مجلة الأصيل للبحوث الاقتصادية والإدارية
El - Acil Journal for Economic and Administrative Research

ISSN: 2571-9866
EISSN: 2661-7854

المجلد: 7/ العدد:2/ أكتوبر 2023، ص ص460-474

# دور الذكاء الاصطناعي في تسريع الانتقال إلى الاقتصاد الدائري

# The role of artificial intelligence in accelerating the transition to a circular economy

*عيماد تكواشت
Takouachetimed
جامعة عباس لغرور–خنشلة_الجزائر
takouachet.imed@univ-khenchela.dz

تاريخ الاستلام: 2023/07/09 تاريخ القبول: 2023/10/22 تاريخ النشر: 2023/10/31

**الملخص :**

تهدف هذه الدراسة إلى توضيح العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والاقتصاد الدائري، فالاقتصاد الدائري يُمكّن مختلف دول العالم من الاستدامة على المستوى الجزئي والكلي. كما أن إمكاناته في صنع موارد متجددة تكون بمستويات عالية إذا كانت مدعومة بالتقنيات و الذكاء الاصطناعي. فالذكاء الاصطناعي أصبح ضرورة حتمية في عالمنا المعاصر في ظل الاستنزاف الكبير للموارد المحدودة، كما سيؤدي استخدام نموذج الاقتصاد الدائري إلى خلق وظائف جديدة وتشجيع الابتكار وإفادة بيئتنا، ومن أجل تحقيق هذاسنحتاج إلى تقنيات جديدة تعتمد على الذكاء الاصطناعي، وبالتالي سنحتاج إلى إعادة تصميم العديد من الجوانب الرئيسية لاقتصادنا الحالي، ولتسهيل ذلك يمكن أن يكون الذكاء الاصطناعي هو الحل. على الرغم من أنه ليس سوى أداة، والذي لديه القدرة على بدء ثورة صناعية جديدة كاملة في حد ذاته تقوم على مبادئ الاقتصاد الدائري.

**الكلمات المفتاحية:** الذكاء الاصطناعي، الاقتصاد، الاقتصاد الدائري.

**تصنيفJEL:** J24 ;Q57

**Abstract :**

This study aims to clarify the relationship between artificial intelligence and the circular economy. The circular economy enables various countries of the world to be sustainable at the micro and macro levels.Also, its potential to create renewable resources is at high levels if it is supported by technologies and artificial intelligence.

Artificial intelligence has become an inevitable necessity in our contemporary world in light of the great depletion of limited resources, and the use of the circular economy model will create new jobs, encourage innovation and benefit our environment, and in order to achieve this we will need new technologies based on artificial intelligence, and therefore we will need to redesign many key aspects of our current economy, and to facilitate this artificial intelligence could be the answer. Although it is only a tool, which has the potential to start a whole new industrial revolution in itself based on the principles of circular economy.

**Key words:** Artificial intelligence, economics, circular economy.

**JEL classificationcodes:**J24Q57

*المؤلف المرسل

## 1. مقدمة:

يعتبر الذكاء الاصطناعي أحد المفاهيم التي تكتسب زخما في الوقت الراهن، فمن خلال ربط الذكاء الاصطناعي والاقتصاد الدائري، يمكننا تبسيط انتقال الاستدامة وزيادة كفاءة الموارد إلى أقصى حد مع تقليل النفايات. إذ يمكن للذكاء الاصطناعي بمختلف تقنياته المساهمة في إدارة وتطوير الاقتصاد الدائري نظرا لوجود العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي (تحليل البيانات الضخمة، والمنطق الضبابي، والخوارزميات التجريبية، والتعلم الآلي، وما إلى ذلك) التي قد يكون لها قابلية للتطبيق في تعزيز الاقتصاد الدائري.

يساهم الحفاظ على الوصول إلى التكنولوجيا والمعرفة مفتوحا حتى تتمكن كل منطقة من العالم من الانضمام والاستفادة من تطبيق التقنيات الجديدة، وتكون جزءا من الثورة الصناعية العالمية الرابعة والمستقبل المستدام ونماذج الأعمال الدائرية.

وسنحاول من خلال هذه الدراسة

من خلال ما سبق يمكن طرح الإشكالية الرئيسية التالية:

**ما مدى تأثير الذكاء الاصطناعي في تعزيز استخدام الاقتصاد الدائري على ضوء الفرص والتحديات التي تقف دون تحقيق ذلك؟**

كما تتمثل **أهداف الدراسة** في التعرف على ماهية الذكاء الاصطناعي وكيف يمكن استخدامه لتسريع الانتقال إلى الاقتصاد الدائري، مع التركيز بشكل خاص على الفرص المتاحة للذكاء الاصطناعي من أ أجل: تسريع وتوجيه الجهود نحو تصميم النفايات والتلوث؛ زيادة فعالية نماذج أعمال الاقتصاد الدائري وتحسينها؛ تبسيط البنية التحتية اللازمة للحفاظ على المنتجات والمواد قيدالاستخدام، في ظل التحديات التي تقف دون ذلك.

ولتحقيق أهداف الدراسة كان لزاما اتباع **المنهج الوصفي والتحليلي**: والذي يغتمد على دراسة الواقع او الظاهرة ويهتم بوصفها وصفا دقيقا من خلال إعطاء وتوصيف عام لمتغيرات الدراسة، وقد تم جمع البيانات والمعلومات اللازمة، من خلال الاستعانة بمراجع ودوريات في تغطية الجانب النظري وتحليل معطيات الدراسة بما يتلاءم مع متغيرات الدراسة.

وقد تم الاعتماد على **الفرضية الرئيسية** التالية: تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز مكانة الاقتصاد الدائري وتحسينه وسهولة تحقيقه من أجل ضمان استدامة الموارد.

