مع تقديم مقترحات تواجه تلك التحديات.

رابعاً: فرضية الدراسة: للإجابة على الإشكالية المطروحة تم طرح الفرضيتين التاليتين:

- **الفرضية الأولى:** أثر إنتاج الطاقة من مصادر تقليدية سلبي على الحالة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية للدولة.
- **الفرضية الثانية:** أثر إنتاج الطاقة من تدوير النفايات إيجابي على الحالة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية للدولة.

خامساً: منهجية الدراسة:

في ضوء طبيعة الدراسة والأهداف التي تسعى إلى تحقيقها، تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، بغرض تحليل الإطار المفاهيمي لتدوير النفايات، كنموذج من الاقتصاد الدائري يسعى إلى تحقيق النمو المستدام وحماية البيئة، مع الاعتماد على البيانات والإحصائيات للوقوف على فرص وتحديات إنتاج الطاقة من تدوير النفايات في جمهورية مصر العربية.

سادسا: الدراسات السابقة:

في ضوء سعي العالم إلى إنتاج الطاقة من تدوير النفايات؛ سيتم عرض مجموعة من الدراسات العربية والأجنبية والتي تتناول محور الاقتصاد الدائري فيما يلي:

هدفت دراسة (مريم ،٢٠٢٤) إلى دراسة أهم أسس تثمين النفايات كأسلوب حديث للحد من النفايات وإعادة تدويرها وأثار هذه الآليات الحديثة وتوضيح أثارها الاقتصادية والبيئية والاجتماعية تحت مظلة التنمية المستدامة وتستعرض أحد اهم التجارب الناجعة في تدوير النفايات للحد من التلوث البيئي. بينت الدراسة أهمية الاقتصاد الدائري في الدفع باتجاه تحقيق أهداف التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة والموارد الاقتصادية وضمان استخدامها الاستخدام الكفء بعيدا عن هدر الموارد والتلوث البيئي. وتوصلت الدراسة لنقاط هامة من شأنها تسريع الخطى باتجاه الاقتصاد الدائري، ومن اهم هذه النقاط انه يجب تحقيق وتفعيل الشراكة بين القطاع العام والخاص كأحد أهم الركائز للاقتصاد الدائري.

وتناولت دراسة (**Sugam & omaima**، ٢٠٢٤) التنمية في مفهوم الاقتصاد الدائري وتوصلت الى أنه على الرغم من أن التطورات المتعلقة بالاقتصاد الدائري إيجابية وواعدة، إلا أنها لا تزال في مرحلة صلاحية الإطار الشامل وتوصي بالتركيز بشكل أكبر على التدخل القائم على التطبيق للاقتصاد الدائري.

وركزت دراسة (سوزى ،٢٠٢٣) استدامة الموارد الطبيعية من خلال الاقتصاد الدائري والجهود المصرية للتحول الى الاقتصاد الدائري من خلال رؤية مصر ٢٠٣٠ومتطلبات التحول الى الاقتصاد ا لدائري كماتوصلت الدراسة الى أن يقوم الاقتصاد الدائري على فكرة التدوير المستمر والمستدام للموارد الطبيعية وهو يختلف عن إعادة التدوير حيث يرتبط الاقتصاد الدائري بفكرة سلاسل الإمداد. كما أنه يرتبط بتخفيض البصمة البيئية وعودة التوازن والتنوع البيولوجي للبيئة اهتمت الدولة المصرية بالتحول للاقتصاد الدائري تدريجياً لاسيما انه يعد من اهم متطلبات رؤية مصر ٢٠٣٠ في الأبعاد الاقتصادية البيئية وخاصة في قطاع الطاقة، ومحاولة القضاء على العديد من التحديات أمام هذا التحول، كما أن من أهم التطبيقات التي قامت بها الحكومة المصرية، إدارة المخلفات بصورة عامة والمخلفات الإلكترونية والهيدروجين الأخضر الذي يمثل الوقود النظيف من خلال التقنيات الحديثة والمتطورة، بالإضافة للتحول الى مصادر الطاقة المتجددة النظيفة التي تتمتع بها مصر من مصادر عدة منها الشمسية الرياح والحيوية بالإضافة إلى جهود الدولة

وتطرقت دراسة (أحمد وريهام ،٢٠٢٣)إلى الاقتصاد الدائري بين النظرية والتطبيق دراسة حالة الاقتصاد المصري وتوصلت إلى أن المتغير الأكثر تأثيرا على حجم المدخلات هو القيمة المضافة، ويؤثر إيجابيا وعند مستوى معنوية ١%، وحجم المخلفات المعاد تدويرها في الموقع أصبح معنوي عند مستوى ١٠%، حيث أن زيادة المخلفات المعاد تدويرها يقلل من حجم المدخلات ، مما يعنى أن المخلفات ممكن أن تصبح بديل لشراء مدخلات جديدة ، و بالتالي يخفض من تكاليف الشركة ويزيد من أرباحها. و الاقتصاد الدائري هو مفهوم جديد نسبيا 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 ٠.٦٧٩ مليون دولار من المواد المركبات لوحات الدوائر الإلكترونية للهواتف المحمولة من خلال إعادة التدوير.

كما هدفت دراسة (نوال وأخرون ، ٢٠٢٣) إلى توضيح الدور الذي يلعبه الاقتصاد الدائري في تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها الثلاثة المتكاملة (البعد الاقتصادي، الاجتماعي و البيني وذلك من خلال الاستخدام الأمثل للموارد والطاقات مع الأخذ بعين الاعتبار التنوع البيولوجي والحفاظ على البيئة، وكذلك المساهمة في خلق مناصب شغل جديدة وتخفيض نسبة البطالة والفقر وهذا عن طريق خلق مؤسسات متخصصة في إعادة تدوير النفايات بما فيها النفايات المنزلية وتحويلها إلى منتجات جديدة قابلة للتسويق أو إلى مواد توصلت الدراسة الى أن يعد الاقتصاد الدائري وتدوير النفايات واحد من أهم القطاعات واحد مسارات تحقيق التنمية المستدامة لأنه يساهم في خلق وظائف جديدة كافية لتغطية نسبة هامة من البطالة وتحسين مستوى المعيشة العديد من الموظفين وأيضا دوره في الحفاظ على البيئة وتخفيض تكاليف الإنتاج من خلال إعادة تدوير

وتوصلت دراسة (فاطمة وعلى ,٢٠٢٢) أن هناك مجموعة من الإجراءات التي يمكن أن تسهم في تحقيق التحول السريع إلى الاقتصاد الدائري، وتشمل خفض الطلب على المواد الخام عن طريق زيادة كفاءة استخدام المواد في سلسلة التوريد، وأن يستبدل بالمواد الخام المنتجة بشكل غير مستدام مواد أخرى متاحة بسهولة ومنتجة بشكل مستدام. تطوير أساليب إنتاج مبتكرة منخفضة الكربون تصميم المنتجات بذكاء؟ وبعد تطبيق المؤسسات للسياسات والإجراءات التي تساعدها على الانتقال السريع إلى تبني مفاهيم الاقتصاد التدويري بالمقابل على الجهات المعنية في المجتمع لابد من التركيز على بعض الإجراءات، أهمها: نشر الوعي البيئي بالاقتصاد التدويري على الصعيدين العام والخاص.

وأيضا دراسة (نبيل ،٢٠٢٢) توصلت إن الاقتصاد الدائري نموها اقتصاديا متميزا ومنكراً ؛ حيث تعقد عليه الآمال في القضاء على مستوى الاقتصاد الجعلي السائد الخلف الدراسة إلى تسليط الضوء على الأدوار التي يمكن أن يلعبها الاقتصاد الدائري للوصول إلى تنمية مستدامة فعلية من خلال التطرق إلى أهم المساهمات الاقتصادية والبيئية التي يمكن للاقتصاد الدائري أن يقدمها بتحويل النفايات من عين إلى مورد اقتصادي باستطاعة حلق قيمة مضافة الاقتصاديات والحد من الأخطار التي تشكلها النقابات على صحة واستدامة المجتمعات إلى أن الاقتصاد الدائري بتلك من الإمكانات ما تمكن أين يقضي على يقضي على عيوب الاقتصاد الخطي القائم على استخراج الموارد التي يتم التخلص منها

هدفت دراسة (**other&Zvonimira**، ٢٠٢٢) إلى تحديد تطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي من عام ٢٠٠٨ إلى عام ٢٠١٦. والغرض من ذلك هو

تحليل ما إذا كان التنمية الاقتصادية المقاسة بالناتج المحلي الإجمالي تؤثر على متغيرات الاقتصاد الدائري التي تم تحليلها. بناء على مجموعة الفرضيات، وتوصلت الدراسة إلى أن تطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري يمكن أن يضمن النمو الاقتصادي ونمو الناتج المحلي الإجمالي مع تقليل استخدام الموارد الطبيعية وضمان حماية بيئية أكبر.

