ملف العدد :

دورالبيانات فى مواجهة التغيرات المناخية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

ا.د. أشرف عبد الفتاح درويش
استاذ علوم الحاسب - كلية العلوم - جامعة القاهرة
الملحق الثقافي بسفارة جمهورية مصر العربية بكازاخستان

ا.د. أبو العلا عطيفي حسانين
الأستاذ بكلية الحاسبات والذكاء الاصطناعي - جامعة القاهرة

الملخص:

إن تأثير تغير المناخ يهدد بالفعل الوجود البشري في جميع أنحاء العالم، وسيظل يمثل مشكلة رئيسية في القرن المقبل، بسبب آثاره طويلة المدى على التنمية المستدامة، وطبيعته الممتدة، والمعقدة، والعواقب الناجمه عنه مثل المخاطر البيئية والجفاف والتصحر.

وفي هذا هذا السياق، فقد قدم مجموعة من الباحثين المصريين والذين ينتمون إلى المدرسة العلمية البحثية في الجامعات المصرية كتابا عن دور علوم البيانات والذكاء الاصطناعى والتكنولوجيا الناشئة فى مقاومة ومجابهة التأثيرات الناجمه عن تغير المناخ، من خلال الاهتمام بعلوم البيانات والتقنيات الناشئة والابتكار والذكاء الاصطناعى لتقوم بدور رئيسي في الاستراتيجيات الوطنية والعالمية لمكافحة تحديات تغير المناخ، حيث يمكن أن تقدم هذه التقنيات حلولًا للتحديات الإنمائية المعقدة التي يسببها تغير المناخ، وقد جذبت علوم البيانات والتقنيات الرقمية والابتكارية الناشئة مثل الذكاء الاصطناعي، والتوائم الرقمية، وسلاسل الكتل، والطائرات بدون طيار، والحوسبة السحابية، وشبكات الاستشعار، اهتماماً كبيرًا في السنوات الأخيرة لمواجهة تحديات تغير المناخ وتقليل غازات الاحتباس الحراري وتأثيرها ،حيث يمكن للتقنيات الرقمية الناشئة تقديم حلول أكثر كفاءة وسرعة وفاعليه لاتخاذ القرار قبل وأثناء وبعد حدوث المخاطر نتيجة لتغير المناخ، وتقديم حلول مستدامة للعديد من التحديات البيئية والاجتماعية .

Abstract:

The impact of climate change is already threatening human existence worldwide, and will continue to be a major problem in the next century, not only because of its long-term effects on sustainable development, its expansive and complex nature, and its consequences such as environmental risks, drought, and desertification.

In this context, a group of Egyptian researchers who belong to the scientific research school in Egyptian universities presented a book on the role of data science, artificial intelligence and emerging technology in resisting and confronting the effects of climate change, through interest in data science, emerging technologies, innovation and artificial intelligence to play a role Key to national and global strategies to combat climate change challenges, As these technologies can offer solutions to the complex development challenges caused by climate change, data science and emerging digital and innovative technologies such as artificial intelligence, digital twins, block chain, drones, cloud computing, and sensor networks have attracted great interest in recent years to counteract Climate change challenges and the reduction of greenhouse gases and their impact, where emerging digital technologies can provide more efficient, rapid and effective solutions for decision-making before, during and after the occurrence of risks as a result of climate change, and provide sustainable solutions to many environmental and social challenges.

المقدمة:

يستخدم مصطلح تغير المناخ لوصف التغير في المناخ على مدى فترة زمنية بسبب الأنشطة والعادات والسلوك البشري ، وكذلك بعض الكوارث الطبيعية مثل الزلازل والبراكين، ونتيجة لذلك كان من الضرورى دعوة جمهورية مصر العربية إلى تنظيم مؤتمر تغير المناخ للوصول إلى الحلول المستدامة لهذه القضية التى يتعرض لها كوكب الأرض.

حيث سيمنح مؤتمر الأمم المتحدة COP27 2022 فرصاً لقادة العالم لاتخاذ الإجراءات والالتزامات والاستراتيجيات الهادفة والحلول العاجلة للحد من تأثير تغير

المناخ وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري للتحكم في درجات الحرارة العالمية، لقد توقعت العديد من الدراسات البحثية الحالية أنه إذا لم يتم اتخاذ إجراءات فورية لمعالجة آثار التغيرات المناخية ، فإن الآثار الناتجة عن ذلك قد تؤدي إلى نقص الغذاء والماء في العقود القادمة وكذلك التأثير على صحة البشر، نتيجة لذلك يتطلب الوضع الحالي استجابة سريعة من جميع الأطراف المشاركة في ابتكار واعتماد وتطبيق الخطوات الأساسية والتكيف للحد من هذه المخاطر المحتملة من خلال الاعتماد على علم البيانات والتكنولوجيا الناشئة والابتكارية ومنها الذكاء الاصطناعى.