كما تم الاعتماد للجابة على الإشكالية والفرضية الرئيسية على **الدراسات السابقة**: ولعل أهمها: دراسة بعنوان:

"Abdulla All Noman and other,(2022), ‘‘Machine Learning and Artificial Intelligence in Circular Economy: A Bibliometric Analysis and Systematic Literature Review’’":

قامت هذه الدراسة بتحليل مجموعة من البحوث والدراسات العلميةواستخلاص نتائج تخص العلاقة بين الاقتصاد الدائري واستخدام التقنيات المبتكرة وعلاقتها بالتنمية المستدامة، وقد وضحت الدراسة مفهوم الاقتصاد الدائري الذي يهدف إلى إكمال حلقة دورة حياة المنتج من خلال إبراز أعلى القيم من المواد الخام في مرحلة التصميم وبعد ذلك عن طريق إعادة الاستخدام وإعادة التدوير وإعادة التصنيع، بالإضافة إلى إبراز مساهمة التقنيات المبتكرة مثل الذكاء الاصطناعي في تبني وتنفيذ CE بشكل فعال وذلك باستخدام تحليل "scientometrics".

دراسة بعنوان: "**أثر اقتصاديات الذكاء الاصطناعي على النمو الاقتصادي**": هدفت هذه الدراسة بالأساس إلى التعرف على تأثير الذكاء االصطناعي على نمو الاقتصادينالأمريكي والصيني، إضافة إظهار موقع الذكاء الاصطناعي في الفكر الاقتصادي، وابراز إيجابيات وسلبيات الذكاء الاصطناعي، وعلاقته باشتداد التنافس الاقتصادي بين الولايات المتحدة الأمريكية والصين.

**2. مضامين نظرية حول الذكاء الاصطناعي**

يتطلب النظام الاقتصادي الراهن القائم على النظم الذكية حلول مبتكرة من أجل تحقيق الاستدامة بأعلى جودة ممكنة مع تقليل التكاليف في النظام بأكمله، وذلك من خلال الاعتماد على تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي.

**1.2.ظهور وتطور الذكاء الاصطناعي**:تطور مصطلح الذكاء الاصطناعي نفسه على مر السنين منذ أن صاغه جون ماكرثي وآخرون بجامعة دارتموث عام 1956. فكان يعتقد في البداية أن الذكاء الاصطناعي هو مصطلح جامع يشمل جميع الأعمال التي تقوم بها آلة، يمكن أن توصف هذه الآلة بأنها‘‘ذكية’’. وركزت الجهود المبكرة في تطوير الذكاء الاصطناعي على ابتكار آلات وبرمجيات تستطيع محاكاة العقل البشري. أدى هذا إلى إنشاء‘‘أنظمةالخبراء’’في ستينيات القرن العشرين، والتي اعتمدت على قواعد هرمية مبرمجة من خبراء في المجالات المختلفة مثل الطب أو الزراعة. ومع ذلك،كانت هذه الأنظمة محدودة دائما بما يلي:

أ.معرفة الخبراء المشاركين في برمجتها؛

ب.تكلفة تطوير هذه الأنظمة،وبخاصة التكلفة المرتفعة لأجهزة الحوسبة والتخزين؛

ج.تعقيد أدوات وأنظمةالبرامج لوضع نماذج عمليات معقدة للغاية.

أدى هذا إلى وجود مرحلتين مما يعرف باسم‘‘شتاءالذكاءالاصطناعي’’التي أجريت خلالهما بحوث قليلة نسبيا.

جلب فجر الألفية الثالثة تطورات هائلة في خوارزميات البحث عن البيانات واسترجاعها. ومع الانخفاض الهائل لتكاليف أجهزة التخزين والحوسبة وظهور الشركات الناشئة مثل جوجل التي استطاعت خلق نموذج عمل يقوم على تحليل بيانات المستخدم، أصبح المشهد مهيأً لعودة مجال الذكاء الاصطناعي في الظهور بعد أن دخل في بيات شتوي لفترة طويلة، تحت مسمى التعلم الآلي. والتعلم الآلي هو فرع من الذكاء الاصطناعي يعتمد على تحليات معقدة لمجموعات كبيرة من البيانات لاستنتاج قواعد واستخراج سمات واستخدامها في ''التنبؤ'' بقيم جديدة لبيانات غير معروفة. وقد شجع وجود نماذج أعمال مثبتة علميًا لاستخدام البيانات بشكل تجاري العديد من المنظمات على تمويل بحوث التعلم الآلي في الهيئات الأكاديمية والقطاع الخاص ذاته على حد سواء إلى حد مكّن القطاع الخاص من تحقيق قفزة نوعية في البحوث الأكاديمية في معظم مجالات التعلم الآلي.

ظهرت منذ ذلك الحين فروع عديدة من التعلم الآلي، بما في ذلك التعلم العميق، الذي يقوم على الشبكات العصبية الاصطناعية التي هي هياكل مكونة من عقد برمجية صغيرة تحاكي الخلايا العصبية في الدماغ البشري وتدار بواسطة معادلات تفاضلية معقدة؛ والتعلم المعزز الذي يستخدم حلقات التغذية الراجعة ومفهوم المكافأة لتعزيز آلية ''تعلم''؛

والتعلم الانتقالي الذي يعتمد على القدرة على نقل تطبيق قواعد مكتسبة في مجال معين إلى مجال آخر دون استثمار كبير في إعادة التدريب، وكثير من المجالات الفرعية الأخرى التي تظهر كل يوم.

ومع ذلك، فإن التهديد الوحيد المشترك هو أهمية البيانات والخوارزميات المعروفة باسم ''النماذج'' المستخدمة في تحليلها. ومع انتشار الحوسبة السحابية أصبح العديد من هذه النماذج وحدات جاهزة يمكن الوصول إليها على منصات مثل خدمات أمازون للحوسبة السحابية أو منصة جوجل السحابية أو برنامج مايكروسوفت أزور دون اضطرار المستخدم إلى تطوير أي منها من الصفر. ومع ذلك، لا تزال هناك حاجة إلى خوارزميات معدة خصيصا لحل مشكلات محددة.

وبالرغم من انتشار التكنولوجيات القائمة على البيانات، يشهد العالم حاليا إحياءً لأساليب قديمة تعرف باسم الذكاء الاصطناعي ''القائم على القواعد'' أو ''الرمزي''. وتمكنت بعض أقوى منتجات الذكاء الاصطناعي على مستوى العالم من الجمع بين تكنولوجيات مختلفة لتحقيق نتائج مثالية.(المجلس الوطني للذكاء الاصطناعي، 2021، ص 6)

وقد تعددت تعاريف الذكاء الاصطناعي نذكر منها:

ويعرف العالم الأمريكي (جون مكارثي) الذكاء الاصطناعي بأنه:" علم وهندسة صنع آلات ذكية بالاعتماد على دراسة وتصميم أنظمة ذكية تستوعب بيئتها وتتخذ إجراءات تزيد من فرص نجاحها.(حمزة قدة، إيمان كحيط، 13-14 ديسمبر 2022، ص 6)

-الذكاء الاصطناعي هو مجال من مجالات علوم الكمبيوتر يدرس كيفية تقليد الآلات لذكاء نظرائهم من البشر، وعلى مدار العقد الماضي أصبحت تعريفات المصطلح تشير إلى أي وظيفة آلية، ومع ذلك فإن الاختلاف بين نظام الذكاء الاصطناعي وحزم البرامج التقليدية هو القدرة على إصدار أحكام وقرارات مستنيرة من خلال الاستجابة للأنماط في البيانات.