واستعرضت دراسة (زيد ووراء،٢٠٢١) التكامل بين الإنتاج الحالي من الفاقد وسلسلة القيمة المستدامة في ضوء التوجه الاقتصاد الدائري المستدام وتوصلت الى يعتبر نظام الإنتاج الخالي من الفاقد **(LP)** إحدى أدوات إدارة التكلفة كونها توفر معلومات عن تكاليف المواد والطاقة والنظام وتكاليف إدارة المخلفات كمساعدة سلسلة القيمة المستدامة من خلال تتبعها لتدفقات المواد والطاقة في تحديد وقياس حجم الغازات والانبعاثات الضارة بصحة الإنسان والمجتمع من خلال نظام الإنتاج الخالي من الفاقد **(LP)** ومن ثم الحد من تلك المؤثرات السلبية في ضوء الاقتصاد الدائري وتوصلت الدراسة الى ضرورة تطبيق نظام الإنتاج الخالي من الفاقد **(LP)** في المنشآت الصناعية التي تعمل بشكل فعال مكملاً لسلسة القيمة.

ودراسة (الصادق ،٢٠٢١) تهدف إلى تسليط الضوء على مدى إمكانية الجزائر للتوجه نحو الاقتصاد الدائري بما يضمن تحقيق التنمية المستدامة، حيث حاولنا الإجابة عن الإشكالية التالية: كيف يمكن الجزائر التوجه نحو الاقتصاد الدائري من أجل تحقيق التنمية المستدامة، وتوصلت الدراسة إلى أن الاقتصاد الدائري في الجزائر يرتكز أساسا على دعم قطاع الرسالة وإعادة التدوير للنفايات، وهذا من دون الاهتمام بالجوانب والأسس الأخرى له، وللانتقال نحو الاقتصاد الدائري يجب توفير العديد من الميكانزيم والمتطلبات الكفيلة بتفعيل ركائزه من بينها الرفع تدريجيا من المعدلات الحالية لتدوير النفايات السعي نحو إنتاج سلع تتسم بالجودة والاستدامة قدر الإمكان بالإضافة إلى قابليتها للتصليح وإعادة الاسترجاع مرة أخرى لأجل الحد من النفايات.

وتناولت دراسة (**Winans &othe,2017**) تحديات تحقيق التوازن بين التنمية الصناعية والصحة البيئية والبشرية والنمو الاقتصادي في الصين وأماكن أخرى من العالم هي محركات لاستخدام الموارد الحديثة واستراتيجيات التنمية منخفضة الكربون التي تشمل تطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري. وهدفت الدراسة إلى مراجعة تاريخ مفهوم الاقتصاد الدائري لتوفير سياق نقدي لكيفية تطبيقه حاليا. والتباين في نجاح وفشل مشروع الاقتصاد الدائري بمرور الوقت وبحسب المنطقة. يوتم تحديد نجاحات الاقتصاد الدائري والتحديات الرئيسية والفجوات البحثية.

وبنظرة تحليلية على الدراسات السابقة للدراسة يتضح لنا أن هناك العديد من أوجه التشابه والاختلاف كما أن هناك أوجه استفادة منها والتي يمكن عنونتها في الآتي:

أ. أوجه التشابه

من حيث منهج البحث وأدواته: معظم الدراسات السابقة ركزت على منهجيين: وهما منهجية تحليل الوثائق والدراسات السابقة والمنهج الوصفي وهما نفسهما تم تناولهم البحث الحالي كما أبرزت الدراسات السابقة مفهوم وأهمية الاقتصاد الدائري في اقتصاديات الدول، وهو ما تم الاستعانة به في تلك الدراسة إلى خطط فعلية لهذه الرؤية تساعد على تنفيذ أهداف الاقتصاد الدائري في مصر.

ب. أوجه الاختلاف

إن الدراسات السابقة ركزت معظمها على الجانب النظري للاقتصاد الدائري في حين أن البحث الحالي ركز على الأهمية التطبيقية لكيفية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات في مصر وتحديد تحديات ومؤشرات إنتاج الطاقة من إعادة تدير المخلفات.

سابعاً: هيكلة الدراسة:

على ضوء ما تقدم، يتم تقسيم الدراسة إلى ثلاثة أقسام رئيسية، يعرض المحور الأول: الإطار النظري لمفاهيم الدراسة، ثم يتناول المحور الثاني: تحليل مؤشرات إنتاج الطاقة في مصر، وأخيراً يتطرق المحور الثالث إلى التحديات التي تواجه مصر في إنتاج الطاقة من تدوير النفايات، وتقديم الحلول الملائمة للظروف المصرية.

المحور الأول

الإطار المفاهيمي لمفردات الدراسة

(تدوير النفايات، إنتاج الطاقة من تدوير النفايات)

تمهيد:

فوائد إنتاج الطاقة من النفايات تساهم في حل مشكلة التخلص من النفايات المتراكمة وكذلك الحد من الانبعاثات الكربونية، إضافة إلى توفير مصدر لتوليد الكهرباء وغيرها من الاستخدامات، وعليه في هذا الجزء سنتعرف على تدوير النفايات، ثم بيان إنتاج الطاقة من تدوير النفايات.

أولاً: تدوير النفايات

عادة ما يتم التخلص من النفايات بدفنها أو حرقها وتلك الأسلوب يأخذ حيزاً شاسعاً من مساحات الأراضي كما يمكن أن تلوث المياه الجوفية، في حين أن حرقها يساهم في زيادة الاحتباس الحراري.

١. تعريف النفايات

التعريف الاقتصادي: "كل شيء قيمته الاقتصادية معدومة أو سلبية بالنسبة لمالكها، بهدف كل ما ينتج من استهلاك بواسطة الإنسان أو الحيوان وكل لكائنات الحية أو المواد التي يتم إنتاجها من استخدامات الصناعات ولم لها أي أهمية بالتالي لابد من التخلص منها".[١]

التعريف القانوني: "تعد نفاية كل ما تخلفه عملية إنتاج أو تحويل أو استخدام، وهو كل مادة أو منتج أو بصفة أعم كل شيء منقول يمهل أو تخلى عنه صاحبه".[٢]

التعريف البيئي :" تعد النفايات خطراً بدءاً من الوقت الذي تحدث فيه العلاقة بينها وبين البيئة، وهذه العلاقة يمكن أن تكون مباشرة أو نتيجة المعالجة التاريخية نتيجة هيمنة طريقة الرمي العشوائي خلال فترات عديدة توضح إن تلك العلاقة لا مفر ما".

٢. تعريف إعادة تدوير النفايات

يعرف قانون البيئة المصري رقم (٤) لعام ١٩٩٤ إعادة تدوير النفايات بأنها:" العملية التي تسمح باستخلاص المواد أو إعادة استخدامها مثل استخدام النفاية كوقود أو استخلاص المعادن والمواد العضوية أو معالجة التربة أو إعادة تكرير الزيوت "[٣]

---

[1] فهمي، خالد مصطفى (٢٠١١): الجوانب القانونية لحماية البيئة في ظل التشريعات الوطنية والاتفاقيات الدولية، دراسة مقارنة، دار الفكر الجامعي، الإسكندرية، ط١، ص١١٦.

[2] المادة (٨٣)، قانون حماية البيئة المصري (٨٣/٣)، جهاز تنظيم إدارة المخلفات، جمهورية مصر العربية.

[3] قانون البيئة رقم (٤) (١٩٩٤): وزارة البيئة – جهاز شؤون البيئة، الاستراتيجية القومية لإدارة المخلفات الصلبة، ص١٠.

أوضح (فرحات وبن قرينة،٢٠١٥)٤ إعادة تدوير النفايات أنها:" مدى إمكانية الاستفادة من نفاية ما، المفروض أنها في كريقها إلى التخلص منها بأي وسيلة من وسائل التخلص المعروفة".

وأضاف (الجبالي،٢٠١٦) ٥ في تعريفه تدوير النفايات بأنها:" إعادة استخدام النفايات لإنتاج منتجات أخرى من المنتج الأصلي".

ويرى (السويلم ،٢٠١٦)٦ إعادة تدوير النفايات بأنها:" استرجاع بعض أنواع النفايات كالورق والزجاج والمعادن وتهيئتها عبر عمليات صناعية، لإعادة استخدامها كمواد خام لتصنيع منتجات جديدة، وبالرغم من أن العمليات الصناعية التي تمر بها إعادة تدوير النفايات من فصل وتنقية وصهر قد يؤدي إلى بعض الضرر بالبيئة، إضافة إلى أن التكلفة الاقتصادية المتوقعة إلا أن فيه مميزات عديدة منها حفظ الموارد الطبيعية والطاقة من نفط وغاز وتقليل كمية مخلفات البلدية التي يتم دفنها وماله من تبعات بيئية : تلوث الهواء بالغازات، تلوث المياه الجوفية،..."

وأكد ما سبق (الساهوكي، ٢٠١٧)٧ في تعريفه لتدوير النفايات تتمثل في " تجميع ونقل والتخلص من القمامة ومياه الصرف الصحي ونفايات منتجات أخرى، متضمنة إدارة جميع عمليات الموارد للتعامل الصحيح مع مواد النفايات بدءاً من صيانة شاحنات نقل النفايات وصولاً إلى أماكن طمر النفايات والتي تتوافق مع الشروط الصحية للأنظمة البيئية".