ومن الجدير بالذكر أنه لإيجاد حلول مستدامة لهذه القضية آثار كبيرة على مستوي المجتمع الدولى والإقليمي والوطني والمحلي، فالحاجة الملحة لإيجاد حلول تعتمد على التكنولوجيا الحديثة ومن ثم فان مشكلات التنمية المستدامة سوف تتطلب إجراءات فعالة من الحكومات ورجال الصناعة وكذلك القطاع الخاص والمجتمع المدني.

وفى الوقت الراهن ، هناك اعتراف متزايد بأن علوم البيانات والتقنيات الناشئة والابتكار والذكاء الاصطناعى سوف تلعب دوراً رئيسياً في الاستراتيجيات الوطنية والعالمية لمكافحة تحديات تغير المناخ ، حيث يمكن أن تقدم هذه التقنيات حلولًا للتحديات الإنمائية المعقدة التي يسببها تغير المناخ،وفى هذا السياق ، فقد جذبت علوم البيانات والتقنيات الرقمية والابتكارية الناشئة مثل الذكاء الاصطناعي ، وإنترنت الأشياء ، والتوائم الرقمية ، و سلاسل الكتل ، والطائرات بدون طيار ، والحوسبة السحابية ، وشبكات الاستشعار ، اهتماماً كبيراً في السنوات الأخيرة لمواجهة تحديات تغير المناخ وتقليل غازات الاحتباس الحراري وتأثيرها .

ولقد شهد تأثير هذه التقنيات الحديثة على حياة الإنسان اهتماماً كبيراً في بعض المجالات المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته ومخاطره مثل الاعتماد على قطاع الطاقة الجديدة والمتجددة لتوليد الكهرباء ، ومراقبة الجودة البيئية والتنوع البيولوجي والزراعة واستدامة المياه واستدامة الطاقة. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن للتقنيات الرقمية الناشئة تقديم حلول أكثر كفاءة وسرعة وفاعليه لاتخاذ القرار قبل

وأثناء وبعد حدوث المخاطر نتيجة لتغير المناخ، لذلك يمكن أن توفر هذه التقنيات فرصة لتقديم حلول مستدامة للعديد من التحديات الاجتماعية المتعلقة بتغير المناخ، كما يمكن لعلوم البيانات والتقنيات الرقمية الناشئة والمبتكرة والتحول الرقمى وتقنيات الذكاء الاصطناعى أن تلعب دوراً في تحسين طرق مواجهة المخاطر الطبيعية المرتبطة بالاحتباس الحرارى ، وتقليل الانبعاثات وتعزيز قدرة البشر على اتخاذ الخطوات اللازمة لتحقيق أغراض النمية المستدامة.

وفى هذا السياق، فقد قدم مجموعة من الباحثين المصريين والذين ينتمون إلى المدرسة العلمية البحثية في الجامعات المصرية كتابا عن دور علوم البيانات والذكاء الاصطناعى والتكنولوجيا الناشئة فى مقاومة ومجابهة التأثيرات الناجمه عن تغير المناخ، وقد تم نشر هذا الكتاب مع أحد الناشرين الدوليين والمتميزين على مستوى العالم وهى دار النشر الدولية شبرنجر.

يتضمن الكتاب العديد من الموضوعات الهامة ،حيث يتضمن الجزء الأول تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بأزمات الفيضانات بناءً على تقنيات التعلم الآلي ، وتأثير تغير المناخ على انبعاثات الرحلات الجوية للطيران الأخضر ، والتنبؤ بمؤشر جودة المياه باستخدام تقنيات التعلم الآلي ، وتأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة النفايات لتغير المناخ وأخيراً عرض نموذج قائم على التعلم الآلي للتنبؤ بدرجة الحرارة في ظل تأثيرات تغير المناخ.