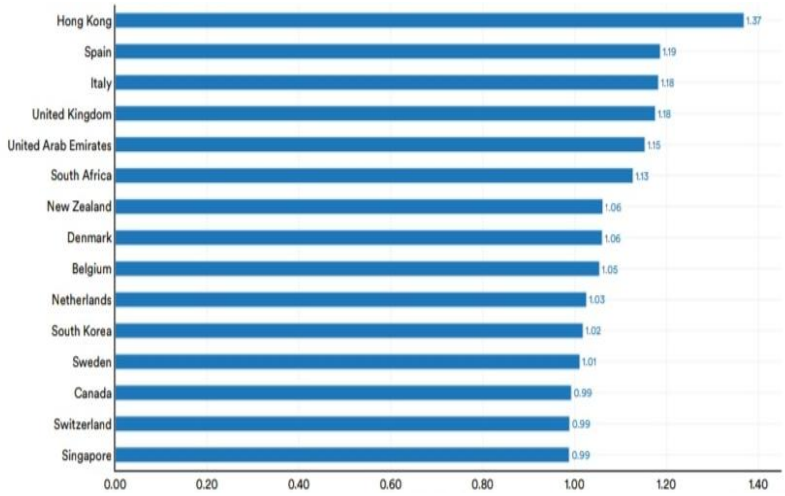
(Simanta Shekhar Sarmah ,(2019), p 2164)

-الذكاء الاصطناعي هو' علم تصميم آلات وبرامج حاسوبية تستطيع التفكير بنفس الطريقة التي يعمل بها العقل البشري، تتعلم كما يتعلم، وتقرر كما يقرر، وتتصرف كما يتصرف، فهو عملية محاكاة قدرات العقل البشري عبر أنظمة الحاسوب. (أحمد الفراني، سمر الحجيلي، 2020، ص 7)

ومن خلال التعاريف الساقة نجد أن الذكاء الاصطناعي باختصار هو محاكاة عمليات الذكاء البشري بواسطة الآلات ، وخاصة أنظمة الكمبيوتر.

**2.2. توظيف الذكاء الاصطناعي**: يعتبر الذكاء الاصطناعي من بين أهم الأهداف التي تسعى الدول إلى تحقيقها في مختلف المجالات خاصة الاقتصادية كونها تحقق لها فوائد متعددة، ومن خلال الشكل الموالي يتم توضيح ترتيب مجموعة من الدول حسب مؤشر توظيف الذكاء الاصطناعي:

**الشكل رقم (01): مؤشرتوظيفالذكاءالاصطناعيالنسبيحسبالمنطقةالجغرافيةلعام 2022.**




**Source : (HAI, 2023, p180)**

نجد من خلال الشكل أعلاه: يقيس مؤشر التوظيف النسبي للذكاء الاصطناعي الدرجة التي يتغير بها توظيف مواهب الذكاء الاصطناعي، وبشكل أكثر تحديدًا ما إذا كان توظيف مواهب الذكاء الاصطناعي ينمو بشكل أسرع من التوظيف العام في منطقة جغرافية معينة أو مساو له أو أبطأ منه.

في عام 2022 ، سجلت هونغ كونغ أكبر نمو في توظيف الذكاء الاصطناعي عند 1.4 ، تليها إسبانيا وإيطاليا والمملكة المتحدة والإمارات العربية المتحدة.

3.2. **تطبيقات وأنواع الذكاء الاصطناعي**: هناك مجموعة من التطبيقات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي نذكر أهمها بالإضافة إلى وجود قسمين رئيسيين للذكاء الاصطناعي.

**أ. تطبيقات الذكاء الاصطناعي**: تتمثل في:

- **الشبكة العصبية الاصطناعية**: هي نظام لمعالجة البيانات بنفس الطريقة التي تقوم بها الشبكة العصبية الطبيعية للإنسان أو الكائن الحي، حيث تحتوي على عدد كبير من الأنظمة الصغيرة لمعالجة المعلومات تسمى الخلية العصبية، وتتمثل المزايا الرئيسية لها بالمقارنة مع التقنيات المعمول بها:

–قدرتها على دمج مصادر معلومات غير متجانسة إلى حد كبير من خلال التعامل مع البيانات غير الكاملة، والبيانات المشوشة أو التي تحتوي على قيم متطرفة كثيرة؛

–أداة تحليل إحصائي قوية وذلك لقدرتها على التعلم من الخبرة السابقة وتعديل نفسها طبقا للبيانات الجديدة؛

–الدقة المتناهية والواقعية في إيجاد قيم التنبؤ المستقبلية، لتناهي الخطأ القياسي في النتائج المتحصل عليها؛

–استخدام البرنامج المصمم لا يستغرق وقتا، وبالتالي يؤدي لسرعة الوصول إلى النتائج المرجوة.