وسعياً لتحقيق التنمية المستدامة في تدوير النفايات يتم استخدام التسلسل الهرمي لإدارتها والتي ترتكز على أربع استراتيجيات يمكن تطبيقها بالترتيب هي (الحد من المخلفات، إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، والتخلص منها)٨ كما يوضحه الشكل رقم (١).

الشكل رقم (١)

فروحات، حدة وبن قرينة، مُحَّد حمزة (٢٠١٥): واقع التسيير المستدام للنفايات المنزلية: دراسة حالة المؤسسة العمومية الولا
الردم التقني بورقلة، مجلة المؤ

الجبالي، حمزة (٢٠١٦): التنمية المستدامة: استغلال الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة، دار السرة للإعلام ودار الثقافية ل

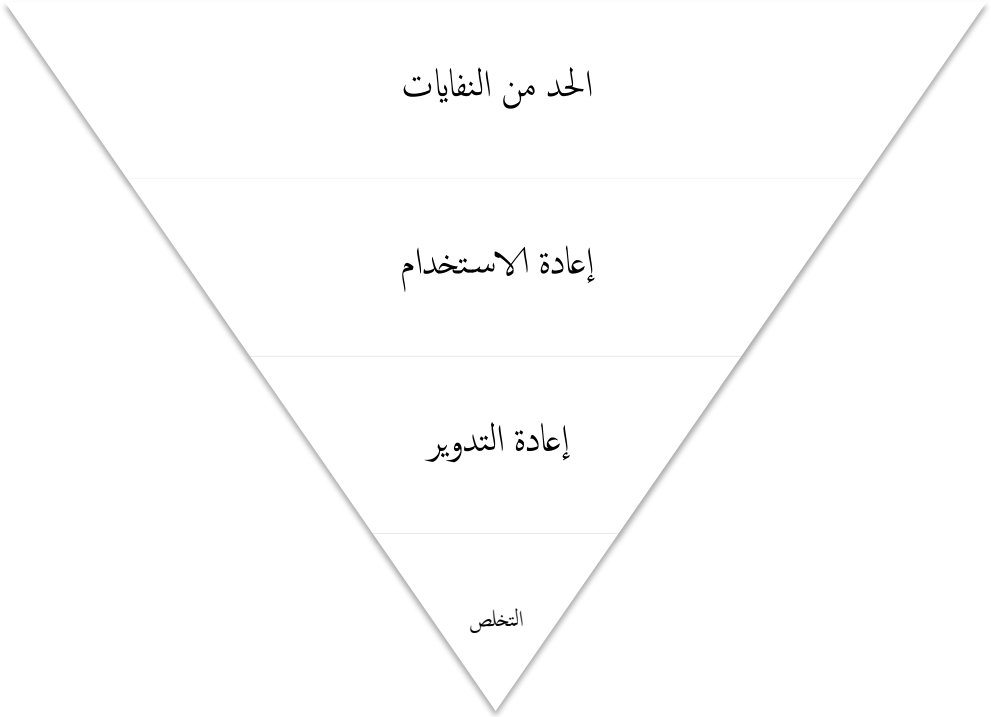
السويلم، فارس بن دباس (٢٠١٦): النفايات المنزلية: بين إعادة التدوير والأضرار الصحية والبيئية، العبيكان للنشر، الس

الساهوكي، صدى مدحت (٢٠١٧): إعادة تدوير النفايات ودورها في تحسين الكفاءة الإنتاجية – بحث تطبيقي في مع
شركة لافارج الفرنسية، مذكرة لنيل درجة الدكتوراه، المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية – قسم الدراسات

الاستدامة

2013)": Environmental and Economic Impact Assessment of Construction
g System Dynamic". M.Sc., Faculty of Engineering, Cairo University.

التسلسل الهرمي لتدوير النفايات



Source: Azab, S. (2013)": Environmental and Economic Impact Assessment of Construction Waste using System Dynamic". M.Sc., Faculty of Engineering, Cairo University.

نستنتج من المفاهيم السابقة أن إعادة تدوير النفايات عبارة عن عملية يتم فيها تحويل السلع والموارد إلى منتج ذات فائدة ويمثل قيمة حقيقة لعملية الإنتاج أو الاستخدام.

ثانياً: إنتاج الطاقة من تدوير النفايات

نتيجة الطلب المتزايد على الطاقة، في مقابل تراجع الإمدادات الآمنة والمستدامة لها، تم التأكيد على تبني الأنماط المستدامة للإنتاج والاستهلاك من خلال مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة على أساس أنها إحدى متطلبات التنمية المستدامة.

وأيضاً يعد النمو الاقتصادي خارج المحروقات هدف بالنسبة للدول المنتجة للطاقة الأحفورية، يقف أمامه تحدي تبني نموذج لتنمية الطاقة البديلة، والتي نجد من بينها إنتاج الطاقة من النفايات.[٩]

تُعرف إنتاج الطاقة من تدوير النفايات أنها: "تقنية يتم اعتمادها لتحويل النفايات إلى طاقة كهربائية أو حرارية بأسلوب يراعي سلامة البيئة وانخفاض التكلفة، وذلك من خلال حرق النفايات في درجات حرارة مرتفعة ليستخدم البخار الناتج في تشغيل التوربينات المولدة للكهرباء.[١٠]

كما تُعرف بأنها: طاقة تستمد من المواد العضوية كإحراق النباتات وعظام ومخلفات الحيوانات والنفايات والمخلفات الزراعية، وتتسم بمرونتها بالمقارنة مع المرونة الأخرى بسبب إمكانية تخزينها، كما أن إحراق غاز ثاني أكسيد الكربون لا ينتج عنه أضرار بيئية"[١١]

وعلى ضوء ما سبق؛ تتمثل أهمية إنتاج الطاقة من إعادة تدوير النفايات تُسير على نهج الاقتصاد الدائري في رسم إطار مؤسسي لتحفيز النمو الاقتصادي؛ حيث يرتكز على تحقيق التوازن ما بين المحافظة على البيئة والثروات الطبيعية وتحقيق المنظومة الاقتصادية الجديدة، والتي من شأنه تحقيق أبعاد التنمية المستدامة والمتمثلة في النقاط التالية: [١٢]

- **البعد البيئي:** تُساهم في تقليص النفايات مما يساهم في تقليل التلوث والاحتباس الحراري الحد من الطلب على الموارد الخام البكر، والسيطرة في الأسواق المحلية ومصادر الموارد، والحفاظ على الموارد الطبيعية، وكذلك حفظ استهلاك المياه التي تستخدم عادى في محطات الطاقة التقليدية لأغراض التبريد.
- **البعد الاقتصادي:** من خلال عملية إعادة تدوير النفايات تحصل المؤسسات الإنتاجية على ميزة تنافسية جراء الحصول على مواد أولية بسعر أقل عن لو كانت مواد طبيعية أو جديدة وهذا من شأنه يساهم في خفض التكلفة ينعكس إيجاباً على المؤسسة، كما أن

---

[9] Smol, M., Avdiushchenko, A., Kulczycka, J., & Nowaczek, A (2018). Public awareness of circular economy in southern Poland: Case of the Malopolska region. Journal of cleaner production, p 02

[10] تقليص حرق الغاز على الشعلة في الدول العربية (٢٠٢٠): ضرورة لتنمية مستدامة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الأمم المتحدة، ص٣.

[11] تحويل النفايات إلى طاقة: التغيير والتنمية المستدامة – كيف تُحسن مجموعة البنك الإسلامي للتنمية، البنك الإسلامي للتنمية، ص٢.

[12] تقرير أنشطة اليونيدو في مجال الطاقة والبيئة (٢٠١٠): مجلس التنمية الصناعية، منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية، الدورة (٣٨)، ص١٤-١٤.

عملية تدوير النفايات هي عملية استثمارية قليلة التكلفة والمخاطرة من ناحية، ومحققة لإيرادات مالية وأرباح من ناحية أخرى.

- **البعد الاجتماعي:** كما أشار التقرير الصادر عن مندى الاقتصاد العالمي ومؤسسة ألينما كآرثر عام ٢٠١٥ إلى أن صناعة تدوير النفايات من شأنها تساهم في توفير الكثير للعالم نحو تريليون دولار بحلول عام ٢٠٢٥، وسيخلق أكثر من (١٠٠.٠٠٠) فرص عمل جديدة.[١٣]

وتأسيساً على ما سبق، تتجسد أهداف إنتاج الطاقة من تدوير النفايات فمايلي:[١٤]

- تقليل هدر الموارد بصورة كبيرة من أجل فصل استهلاك الموارد عن نمو الناتج المحلي الإجمالي.
- ضمان تقليل الآثار البيئية وزيادة الرفاهية ومساعدة الدول على تنفيذ التزاماتها في الحد من تغير المناخ من خلال الحد من انبعاث غازات الاحتباس الحراري.

وتتضمن مسارات جمهورية مصر العربية نحو إنتاج الطاقة من إدارة النفايات مايلي:

- إطلاق مشاريع تدوير النفايات إلى طاقة: تشمل برنامج تحويل المخلفات إلى طاقة كهربائية يراعي الاعتبارات البيئية، إضافة إلى أهميته في إنتاج طاقة كهربائية صالحة للاستخدام الذاتي بالمحطة والربط على الشبكة.[١٥]
- تطبيق النموذج الألماني: قد تطبق مصر النموذج الألماني لتحويل مخلفات الطاقة، والذي يعتمد على حرق ٤٠٠ ألف طن سنويا بمعدل ١٢٠٠ طن يوميا من المخلفات، وتخدم ١.٦ مليون مواطن، بقوة عاملة تقدر بـ ٤٤٠ عاملا و١٠٠ سيارة تعمل في جمع المخلفات ونظافة الشوارع، وتحقق دخلا لألمانيا يبلغ ٩٠ مليون يورو سنويا.[١٦]

---

[13] Abdul – Rahman, F. (2014): Reduce, Reuse, Recycle: Alternatives for waste Management. Guide G, p:314.

[14] Perret, B., & Autres. (2014). L'économie Circulaire, état des lieux et perspectives. France: Conseil Général de l'environnement et du Development Durable CGEDD, p:8.

[15] سيف، مصطفى (٢٠٢٢): مصر تعلن تفاصيل برنامج تحويل المخلفات إلى طاقة كهربائية، Sky news، متاح على الرابط: https://www.skynewsarabia.com/، تاريخ الزيارة في: ٢٠٢٤/٨/١.

[16] فهمي، ميرفت (٢٠٢٢): ضمن خطة لمدة ٥ سنوات.. مصر تبدأ إنتاج الكهرباء من تدوير المخلفات، الدستور متاح على الرابط: https://www.dostor.org/3375094، تاريخ الزيارة في: ٢٠٢٤/٨/٣

وعلى ضوء ما سبق؛ يمكن أن تسهم تطبيق البرامج السابقة في النمو من خلال ثلاث قنوات، أولها يمكن أن تساعد في زيادة كمية الطبيعية، المادية، ورأس المال البشري المتاح التربة المدارة بشكل أفضل هي أكثر إنتاجية. وبما يساعد في تقليل المخاطر الطبيعية وإدارتها بشكل جيد نتيجة انخفاض خسائر رأس المال من الكوارث الطبيعية، فالبيئات الصحية تؤدي إلى أكثر من ذلك وتزيد من إنتاجية العمال. وتتمثل القناة الثانية في، تعزيز الكفاءة. كما تتمثل القناة الثالثة في السياسات الخضراء كمحفز للابتكار، حيث أن اللوائح البيئية المصممة تصميما جيدا تحفز الابتكار من قبل الشركات، كما تقاس بنسبة الإنفاق على البحث والتطوير أو بعدد براءات الاختراع. وأخيرا، تأتي يمكن أن تمر سياسات النمو الأخضر عبر الحد من عدم المساواة من خلال خلق فرص العمل وتخفيف حدة الفقر، ويمكنهم ذلك تقليل تقلبات الإنتاج عن طريق زيادة المرونة للصدمات البيئية والاقتصادية، مثل الكوارث الطبيعية أو طفرات في أسعار السلع الأساسية.[١٧]

المحور الثاني

قياس أثر أهمية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات في مصر

تمهيد:

[17] حسانين، حازم (٢٠٢١): التحول نحو النمو الأخضر في أفريقيا جنوب الصحراء: المؤشرات والتحديات، ص٨.

يتمثل الهدف لدى اقتصادات دول العالم العربي ومن ضمنها جمهورية مصر العربية في الانتقال إلى الاقتصاد الدائري في إطار استراتيجية تغير المناخ لعام ٢٠٥٠. ويرتكز الاقتصاد الدائري الذي تسعى اقتصادات الدول في الانتقال إليه لتحسين النمو الاقتصادي، مع ضمان الوصول إلى أهداف التنمية المستدامة إلى حسن استغلال موارد مصر، الحد من النفايات.

وقد حددت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) إنتاجية الموارد والتي يتم قياسها من خلالٍ نسبة الناتج المحلي الإجمالي إلى استهلاك الموارد المحلية، وتحليل تدفق المواد بقياسها ماديا.

وفي هذا الصدد؛ سنتعرف في هذا الجزء على كيفية المؤشرات التي تَعبر عن أداء إنتاج الطاقة من خلال تدوير النفايات على النحو التالي:

أولاً: مؤشرات أداء إنتاج الطاقة من تدوير النفايات

يلخص صندوق النقد الدولي المؤشرات التي تعبر عن أداء إنتاج الطاقة من تدوير النفايات قياساً على مؤشرات الاقتصاد الدائري كمايلي:[١٨]

الجدول رقم (١)

مؤشرات أداء الاقتصاد الدائري (إنتاج الطاقة من تدوير النفايات)

المؤشر	المجال
الناتج المحلي الإجمالي لكل كيلو غرام من استهلاك المواد المحلية	إنتاجية الموارد
معدل إعادة التدوير مؤشر الابتكار البيئي	الأنشطة الدائرية
كمية النفايات لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي كمية النفايات البلدية للفرد	توليد النفايات
حصة الطاقة المتجددة	توليد النفايات
انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	الطاقة وانبعاث غازات الاحتباس الحراري

Source: European Academies' Science Advisory Council. (2015): Circular Economy: A Commentary from the Perspectives of the Natural and Social Sciences.

أولاً: الوضع الحالي لإنتاج الطاقة في مصر

يتم إنتاج الطاقة في مصر من مصادر تقليدية (مصادر الوقود الأحفوري) ومتجددة وذلك كما سنرى في الجدول رقم

[18] European Academies' Science Advisory Council. (2015). Circular Economy: A Commentary from the Perspectives of the Natural and Social Sciences.

الجدول رقم (٢) معدل إنتاج الطاقة من مصادر غير متجددة ومتجددة

السنوات	إنتاج الكهرباء من المصادر النفطية (% من الإجمالي)	استهلاك طاقة الوقود الأحفوري (% من الإجمالي).	إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة
2000	28.60	93.90	0.20
2001	15.60	94.20	0.30
2002	18.10	94.90	0.20
2003	14.40	95.00	0.40
2004	13.10	96.80	0.40
2005	13.60	96.20	0.50
2006	13.90	96.30	0.50
2007	12.50	96.00	0.50
2008	15.20	96.20	0.70
2009	15.60	96.40	0.80
2010	13.50	97.20	1.20
2011	11.00	96.80	1.10
2012	15.20	96.80	0.90
2013	17.60	98.50	0.90
2014	19.50	97.80	1.00
2015	21.00	97.50	0.90

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على قاعدة بيانات البنك الدولي.

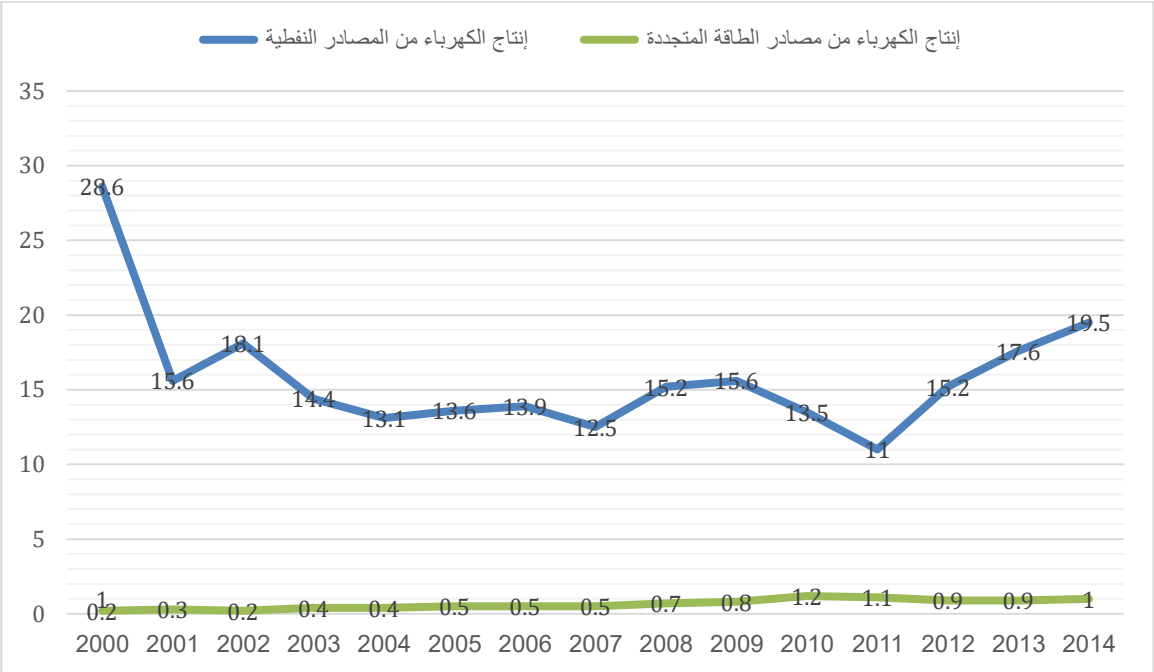
يتضح من الجدول أعلاه بأن معدل إنتاج الطاقة المصادر غير التقليدية يتراوح ما بين ٢٨.٦٠% إلى ١٣.٦٠% من الناتج المحلي الإجمالي في الفترة (٢٠٠٠-٢٠٠٥) مع ملاحظة

أن نسبة معدل إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة قد تزيد، حيث زادت في نفس الفترة ن (٠٠.٢٠%) إلى (٠٠.٥٠%) من الناتج المحلي الإجمالي.