- **النظمالخبيرة**: هي نظم حاسوبية معقدة تقوم على تجميع معلومات متخصصة ( أي فيمجال محدد فقط ) من الخبراء ووضعها في صورة يمكن للحاسوب من تطبيق تلكالمعلومات أو بالأحرى الخبرات على مشكلات مماثلة. وانتشر استخدام النظم الخبيرةفي العديد من التطبيقات بهدف تحسين أداء كل مرحلة من مراحل دورة الأعمال، بدايةمن جذب العملاء وانتهاء بعمليات البيع وخدمات ما بعد البيع .تتطلب وجود كل من مهندس المعرفة وخبير في المجال التطبيقي، ومن خلال المعرفة المتراكمة التي يتم إعدادها بواسطة مجموعة من الخبراء وتشتمل على القواعدوالمفاهيم والحقائق والعلاقات، والتي يتم تخزينها جميعا في النظام الخبر ليتم الرجوعإليه عند الحاجة . ومن أهم المزايا الرئيسية للنظم الخبيرة:

–تحاكي الخبراء البشريين في عملية اتخاذ القرار مع القدرة على تطوير حلول أسرععند الحاجة لاتخاذ عدد كبير من القرارات؛

–زيادة فعالية اتخاذ القرار بتقديم حلول أكثر ملائمة للمشاكل محل الدراسة؛

–تقوم بدور المستشار لمتخذ القرار من خلال اقتراح الحلول، ويظل متخذ القرار هوالمسئول النهائي؛

–أتمتة المهام الروتينية التي يقوم بها الخبير البشري

● **الوكلاءالأذكياء:** يقوم نظام الوكلاء الأذكياء على وجود المستشعرات التي تغذي النظامبالمعلومات من العالم الخارجي، والذي يقرر بعد ذلك ما إذا كان ينبغي أن يتصرف وفقاللموقف أم لا ويتميز الوكلاء الأذكياء بالخصائص التالية:

**–الاستقلالية** : نعني هنا أن يكون البرنامج المصمم مستقل عن المستخدم بحيث يؤديمهامه الموكلة إليه دون تحفيز أو مساعده من المستخدم؛

**–براعة الاتصال:** يجب أن يكون الوكيل الذكي قادر على الاتصال بالبيئة وبالمستخدم وبالوكلاء الآخرين الموجودين في البيئة بحيث يؤدي مهمته على أفضل وجه؛

**–المقدرة على المشاركة:** يتم تصميم الوكيل ليكون قادرا على أداء مهمة جماعية معالوكلاء الآخرين بما يضمن تأدية عمل أكبر وأكثر تأثيرا؛

**–المقدرة على الوصول للحل:** تعني أن يكون الوكيل قادرا على الاستنتاج والتحليل ليصل لأفضل الحلول.

● **الخوارزمياتالجينية:** تعد الخوارزميات الجينية إحدى أهم البرامج التي تعتمد علىمفهوم التطور، فإذا كانت الأصناف (الأجناس ) في الأنظمة الطبيعية تخضع للبيئةالمحيطة وتتفاعل معها، لإنتاج أصناف جديدة أكثر ملائمة للبيئة من خلال عملياتالتطور، فإن الخوارزميات تعمل بشكل مناظر للأفراد في البيئة، واستنادا إلى مفهومالتطور تعمل الخوارزميات الجينية كبرامج أو حزم برمجية بطريقة تسمح للحلولالممكنة للمشاكل. (أمكلثومجماعي، 2023، ص 46)

**ب.أنواع الذكاء الاصطناعي:**يمكن تقسيم الذكاء الاصطناعي إلى قسمين رئيسيين وهم الذكاء الاصطناعي القوي والذكاء الاصطناعي الضعيف.

● **الذكاء الاصطناعي القوي:** يشير الذكاء الاصطناعي القوي إلى أجهزة الكمبيوتر أو البرامج التي لديها أدمغتها ويمكنها التفكير وإكمال المهام المعقدة دون تدخل بشري. يتميز الذكاء الاصطناعي القوي بخوارزميات معقدة تساعد الأنظمة في العمل في العديد من السيناريوهات، ويمكن للروبوتات القوية التي تعمل بالذكاء الاصطناعي إصدار أحكام مستقلة دون الحاجة إلى تدخل بشري، وبالتالي يمكن للآلات القوية التي تعمل بالذكاء الاصطناعي القيام بوظائف معقدة بشكل مستقل.

● **الذكاء الاصطناعي الضعيف:** يشار إلى الذكاء الاصطناعي ذي القدرات المحدودة على أنه ذكاء اصطناعي ضعيف. وهو يعنى بتوظيف خوارزميات معقدة لتنفيذ بعض مهام حل المشكلات أو الاستدلال التي لا تغطي النطاق الكامل للقدرات المعرفية البشرية باسم الذكاء الاصطناعي الضعيف، ويمكن تسمية المساعدين الشخصيين المعتمدين على الصوت مثل Siri و Alexa على سبيل

المثال، ببرامج الذكاء الاصطناعي الضعيفة لأنهم يعملون ضمن نطاق ضيق محدد مسبقا من المهام ، مما يعني أن لديهم إجابة محددة مسبقا في كثير من الأحيان.(Parvin Mohmad, 2023 )

**3.مفهوم الاقتصاد الدائري:** يعتبر الاقتصاد الدائري من المفاهيم المرتبطة ارتباطا وثيقا بالتنمية المستدامة، كما أنه ليس وسيلة فقط لحماية البيئة، ولكن يمكن من استخدام الموارد الطبيعية بشكل أكثر حكمة، وتطوير قطاعات جديدة، وخلق فرص العمل، وتطوير قدرات جديدة.

**1.3. تعريف وأهمية الانتقال إلى الاقتصاد الدائري:** تعود فكرة استخدام مفهوم الاقتصاد الدائري تاريخيا، ونظريا، على سبيل المثال، الى كل من رائد أدبيات جداول المدخلات – المخرجات، فاسيلي ليونتيف منذ الثالثينيات من القرن الماضي. خاصة الورقة المنشورة في )1991( Leontief ,حول " االقتصاد كتدفق دائري". ثم مساهمات Pearce 1989, Turner and ( ،(ضمن كتابهم عن الموارد الطبيعية والبيئية، وإشاراتهم الى أهمية هذا االقتصاد، مقارنة باالقتصاد الخطي. (أحمد الكواز، 13-140ديسمبر 2019، ص 06)

هناك العديد من **التعاريف** يمكن أن نذكر منها:

–هو تأمين إمدادات الموارد وكفاءة استخدام الموارد مع التقليل من الانبعاث والتلوث أثناء وبعد العملية الإنتاجية أمرانحاسمانلازدهارالاقتصاديات.

–هوالاقتصاد الذي يعمل في حلقات دائرية مغلقة وتأثيره على التنافسية الاقتصادية وخلق فرص العمل وتوفيرالموارد ومنع هدرها.(نبيل بن موسى، 2022، ص 45)

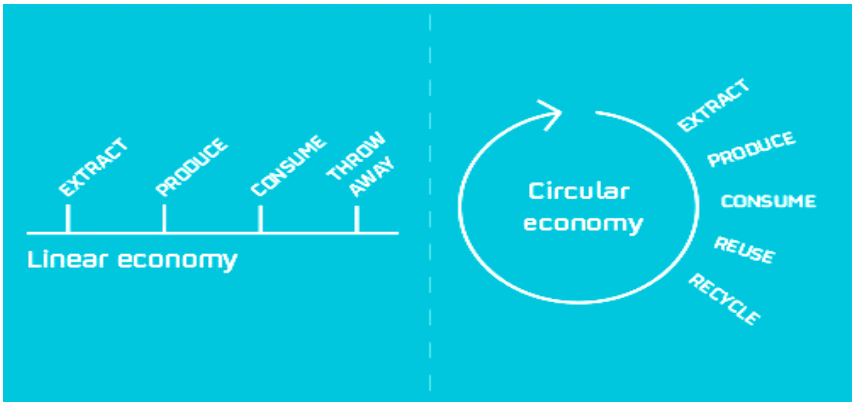
–الاقتصاد الدائري هو الاقتصاد الذي ال ينتج عنه نفايات نهائية وفي أضيق الحدود، إلا بكميات قليلة جدا وال يترتب عليه أي آثار سلبية على البيئة، ويقوم على تدوير المكونات والمنتجات، واعادة الاستخدام والتدوير بجودة عالية. كما أن السلع والمنتجات تكون قابلة للإصلاح والتجديد من بداية تصميمها بما يضمن الاستفادة منها مرات عديدة، وبالتالي ضمان الاستخدام الأمثل والفعال للموارد المتاحة، وبما يحقق التنمية المستدامة.(فاتح غلاب،(2021)، ص446)

وهناك عدة عوامل تدعو للانتقال إلى الاقتصاد الدائري – :الطلب على المواد الأولية(خلال المائة سنة الماضية ضاعف العالم استخدامه من المواد الأولية بنحو 34 ضعف، وبنحو 27 ضعف من المعادن، و12ضعف من الوقود الاحفوري، و6.3 ضعف من الكتلة الحيوية(الاعتماد على الخارج)تعتمد العديد من البلدان على دول أخرى لتجهيز أنشطتها المحلية، وبعضها نادرة. الأمر الذي قد يقود إلى توترات سياسية، وتأثير سالب على الاقتصاد في حالة ارتفاع أسعار المواد الأولية،حيثيترتب على استخدام المزيد من المواد الأولية مزيد من الاضرار على رأس المال الطبيعي، وزيادة الانبعاثات الضارة، مثل ثاني أوكسيد الكاربون .خلق أعمال جديدة في عدة مجالات، ال سيما إدارة المخلفات،

وإعادة التدوير، وإعادة الاستخدام، والتصليح، ونتائج إيجابية في مجال النمو، والتوزيع، والتشغيل. (أحمد الكواز، 13-140ديسمبر 2019، ص 07)

**2.3. الفرق بين الاقتصاد الدائري والاقتصاد الخطي:** يقوم الاقتصاد الدائري على نموذج إنتاج واستهلاك أكثر استدامة حيث يتم الاحتفاظ بالمواد الخام لفترة أطول في دورات الإنتاج ويمكن استخدامها بشكل متكرر، وبالتالي ينتج عنها نفايات أقل بكثير، فإن جوهر هذا النموذج هو الاحتفاظ بالموارد في الاقتصاد لأطول فترة ممكنة ، مما يجعل من الممكن استخدام النفايات التي ننتجها كمواد خام للصناعات الأخرى. كما يمكن توضيح الفروقات بين الاقتصادين من خلال الشكل الموالي:

**الشكل رقم (02):** الفرق بين الاقتصاد الدائري والاقتصاد الخطي.




Source : Circulareconomy, (2023).

من خلال الشكل أعلاه نجد أن الاقتصاد الدائري يختلف عن الاقتصاد الخطي فيما يلي:

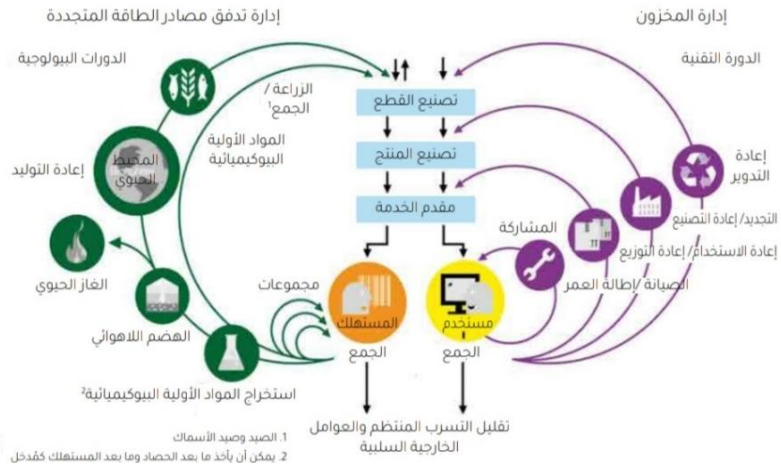
-يختلف النظام الدائري والنظام الخطي عن بعضهما البعض فيما يتعلق بكيفية إنشاء القيمة أو الحفاظ عليها. يضع النموذج الخطي التقليدي في الاعتبار عائدات قصيرة الأجل ويركز فقط على الربحية ، وخلق قيمة من خلال الإنتاج والمبيعات بالجملة.

من ناحية أخرى، يتمتع النهج الدائري برؤية طويلة المدى تراعي أيضًا الاستدامة طوال دورة حياة المنتج. من خلال تحديث المنتجات وإصلاحها وتجديدها ، يمكن تحقيق دورات حياة أطول.

- يحاول الاقتصاد الدائري زيادة الفعالية البيئية للمنتجات. يتم القضاء على الضرر البيئي هنا تمامًا وحتى التأثير الإيجابي ممكن. إنه يلغي فكرة النفايات ويحول المواد إلى شيء ذي قيمة أكبر مما كانت عليه في الأصل (إعادة التدوير). أما الاقتصاد الخطي يعمل نحو الكفاءة البيئية، في محاولة لتحقيق نفس النتيجة مع تقليل التأثير البيئي الناتج، عن طريق إعادة معالجة المواد إلى منتج ذي قيمة أقل (إعادة التدوير إلى أسفل).