أما في خلال الفترة ما بين (٢٠٠٥-٢٠١١) نجد أن معدل إنتاج الكهرباء ممن مصادر الطاقة المتجددة قد زاد بالمقارنة مع الفترة السابقة حيث وصل إلى (١.١٠%)؛ مما يفسر مدى اهتمام الدولة بالاستعانة بتلك المصادر في إنتاج الطاقة، إلا أنه تراجع بعد ذلك بسبب حالة عدم الاستقرار السياسي والاقتصادي التي شهدته بعد ثورات الربيع العربي كما يوضحه الشكل رقم (٢).

الشكل رقم (٢)

إنتاج الطاقة في مصر من مصادر غير متجددة ومتجددة



ثانياً: قياس أهمية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات

وعلى ضوء ما تقدم، يتم تناول أهم المؤشرات التي تُعبر عن أهمية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات في جمهورية مصر العربية

١) المؤشرات الاقتصادية لقياس أثر أهمية إنتاج الطاقة من تدوير النفايات: وهي على النحو التالي:

١. تطور معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي: يمثل النمو الاقتصادي إحدى المتغيرات ذات الدلالة على الأداء الاقتصادي للدول، فهو الواجهة من خلال التعبير عن حالة الاقتصاد، ويوضح الجدول رقم (٣)، تطور معدل النمو الاقتصادي في جمهورية مصر العربية، والذي بلغ متوسطه (٥.١٠%) خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٠)، بحد أدنى (٣.٦٠%) لعام ٢٠٢٠، وحد أعلى (٦.٤٠%) لعام ٢٠٠٠.، وكذلك بالنسبة لتطور نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، كما يوضحه الشكل رقم (٢)

الجدول رقم (٣)

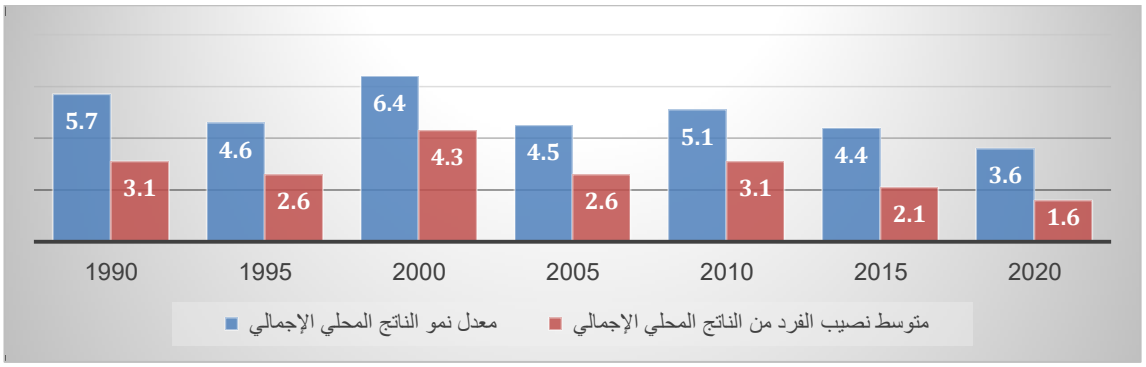
السنوات	تطور معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي	نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (%) سنوياً
1990	5.70	3.10
1995	4.60	2.60
2000	6.40	4.30
2005	4.50	2.60
2010	5.10	3.10
2015	4.40	2.10
2020	3.60	1.60

تطور معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي (١٩٩٠-٢٠٢٠)

المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي

الشكل رقم (٣)

معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي، ومتوسط نصيب الفرد

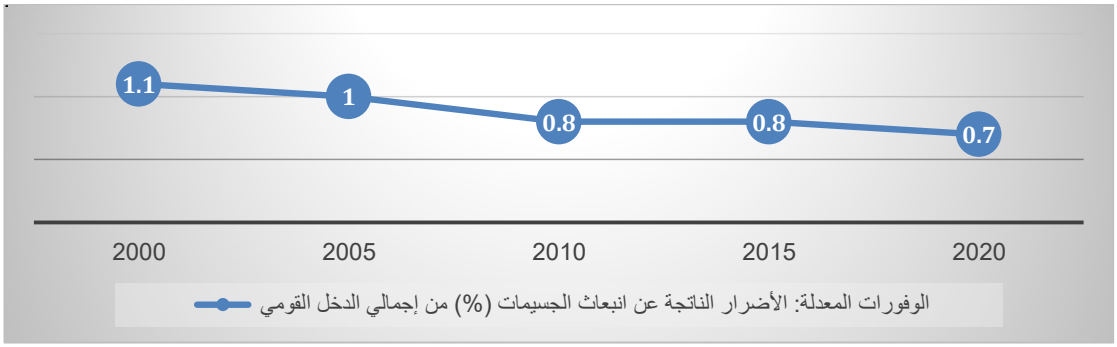


المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي

٢. **الوفورات الصافية المعدلة الأضرار الناتجة عن انبعاث الجسيمات (%) من إجمالي الدخل القومي:** تستند تقديرات استنزاف الموارد إلى طريقة "التغيير في الثروة الحقيقية، والتي تقدر النضوب على أنها النسبة بين القيمة الإجمالية للمورد وعمر الاحتياطي المتبقي[١٩]. ويشير الشكل رقم (٤) إلى تراجع هذا المعدل من (١.١٠%) في عام ٢٠٠٠ إلى (٠.٧٠%) في عام ٢٠٢٠.

الشكل رقم (٢)

معدل الوفورات الصافية المعدلة



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على قاعدة بيانات البنك الدولي.

[19] حسانين، حازم (٢٠٢١): التحول نحو النمو الأخضر في أفريقيا جنوب الصحراء: المؤشرات والتحديات، مرجع سابق، ص١٥.

٢) المؤشرات الاجتماعية: ويتم تحليلها كمايلي:

١. **نسبة التشغيل إلى عدد السكان:** بقراءة الجدول رقم (٣)، نجد أن نسبة التشغيل إلى عدد السكان في مصر تسجل (٢٣%) عام ١٩٩٥ ، وتعد تلك النسبة ضعيفة، واستمر ذلك الوضع فترة طويلة إلى عام ٢٠١٠ حتى يصل إلى ٢٦%) في عام ٢٠١٠، وبالرغم من وصول تلك النسبة إلا أن أخذت هذه النسبة في الانخفاض مرة أخرى إلى (١٦%) في عام ٢٠٢٠.

٢. **نسبة معدل البطالة:** وبالنظر إلى معدل البطالة توضح بيانات البنك الدولي أنها انخفضت من (١١%) في عام ١٩٩٥إلى (٩%) في عام ٢٠٠٠، مما يعني أنها تحسنت إلى حد ما، حتى وإن كانت غير مرضية، ومالبث عاودت إلى الارتفاع في عام ٢٠١٥، وذلك يرجع إلى حالة عدم الاستقرار السياسي والاقتصادي التي شهدته البلاد ما بعد عام ٢٠١١، ثم تحسن لينخفض معدل البطالة إلى (٩.٢٠%) وذلك يرجع إلى اهتمام الدول بمشروعات الاقتصاد الأخضر، كما يوضحه جدول رقم (٤).