**3.3. نظام عمل الاقتصاد الدائري:** يبنى الاقتصاد الدائري على ثالثة مبادئ: إلغاء إنتاج النفايات والتلوث من خال عملية التصميم، وإبقاء المنتجات والمواد في مرحلة الاستخدام، وإعادة إحياء الأنظمة الطبيعية. كما يقتضي الاقتصاد الدائري أن تُستهلك بطريقة غير ملوثة وذات كفاءة في استخدام الموارد، وأن تكون المنتجات وتكون منخفضة الكربون وشاملة اجتماعيا ودون أن تولد نفايات. ويمكن توضيح نظام عمل الذي يقوم عليه الاقتصاد الدائري من خلال الشكل الموالي:

**الشكل رقم (03): مخطط نظام يوضح تدفق المواد التقنية والبيولوجية في الاقتصاد الدائري.**




**المصدر:** (جميلةالمير، كريمالجندي، هاجرخمليشي، 2021، ص06).

نجد أن الاقتصاد الدائري يقوم على مجموعة من العوامل الأساسية لتحقيقه بالشكل اللازم، ويمكن تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري على جميع القطاعات والأنشطة في أي اقتصاد. وتعد دائرية المواد التطبيق الرئيسي له في اغلب الحالات. كما تقتضي مبادئه إعادة تقييم كاملة للمنتجات والأصول والخدمات، بطريقة تجعلها متينة وقابلة لإعادة الاستخدام وللإصلاح وإعادة التدوير.

**4.دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز مكانة الاقتصاد الدائري**

عرف العالم تطورا كبيرا في نظم الاقتصاد خلال السنوات الماضية، إلا أن الحاجة إلى تطوير النظام الاقتصادي العالمي لا بد أن يتطور ليتكيف مع التغييرات الحاصلة دون أن تطغى الآثار السلبية على البيئة والمجتمع.

وبفضل ما يتمتع به الذكاء الاصطناعي من أهمية بالغة في إمكانية تسهيل عملية التحول إلى تطبيق الاقتصاد الدائري، كونه يمكن من التعامل بشكل أفضل وأسرع، وقد وجد أن الذكاء الاصطناعي يعزز مكانة الاقتصاد الدائري من خلال ثلاث طرق رئيسية:

**1.4. تصميم المنتجات الدائرية وتطويرها وصيانتها:** يمكن أن يدعم الذكاء الاصطناعي تصميم المنتجات الدائرية وتطويرها وصيانتها. يمكن أن يحدث هذا بطريقتين:

**أولاً،** يجب تصميم المنتج وتطويره لتلبية معايير الاقتصاد الدائري( CE) على وجه الخصوص، يجب تصميم المنتجات لضمان عمر طويل للمنتج وبطريقة تمكن من فصل المكونات التي تشكل جزءًا من الدورة البيولوجية عن تلك التي تشكل جزءًا من دورة تقنية (مثل البلاستيك)، والتي ستعزز إمكانات إعادة التدوير، كما يمكن للذكاء الاصطناعي دعم المصممين من خلال اقتراح تصميمات أولية للمنتجات الصديقة للبيئة أو تعديل التصميمات بناءا على المعايير البيئية و / أو اعتبارات الجهات الفاعلة الأخرى في سلسلة القيمة الدائرية، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد في تصميم مواد جديدة لتحل محل الموارد غير المستدامة، مثل المواد الكيميائية الضارة.

كما يمكن أن يعزز هذا التصميم متانة المنتجات ويسهل إعادة التدوير في نهاية دورة حياة المنتج. مثال على ذلك هو مشروع `` تعدين متسارع " الذي استخدم الذكاء الاصطناعي لتطوير تركيبات جديدة من السبائك المعدنية التي تأخذ في الاعتبار مبادئ الاقتصاد الدائري مثل عدم السمية، والتصميم للاستخدام وإعادة الاستخدام، وتمديد فترة الاستخدام، كما يساعد الذكاء الاصطناعي أيضًا في التنبؤ بكيفية تغير المواد بمرور الوقت.((Huw Roberts and other, 2022, p04)

**ثانيًا،** فيما يتعلق بصيانة منتجات CE ، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لمراقبة المنتجات واتخاذ قرارات تعتمد على البيانات. إذ يمكن للأنظمة التي تعتمد على مستشعرات إنترنت الأشياء لجمع البيانات عن الوظائف، أن تساعد في ضمان طول عمر المنتجات من خلال فهم أداء المنتج وحالته في الوقت الفعلي تقريبًا. يمكن بعد ذلك استخدام هذه البيانات لاتخاذ قرارات بشأن أحد المنتجات مثل ما إذا كانت هناك حاجة إلى تدخلات وتحسين الأداء وإطالة عمر المنتج.

بشكل عام، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات التي تم جمعها على مدار دورة حياة المنتج إما لإجراء تحسينات في الكفاءة في الوقت الفعلي أو لتحديد ما إذا كان يجب إعادة استخدام المنتج المرتجع أو إعادة تصنيعه أو إعادة تدويره. مثلا منذ عام 2019 استخدمت Apple التعلم الآلي على الجهاز للتنبؤ بأنماط استخدام مستخدمي iPhone ، مما يسمح بشحن بطارية أكثر كفاءة، والتي تدعي أنها يمكن أن تطيل العمر الكيميائي وبالتالي عمر الهاتف الذكي الشهير.

**2.4.تسهيل الأعمال الدائرية:** يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتطوير نماذج أعمال دائرية مبتكرة، مثل التسعير الديناميكي المستند إلى الذكاء الاصطناعي. إذا تم بيع المنتجات كخدمة أو تسويق منتجات معاد تدويرها، فمن غير المحتمل أن يتم استخدام التسعير الموحد، نظرًا لتعدد المتغيرات التي تؤثر على سعر المنتج. كما أنه يرفع من القدرة التنافسية للأعمال الدائرية ، من خلال الجمع بين

البيانات الواقعية والتاريخية من المنتجات والمستخدمين، يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في زيادة تداول المنتجات واستخدام الأصول من خلال التنبؤ بالأسعار والطلب والصيانة وإدارة المخزون الذكية.