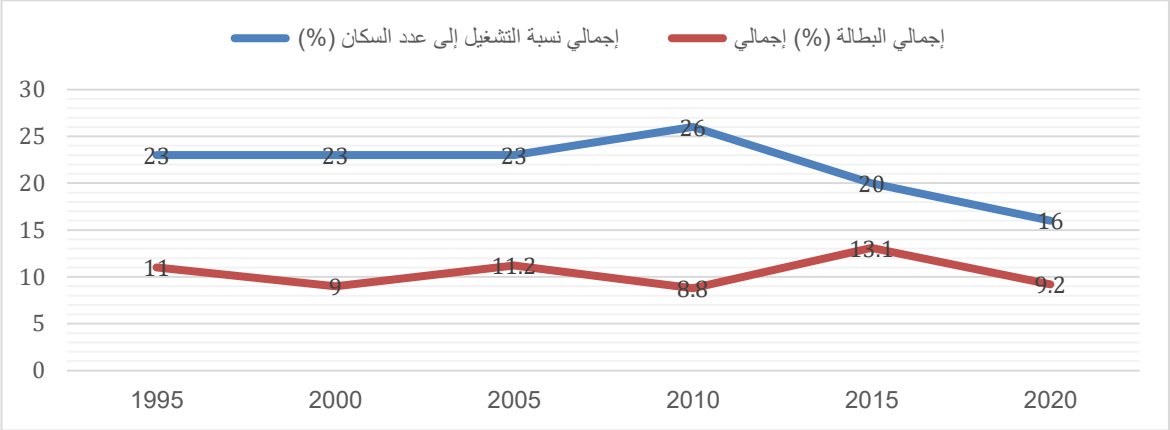
الجدول رقم (٤): معدل البطالة في مصر

السنوات	إجمالي نسبة التشغيل إلى عدد السكان (%)	إجمالي البطالة (%) إجمالي
1995	23.00	11.00
2000	23.00	9.00
2005	23.00	11.20
2010	26.00	8.80
2015	20.00	13.10
2020	16.00	9.20

المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي

الشكل رقم (٥)

معدل البطالة (%)

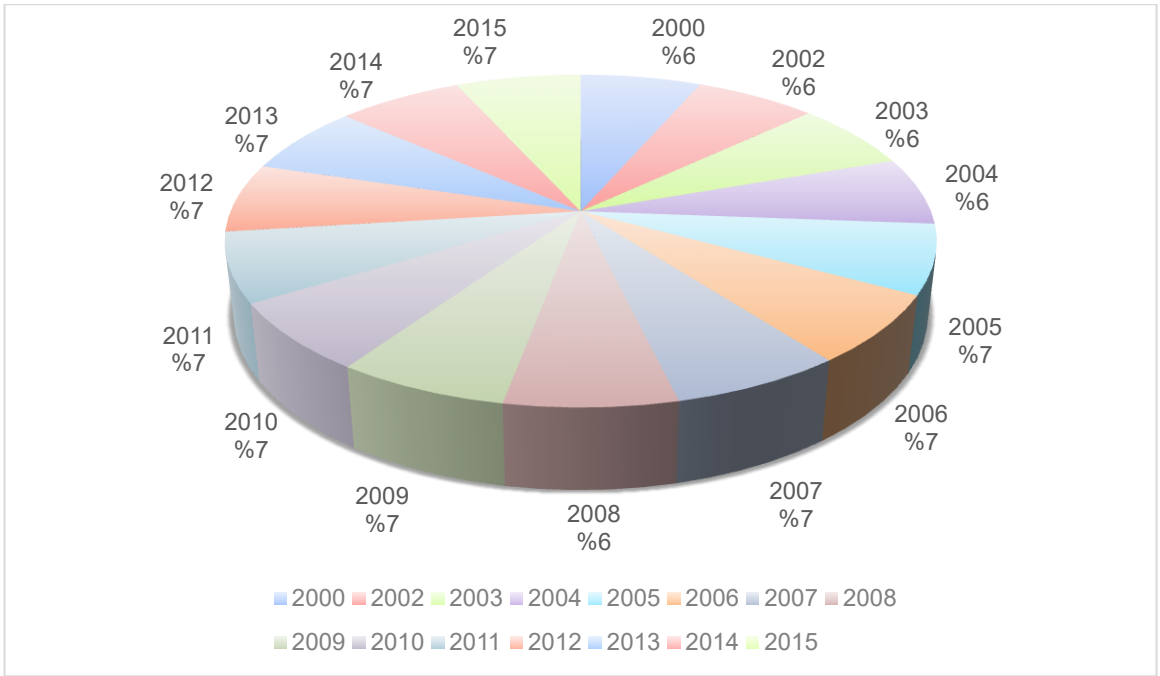


المصدر: قادة بيانات البنك الدولي.

٣. **نسبة استهلاك الطاقة:** نلاحظ زيادة معدل استهلاك الطاقة الناتجة من مصادر غير تقليدية في الفترة من (٢٠٠٠-٢٠١٥) بالرغم من اهتمام الدولة بإنتاج الطاقة من مصادر متجددة كما يوضحه الشكل رقم (٦).

الشكل رقم (٦)

معدل استهلاك الطاقة الأحفوري (% أجمالي)

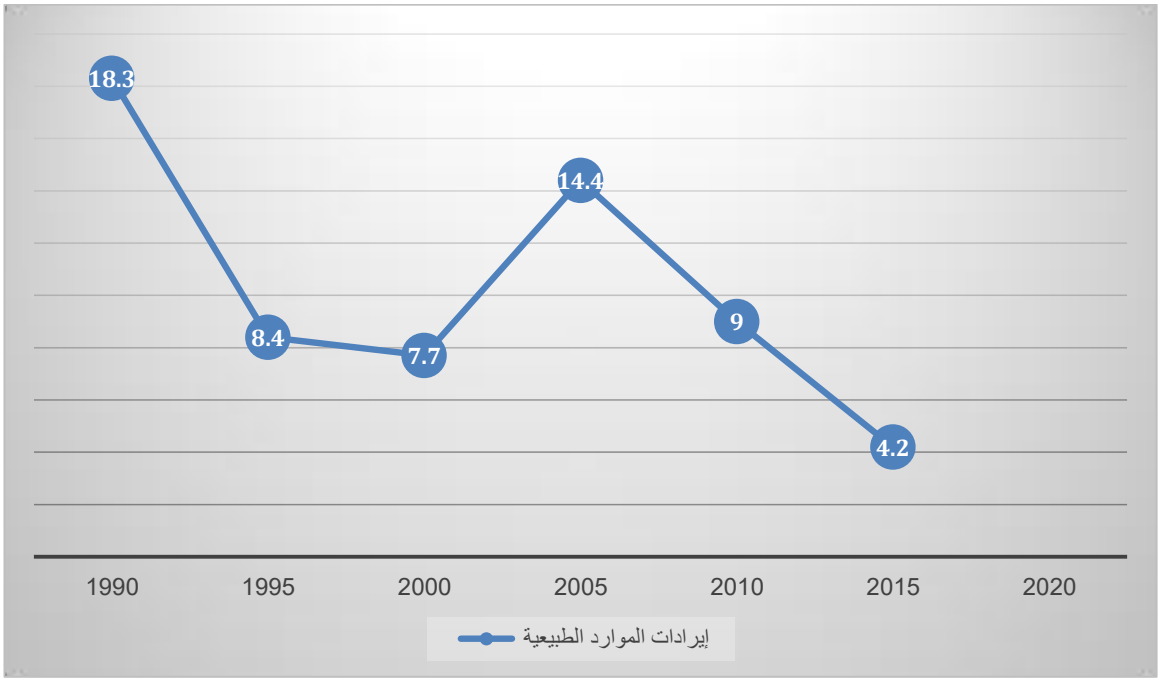


٣) المؤشرات البيئية: ويتم تحليليها على النحو التالي:

١. **إيرادات الموارد الطبيعية (%) من إجمالي الناتج المحلي:** تقدر إيرادات الموارد الطبيعية بالفرق بين سعر السلعة ومتوسط تكلفة إنتاجها. إجمالي إيجارات الموارد الطبيعية هي مجموع إيجارات النفط وإيجارات الغاز الطبيعي، إيجارات الفحم، الإيجارات المعدنية، إيجارات الغابات. ويشير الشكل رقم (٧) إلى تراجع إجمالي إيرادات الموارد الطبيعية من (١٨.٣%) في عام ١٩٩٠ إلى (٤.٢%) في عام ٢٠٢٠.

الشكل رقم (٧)

إيرادات الموارد الطبيعية

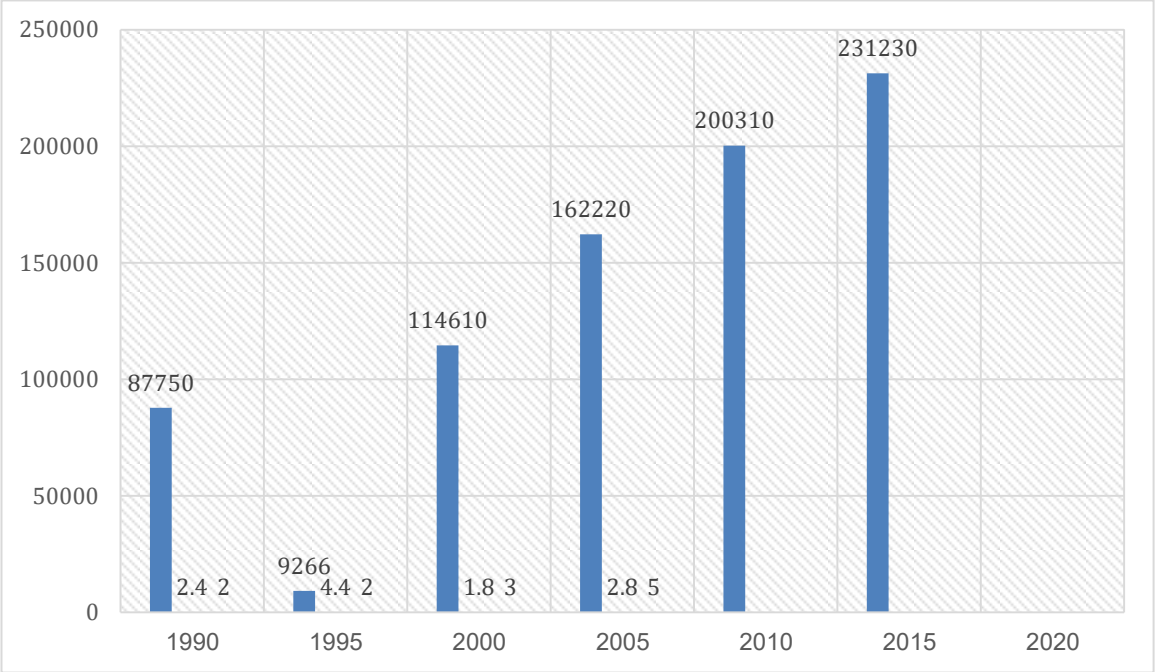


المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي

٢. **إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ومتوسط نصيب الفرد منه:** يشير الشكل رقم (٨) إلى تطور معدل الانبعاثات من (٨٧٧٥٠.٠٠٠) كيلو طن في عام ١٩٩٠ إلى (٢٢٦٢٨٠.٠٠٠) في عام ٢٠١٥ أي بزيادة قدرها (٢٥.٧) %.

الشكل رقم (٨)

معدل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بالكيلو طن



المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي

المحور الثالث

تحديات إنتاج الطاقة من تدوير النفايات

تمهيد:

بالرغم من اهتمام استراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر ٢٠٣٠ بشأن البيئة في المحور التاسع ، الذي اهتم بعدة قضايا منها التعامل مع النفايات، حيث نصت في إطار السعي نحو تحقيق التنمية المستدامة، هناك حاجة ماسة إلى التعامل مع النفايات من وجهة نظر إدارة الموارد وليس إدارة النفايات ، فهي تمثل مورداً هاماً لعمليات إعادة الاستخدام والتدوير ، إضافة إلى دورها في خلق فرص عمل جددة فيما يعرف بالوظائف الخضراء، وكذلك دورها الحد من انبعاثات غاز ثاني الكربون المسببة لظهرة تغير المناخ.، وذلك من خلال تطوير نظام التعامل مع إدارة النفايات واستغلالها.

وقد بادرت العديد من الدول على خلفية مبادرات الأمم المتحدة بالاعتماد على تلك التقنية واستغلالها واتسعت وتيرها بعد ذلك بتنفيذ مبادرات واستراتيجيات الاقتصاد الدائري كنموذج تنموي مجابي للبيئة وذلك في ضوء القيمة المضافة التي يقدمها ذلك النوع من الاقتصاد.

وبالرغم من أداء مصر المتطور بيئياً في الآونة الأخيرة، فإنها مازالت في المرتبة الأولي من الدول التي تعاني من ارتفاع حاد في التلوث، ومن مع زيادة عدد الكساد أن يزيد تراجعها مما يزيد من الضغط على الموارد الطبيعية، إذ أن التحدي لا يكمن فقط في الحفاظ على الموارد الطبيعية، بل تحقيق النمو الاقتصادي السريع قائماً على تنمية مستدامة على أساس التنوع الاقتصادي الذي يخلق فرص العمل، ويساهم في الحد من عدم المساواة والفقر، ويعزز الوصول إلى الخدمات الأساسية. وهذا، يكمن وراء دعوات إجراء تحول هيكلي يعزز النمو الاقتصادي المطرد والشامل.[٢٠]

وبالتالي فإن السير نحو نهج الاقتصاد الدائري يساعد مصر في الاستغلال الكفء من النفايات مما يساهم في الحد من آثارها السلبية على النمو الاقتصادي.

وفي هذا الصدد؛ يمكن القول إن الاستراتيجية التنمية المستدامة – رؤية مصر ٢٠٣٠ ذكرت مجموعة من التحديات قد تواجه الدولة المصرية عند تعامل معها النفايات وتدويرها إلى طاقة هي:

---

[20] Lin, Justin Yifu, (2012), New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development and Policy. The World Bank, Washington DC.

١) التحديات الاقتصادية، وتتمثل في الآتي:

١. **ضعف التمويل:** حيث ترتفع تكلفة تدوير النفايات وتحويلها إلى طاقة والمتمثلة في تكلفة الجمع والنقل والتدوير للنفايات، مما يستوجب الأمر إلى تنويع مصادر التمويل لضمان استدامة تلك التقنية "تدوير النفايات إلى طاقة".
٢. **عدم مشاركة القطاع الخاص:** بينما تلعب الحكومة دورا رئيسيا في تهيئة الظروف للنمو الأخضر، فإن النجاح سيكون أيضا مسألة تشجيع الشركات الخاصة على الانخراط في الاقتصاد الدائري والاستثمار فيه..
٣. **الافتقار إلى التكنولوجيا:** يرتبط النجاح الاقتصادي ارتباطا وثيقا بالإنتاجية والكفاءة، ولزيادة كفاءة الموارد، وإنتاجية الأراضي أو استغلال النفايات، وزيادة استخدام الموارد الحالية، هناك حاجة إلى تقنيات مبتكرة وإمكانات تكنولوجية عالية، وهو ما تفتقر إليه أفريقيا وبشدة. ومن ثم فإن تحوُّل هذه الاقتصادات نحو النمو الأخضر، يمكن أن يحفز نقل التكنولوجيا، خاصة بالنسبة للتكنولوجيات الخضراء من البلدان المتقدمة.

٢) **التحديات الاجتماعية:** قد تتمثل بعض التحديات الاقتصادية المذكورة سابقاً بنفس القدر إلى التحديات الاجتماعية، مثل:

١. **ضعف الوعي المجتمعي بأهمية تلك التقنية:** وذلك يرجع إلى ضعف السياسات التحفيزية لتشجيع الإنتاج الأخضر، وكذلك التعليم.
٢. **ضعف نظام المعلومات في مجال النفايات:** حيث انعدم شمولية ودقة البيانات ذات العلاقة بإدارة النفايات مما يؤثر سلباً على كفاءة تلك الإدارة وبالتالي اتخاذ الإجراءات اللازمة.
٣. **ضعف مهارة العمالة**: حيث يفرض التقدم التكنولوجي والتطور إلى ضعف العمالة الفنية المدربة في مجال تدوير النفايات، مما يؤدي إلى ضعف كفاءة منظومة التدوير بالشكل الذي يحقق الاستفادة القصوى منها

٣) التحديات البيئية: وتتمثل في الآتي:

انعدام الأبعاد البيئية عند تخطيط وإدارة المنشآت الصناعية: مما ينتج عنه منظومة صناعية غير مستدامة تساهم في تلوث المواد الطبيعية وضعف كفاءة استخدامها؛ مما ينتج عنه عدم القدرة

على معالجة تلك النفايات، وعدم القدرة على ترشيد استخدام الموارد المائية، والاعتماد على موارد طاقة تقليدية مسببة لتلوث الهواء.

الخاتمة:

هدفت الدراسة الحالية إلى تحديد مفهوم تدوير النفايات مع بيان أهميتها بيئياً واقتصادياً واجتماعياً عند تحويلها إلى طاقة، ومن ثمَّ معرفة أنواع مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة في جمهورية مصر العربية، والسعي إلى إبراز الدور الحيوي عند إنتاج الطاقة من تدوير النفايات من خلال بيان حجم المخاطر البيئية والاقتصادية إذا استمرت مصر الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.

وقد توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج هي:

١. مع زيادة عدد السكان في مصر، أصبح الاعتماد على الطاقة بصورة متزايدة الناتجة من مصادر غير متجددة، وأن ذلك الاستهلاك المتزايد قد يؤثر على البيئة، وتوقعات نقص الوقود الأحفوري، حيث ازداد معدل الاستهلاك على الطاقة الناتجة من الوقود الأحفوري خلال الفترة محل الدراسة؛ مما يزيد من زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد لكربون، وانخفاض معدل إيرادات الموارد الطبيعية من إجمالي الناتج المحلي؛ مما يؤثر بالسلب على الناتج المحلي الإجمالي للدولة وهذا يثبت الفرضية الأولي:
٢. أثر إنتاج الطاقة من مصادر تقليدية سلبي على الوضع الاقتصادي والبيئي والاجتماعي للدولة.
٣. بالرغم من حجم النفايات الهائل في جمهورية مصر العربية، ووفرة مصادر الطاقة المتجددة التي تتمثل كل من المصادر المائية والشمسية والرياح والتي يمكن استخدامها لإنتاج الكهرباء في الدولة، إلا أن تلك المصادر لا يحسن استغلالها إلى الآن، بالرغم من تدوير النفايات إلى طاقة في الدولة له تأثير كبير على خفض التلوث، إذ أن تطبيق تلك التقنية هو أكثر خياراً قابلاً للتطبيق لأن تلك الأنظمة يمكن تطبيقها دون بناء شبكة رئيسية لها، وقد أصدرت تشريعات بيئية لمتابعة مدى التزام محطات الكهرباء بالدولة بالمعايير والمؤشرات البيئية استناداً إلى قوانين حماية البيئة والتعليمات الصادرة للسيطرة على الآثار السلبية الناتجة عن توليد الطاقة من مصادر الطاقة غير المتجددة، إلا أن معدل انبعاثات الكربون تزيد عام بعد عام مما يزيد من الاحتباس الحراري في الجو، وهذا يثبت صحة الفرضية الثانية:

٤. أثر إنتاج الطاقة من تدوير النفايات إيجابي على الوضع الاقتصادي والبيئي والاجتماعي للدولة.