3.4. **تحسين البنية التحتية الدائرية:** يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في بناء وتحسين البنية التحتية اللوجستية العكسية المطلوبة "لسد الحلقة" على المنتجات والمواد من خلال تحسين عمليات فرز وتفكيك المنتجات وإعادة تصنيع المكونات والمواد المعاد تدويرها.( Ellen MacArthur Foundation,2019,p p 4-5)

**5.أخلاقيات تطبيق الذكاء الاصطناعي في الاقتصاد الدائري**

توجد مجموعة من الضوابط الأخلاقية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في الاقتصاد الدائري والتي تتمثل في النقاط التالية: (capitol technology University, 2023)

**1.5.التحيز والتمييز:** يتم تدريب أنظمة الذكاء الاصطناعي على كميات هائلة من البيانات، وتشكل تحيزات مجتمعية جزءًا لا يتجزأ من تلك البيانات. وبالتالي، يمكن أن تصبح هذه التحيزات متأصلة في خوارزميات الذكاء الاصطناعي، مما يؤدي إلى إدامة وتضخيم النتائج غير العادلة أو التمييزية في المجالات الحاسمة مثل التوظيف والإقراض والعدالة الجنائية وتخصيص الموارد. على سبيل المثال ، إذا كانت إحدى الشركات تستخدم نظام الذكاء الاصطناعي لفحص المتقدمين للوظائف من خلال تحليل سيرهم الذاتية فمن المحتمل أن يكون نظام الذكاء الاصطناعي هذا قد تم تدريبه على البيانات التاريخية للتعيينات الناجحة داخل الشركة. ومع ذلك ، إذا كانت البيانات التاريخية متحيزة ، مثل احتواء التحيز الجنساني أو العرقي، فقد يتعلم نظام الذكاء الاصطناعي هذه التحيزات ويديمها ، وبالتالي يميز ضد المرشحين الذين لا يتطابقون مع التعيينات التاريخية للشركة. أصدرت العديد من الوكالات الأمريكية مؤخرًا تحذيرات حول الكيفية التي تنوي بها صد التحيز في نماذج الذكاء الاصطناعي ومحاسبة المنظمات على إدامة التمييز من خلال منصاتها.

**2.5.الشفافية والمساءلة:** غالبا ما تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي في "الصندوق الأسود" ، حيث تقدم هذه الأنظمة تفسيرًا محدودًا لكيفية عملها وكيفية توصلها إلى قرارات معينة. في المجالات الحرجة مثل الرعاية الصحية أو المركبات ذاتية القيادة، تعد الشفافية أمرًا حيويا للتأكد من كيفية اتخاذ القرارات ومن يتحمل المسؤولية عنها. يُعد توضيح المساءلة أمرًا مهمًا بشكل خاص عندما ترتكب أنظمة الذكاء الاصطناعي أخطاءً أو تسبب ضررًا، مما يضمن إمكانية اتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة. لمكافحة تحديات الصندوق الأسود، يعمل الباحثون على تطوير ذكاء اصطناعي قابل للتفسير بشكل أفضل ، مما يساعد على تمييز عدالة النموذج ودقته وتحيزه المحتمل.

**3.5.الإبداع والملكية:** عندما يكمل الرسام لوحة ، فإنهم يمتلكونها. ولكن عندما ينشئ منشئًا بشريًا قطعة فنية رقمية عن طريق إدخال موجه نص في نظام ذكاء اصطناعي تمت برمجته بواسطة فرد أو

منظمة منفصلة، فليس الأمر واضحًا تماما. من يملك الفن الذي تم إنشاؤه بواسطة الذكاء الاصطناعي؟ من يستطيع تسويقها؟ من هو المعرض لخطر التعدي؟ لا تزال هذه المشكلة الناشئة تتطور مع تقدم الذكاء الاصطناعي بشكل أسرع مما يمكن للجهات التنظيمية مواكبة ذلك. نظرًا لأن المبدعين البشريين يبتكرون فنًا رقميًا من خلال أنظمة الذكاء الاصطناعي التي طورها آخرون ، فلا يزال من الضروري أن يوضح المشرعون حقوق الملكية ويقدمون إرشادات للتغلب على الانتهاكات المحتملة.

التلاعب الاجتماعي والمعلومات المضللة

الأخبار المزيفة والمعلومات المضللة والمعلومات المضللة شائعة في السياسة والأعمال التنافسية والعديد من المجالات الأخرى. يمكن استغلال خوارزميات الذكاء الاصطناعي لنشر هذه المعلومات المضللة والتلاعب بالرأي العام وتضخيم الانقسامات الاجتماعية. على سبيل المثال ، تقنيات مثل التزييف العميق ، القادرة على إنتاج محتوى سمعي بصري واقعي وملفق ، تشكل مخاطر كبيرة للتدخل في الانتخابات والاستقرار السياسي. اليقظة والتدابير المضادة مطلوبة لمواجهة هذا التحدي بشكل فعال.

**4.5.الخصوصية والأمان والمراقبة:** غالبا ما تتوقف فعالية الذكاء الاصطناعي على توافر كميات كبيرة من البيانات الشخصية. مع توسع استخدام الذكاء الاصطناعي، تنشأ مخاوف بشأن كيفية جمع هذه المعلومات وتخزينها واستخدامها. على سبيل المثال ، تستخدم الصين أدوات مثل تقنية التعرف على الوجه لدعم شبكة المراقبة الواسعة ، والتي يجادل النقاد بأنها تؤدي إلى التمييز والقمع ضد مجموعات عرقية معينة. في الذكاء الاصطناعي، يصبح الحفاظ على خصوصية الأفراد وحقوق الإنسان أمرًا بالغ الأهمية ، مما يستلزم ضمانات قوية ضد انتهاكات البيانات ، والوصول غير المصرح به إلى المعلومات الحساسة ، والحماية من المراقبة المكثفة.

**5.5.النزوح الوظيفي:** إن تقدم أتمتة الذكاء الاصطناعي لديه القدرة على استبدال الوظائف البشرية ، مما يؤدي إلى انتشار البطالة وتفاقم التفاوتات الاقتصادية. وعلى العكس من ذلك ، يجادل البعض بأنه في حين أن الذكاء الاصطناعي سيحل محل العاملين في مجال المعرفة – مثل الروبوتات التي تحل محل العمال اليدويين – فإن الذكاء الاصطناعي لديه القدرة على خلق وظائف أكثر بكثير مما يدمرها. تتطلب معالجة آثار الاستغناء عن العمل تدابير استباقية مثل برامج وسياسات إعادة التدريب التي تسهل الانتقال العادل للعمال المتضررين ، فضلاً عن أنظمة الدعم الاجتماعي والاقتصادي بعيدة المدى.