التوصيات

من أجل المحافظة على الطاقة التقليدية (الأحفورية) من النضوب، وحماية البيئة من التلوث وبالتالي الحفاظ على الموارد المالية، وفي نفس الوقت تحفيز إنتاج الطاقة من تدوير النفايات توصي الدراسة بالآتي:

١. تحفيز الاستثمار في إنتاج الطاقة من تدوير النفايات ضمن مجالات الطاقة بتمويلها من خلال البنوك والمؤسسات المالية الأخرى، مع ضمان تأمين القروض التجارية، وخفض أسعار الفائدة مع تقديم التسهيلات الائتمانية وإنشاء صناديق خاصة بتمويل الطاقة.
٢. إضافة تشريعات محفزة إلى الاستثمار في إنتاج الطاقة من توليد النفايات، وفتح المجال للمستثمرين للاستثمار بموجب اتفاقية شراء الطاقة.
٣. إصدار القوانين والسياسات الخاصة بالطاقة النظيفة، بحيث تساهم في التزام القطاعات الاقتصادية باستخدامها.
٤. الأخذ بتجارب الدول الأخرى في مجال توليد الطاقة من تدوير النفايات وإجراء مزيد من دراسات الجدوى في ضوء الظروف المصرية.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية

١. سعيد، أحمد وعبد الغني، ريهام، (٢٠٢٣)، " الاقتصاد الدائري بين النظرية والتطبيق (دراسة حالة للاقتصاد المصري)"، مجلة الدراسات السياسية والاقتصادية، كلية السياسة والاقتصاد، جامعة السويس، العدد الأول، السنة الثالثة، أبريل، ص ١٦١-١٩٤.

٢. تحويل النفايات إلى طاقة: التغيير والتنمية المستدامة – كيف تحسن مجموعة البنك الإسلامي للتنمية، البنك الإسلامي للتنمية.

٣. تقرير أنشطة اليونيدو في مجال الطاقة والبيئة (٢٠١٠): مجلس التنمية الصناعية، منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية، الدورة (٣٨).

٤. تقليص حرق الغاز على الشعلة في الدول العربية (٢٠٢٠): ضرورة لتنمية مستدامة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الأمم المتحدة.

٥. الجبالي، حمزة (٢٠١٦): التنمية المستدامة: استغلال الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة، دار السرة للإعلام ودار الثقافية للنشر.

٦. حسانين، حازم (٢٠٢١): التحول نحو النمو الأخضر في أفريقيا جنوب الصحراء: المؤشرات والتحديات.

٧. عائد زيد ورواء، ياسر، (٢٠٢١)، " التكامل بين الإنتاج الخالي من الفاقد وسلسلة القيمة المستدامة في ضوء التوجه نحو الاقتصاد الدائرى المستدام "، مجلة دراسات محاسبية ومالية JAFS).

٨. الساهوكي، صدى مدحت (٢٠١٧): إعادة تدوير النفايات ودورها في تحسين الكفاءة الإنتاجية – بحث تطبيقي في معمل سمنت بازان شركة لافارج الفرنسية، مذكرة لنيل درجة الدكتوراه، المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية – قسم الدراسات المحاسبية، بغداد.

٩. عدلي، سوزي (٢٠٢٣)، " استدامة الموارد الطبيعية من خلال الاقتصاد الدائري "، مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية، دورية علمية محكمة، 9492 – 2356 :ISSN).

١٠. السويلم، فارس بن دباس (٢٠١٦): النفايات المنزلية: بين إعادة التدوير والأضرار الصحية والبيئية، العبيكان للنشر، السعودية.

١١. زوين، الصادق (٢٠٢١)، " التوجه نحو الاقتصاد الدائري من أجل تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر "، مجلة معارف للعلوم القانونية والاقتصادية، العدد١، المجلد ٢.

١٢. عبد الجواد، أحمد عبد الوهاب (١٩٨٩): قضايا النفايات في الوطن العربي، الدار العربية للنشر والتوزيع، مصر.
١٣. فاطمة قبة وعلى لونسيى ، (٢٠٢٢) ،" دور الاقتصاد الدائري في تحقيق التنمية المستدامة – التجربة التونسية نموذجا– "،مجلة الإبداع ، المجلد ١٢، العدد ٢ .
١٤. فروحات، حدة وبن قرينة، محمد حمزة (٢٠١٥): واقع التسيير المستدام للنفايات المنزلية: دراسة حالة المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني بورقلة، مجلة المؤسسات الجزائرية، ع (٨).
١٥. فهمي، خالد مصطفى (٢٠١١): الجوانب القانونية لحماية البيئة في ظل التشريعات الوطنية والاتفاقيات الدولية، دراسة مقارنة، دار الفكر الجامعي، الإسكندرية، ط١.
١٦. قانون البيئة رقم (٤) (١٩٩٤): وزارة البيئة – جهاز شؤون البيئة، الاستراتيجية القومية لإدارة المخلفات الصلبة.
١٧. محمد، مريم (٢٠٢٤)،" إعادة تدوير النفايات كأحد أساليب الاقتصاد الدائري وأهميته في تعزيز التنمية المستدامة "، مجلة بحوث الأعمال، المعهد العالي للإدارة وتكنولوجيا المعلومات، كفر الشيخ، المجلد الأول، العدد ١، ص ٤٠٤–٤١٧.
١٨. بن موسى، نبيل، (٢٠٢٢)، "دور الاقتصاد الدائري في تحقيق التنمية المستدامة "، مجلة التنويع الاقتصادي، جامعة محمد لمين دباغين، الجزائر، ص ٣٢–٤٨.
١٩. نوال، بركان زهية تيغزة سهام، (٢٠٢٣)،" دور الاقتصاد الدائري في تحقيق التنمية المستدامة من خلال إعادة تدوير النفايات المنزلية في الجزائر "، مجلة المشكلة الاقتصادية والتنمية، مجلد ٢ ، العدد١.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. Abdul – Rahman, F. (2014): Reduce, Reuse, Recycle: Alternatives for waste Management. Guide G.
2. Azab, S. (2013)": Environmental and Economic Impact Assessment of Construction Waste using System Dynamic". M.Sc., Faculty of Engineering, Cairo University.
3. European Academies' Science Advisory Council. (2015). Circular Economy: A Commentary from the Perspectives of the Natural and Social Sciences.
4. K. Winans, A. Kendall, H. Deng(2017)," The history and current applications of the circular economy concept", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 68, Part 1, February, Pages 825-833.
5. Lin, Justin Yifu, (2012), New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development and Policy. The World Bank, Washington DC.
6. Perret, B., & Autres. (2014). L'économie Circulaire, état des lieux et perspectives. France: Conseil Général de l'environnement et du Development Durable CGEDD.
7. Smol, M., Avdiushchenko, A., Kulczycka, J., & Nowaczek, A (2018). Public awareness of circular economy in southern Poland: Case of the Malopolska region. Journal of cleaner production.
8. Sugam Upadhayay, Omaima AL Qassimi, (2024)," Development in the Circular Economy Concept: Systematic Review in Context of an Umbrella Framework, Sustainability ,16(4), 1500; https://doi.org/10.3390/su16041500
9. Zvonimira Sverko Grdic, Marinela Krstinic Nizic, Elena Rudan, (2020)," Circular Economy Concept in the Context of Economic Development in EU Countries", Sustainability, 12(7), 3060; https://doi.org/10.3390/su12073060.

ثالثاً: المواقع الإلكترونية

١. سيف، مصطفى (٢٠٢٢): مصر تعلن تفاصيل برنامج تحويل المخلفات إلى طاقة كهربائية، Sky news، متاح على الرابط: https://www.skynewsarabia.com/، تاريخ الزيارة في ٢٠٢٢/١٠/٢.

٢. فهمي، ميرفت (٢٠٢٢): ضمن خطة لمدة ٥ سنوات.. مصر تبدأ إنتاج الكهرباء من تدوير المخلفات، الدستور متاح على الرابط: https://www.dostor.org/3375094، تاريخ الزيارة في ٢٠٢٢/١٠/٣.