**6.5.أسلحة مستقلة:** تنشأ المخاوف الأخلاقية مع تطوير أسلحة مستقلة تعمل بالذكاء الاصطناعي. أسئلة المساءلة ، وإمكانية إساءة الاستخدام ، وفقدان السيطرة البشرية على قرارات الحياة والموت

تتطلب اتفاقيات وأنظمة دولية تحكم استخدام مثل هذه الأسلحة. يصبح ضمان النشر المسؤول أمرًا ضروريًا لمنع العواقب الوخيمة.

تتطلب معالجة القضايا الأخلاقية المحيطة بالذكاء الاصطناعي التعاون بين التقنيين وصانعي السياسات وعلماء الأخلاق والمجتمع ككل. يعد وضع لوائح قوية ، وضمان الشفافية في أنظمة الذكاء الاصطناعي ، وتعزيز التنوع والشمولية في التنمية ، وتعزيز المناقشات المستمرة جزءًا لا يتجزأ من النشر المسؤول للذكاء الاصطناعي. من خلال الانخراط بشكل استباقي في هذه المخاوف ، يمكننا تسخير الإمكانات المذهلة للذكاء الاصطناعي مع الحفاظ على المبادئ الأخلاقية لتشكيل مستقبل يكون فيه الذكاء الاصطناعي المسؤول اجتماعيًا هو القاعدة.

**6.الخاتمة:**

تعتبر الفرص المتاحة للذكاء الاصطناعي لتسريع الانتقال إلى الاقتصاد الدائري ليست خاصة بمجال محدد دون الآخر. حيث يمثل الجمع بين قوة الذكاء الاصطناعي ورؤية الاقتصاد الدائري فرصة مهمة، والتي لم يتم استغلالها بعد إلى حد كبير، لتسخير أحد التطورات التكنولوجية العظيمة في عصرنا لدعم الجهود الرامية إلى إعادة تشكيل الاقتصاد بشكل أساسي إلى اقتصاد متجدد ومرن، وتصلح على المدى الطويل.

سيكون خلق وعي وفهم أوسع لكيفية استخدام الذكاء الاصطناعي لدعم الاقتصاد الدائري أمرا ضروريا لتشجيع التطبيقات التي تمتد وتتجاوز مجالات التصميم الدائري وتشغيل نماذج الأعمال الدائرية وتحسين البنية التحتية الدائرية.

وبالتالي يمكن تطبيق الذكاء الاصطناعي على المهمة المعقدة المتمثلة في إعادة تصميم الشبكات والأنظمة بأكملها، مثل إعادة توصيل سلاسل التوريد وتحسين البنية التحتية اللوجستية العكسية العالمية في أي قطاع، ستكون هناك حاجة إلى التعاون بين أصحاب المصلحة المعنيين ودرجة من الرقابة لدعم هذه التطبيقات النظامية للذكاء الاصطناعي، مما يضمن إمكانية مشاركة البيانات بطريقة مفتوحة وآمنة، وأن الذكاء الاصطناعي يتم تطويره ونشره بطرق شاملة وعادلة للجميع .

**5. قائمة المراجع**


1. المجلس الوطني للذكاء الاصطناعي، (2021)، **الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي**، الإسكوا، مصر.
2. أحمد الفراني، سمر الحجيلي، (2020)، العوامل المؤثرة على قبول المعلم لاستخدام الذكاء الاصطناعي في التعليم في ضوء النظرية الموحدة لقبول واستخدام التكنولوجيا UTAUT ، "المجلة

العربية للعلوم التربوية والنفسية، العدد 04 ،المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر.

3. حمزة قده، إيمان كحيط، (13-14 ديسمبر 2022)، توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مكافحة الجرائم الالكترونية، المؤتمر العلمي الدولي الثالث حول: التكنولوجيا الرقمية من التأصيل إلى الابتكار مؤسسات التعليم العالي ومستقبل سوق العمل، جامعة أم القيوين – الامارات العربية المتحدة.
4. أم كلثوم جماعي، (2023)، واقع استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي وعلاقته بالتمكين الاداري من وجهة نظر موظفي شركة الاتصال أوريدو الجزائر، مجلة الاقتصاد الجديد، المجلد 14، العدد 01.
5. Circular economy, article available at: https://www.repsol.com/en/sustainability/circular-economy, 12/06/2023.
6. جميلة المير، كريم الجندي، هاجر خمليشي، (2021)، الاقتصاد الدائري في مدن منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: آفاق دائرية المواد وتحدياتها، مؤسسة فريدريش إيبرت، عمان–الأردن.
7. نبيل بن موسى، (2022)، دور الاقتصاد لدائري في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة التنويع الاقتصادي، جامعة عين تيموشنت، المجلد 03 العدد 01.
8. أحمد الكواز، (13-14 ديسمبر 2019)، الاقتصاد الدائري: المفهوم وبعض التطبيقات والمقترحات مع الإشارة إلى التجربة العربية، الملتقى العلمي الخامس عشر للجمعية العربية للبحوث الاقتصادية، "التنمية العربية بين التحديات الراهنة وآفاق الثورة الصناعية الرابعة"، بيروت.
9. فاتح غلاب،(2021)، الاقتصاد الدائري...مفاهيم وتجارب مختارة، مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد 08 العدد 02.
10. Simanta Shekhar Sarmah, (2019), Concept of Artificial Intelligence, its Impact and Emerging Trends, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 06 Issue: 11.
11. HAI(Stanford university),(2023), Artificial Intelligence Index Report 2023.
12. Parvin Mohmad, (2023), What is the Difference Between Strong and Weak AI?, available at: https://www.analyticsinsight.net/what-is-the-difference-between-strong-and-weak.**07/06/2023.**
13. Huw Roberts and other, (2022), Artificial intelligence in support of the circular economy: ethical considerations and a path forward, AI & SOCIETY.
14. Ellen MacArthur Foundation, (2019), Artificial intelligence and the circular economy - AI as a tool to accelerate the transition capitol technology University, 2023