اما يتعلق الجزء الثاني فيستعرض دور التقنيات الناشئة في قطاع الصناعة والطاقة، والذى يتضمن التنبؤ بانبعاثات السيارات بناءً على تقنيات الذكاء الاصطناعي ، كما يقدم إطاراُ لدعم عملية اتخاذ القرار للتنبؤ بالطاقة الكهروضوئية المتجددة، و كيفية اعتماد الإنترنت على شبكات الاستشعار لإدارة الطاقة النظيفة ، و استخدام تقنية التوأمة الرقمية فى قطاع إدارة الطاقة ، و استعراض حالة دراسة تستند إلى إنترنت الأشياء لتصميم نموذج التنبؤ بالأوزون للتخفيف من تأثير تغير المناخ وأخيراً استخدام التقنيات الناشئة من أجل الطاقة الصفرية المستدامة في المباني باستخدام التحسين متعدد المراحل في مصر.

ويشيرالجزء الثالث لتطبيقات التقنيات الناشئة في مجال الزراعة،ويتضمن كيفية التنبؤ بالمحاصيل اعتماداُ على العوامل المناخية المختلفة وخصائص التربة وذلك باستخدام النظم الذكية، كما تم تقديم نموذج توصية ذكي للمحاصيل الاستراتيجية في مصر باستخدام تقنيات التعلم العميق ، وتطبيق نظام دعم القرار القائم على البيانات لنظام المياه الذكي لمشاكل تغير المناخ وأخيراً تم عرض دور الذكاء الاصطناعي في تصميم نظم إدارة المياه للري الذكى في الزراعة.

وفى النهاية يقدم الجزء الرابع والأخير فى هذا الكتاب بعض تطبيقات التقنيات الناشئة في قطاع الرعاية الصحية لمعالجة مشاكل تغير وأثار التغيرات المناخية، كما يشمل أيضاُ تأثير تغير المناخ على عودة ظهور الملاريا واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي للحد من هذه المخاطر الناجمة عن التغيرات المناخية.

حيث يعد " استخدام التوأمة الرقمية Digital Twins فى إدارة أنظمة الطاقة طفرة تكنولوجية لمواجهة تحديات تغير المناخ"، و تساعد الباحثين والعلماء على تطوير حلول علمية لمستقبل الكوكب ونمذجة الحلول للمشاكل التي يسببها تغير المناخ، إلى جانب الذكاء الاصطناعي ، ويمكن أن تقوم التوأمة الرقمية بمراقبة آلية للمخاطر والتهديدات المناخية، أو النظام البيئي أو التهديدات التي يتعرض لها التنوع البيولوجي، حيث يمكنها فهم التحديات والخيارات لتحقيق أهداف التنمية المستدامة المختلفة والاتفاقيات البيئية المتعددة الأطراف الخاصة بالتغيرات المناخية والتى يلتزم بها العديد من دول العالم. ومع ذلك ، وهناك العديد من التحديات لمراقبة حالة الكواكب في الوقت الفعلي، بما في ذلك تكلفة بناء توأم رقمي قابل للتشغيل البيني للأرض والأنظمة الفرعية المكونة له والتي يمكن أن تسمح بمراقبة العلاقات البيئية والمناخية المعقدة والتحكم فيها ونمذجتها.

ومن ثم فإن فكرة استخدام التوائم الرقمية في المناخ تعتمد على أنه يمكن إعادة إنشاء / تكرار نظام مادي أو عملية أو كائن في العالم الرقمي مثل مصانع الكربون، ثم تعريضه لمجموعة من الظروف والسيناريوهات والمخاطر،و يمكن تحليل تأثير هذه

التبادلات في العالم الرقمي لفهم النتائج المختلفة التي يمكن تحقيقها على الكائن الفعلى لذلك يمكن تطوير تقنيات الحلول لتقليل انبعاثات الكربون، فعلى سبيل المثال ، يخطط الاتحاد الأوروبي لتصميم "توأم رقمي للكوكب" يحاكي الغلاف الجوي والمحيطات والجليد والأرض بدقة عالية ويوفر تنبؤات بالفيضانات والجفاف والحرائق وما إلى ذلك، بالإضافة إلى التعرف على السلوك البشري ، وتمكين صناع القرار والحكومات من رؤية تأثير الأحداث المناخية وتغير المناخ على المجتمع وقياس تأثير السياسات المناخية المختلفة.

ويعتبر الترابط بين العالم المادي للمناخ مع تقنيات التوأمة الرقمية والميتافرس Metaverse فرصة استثمارية جيدة حيث يعمل العالم ويتعاون من أي مكان للحد من تأثير التغيرات المناخية المختلفة، و نظراً لأن حجم البيانات فى الوقت الراهن ولذلك ظهر مفهوم البيانات الضخمة ، وهنا يأتي دور التكامل بين التوأمة الرقمية والذكاء الاصطناعي في التعامل مع هذه البيانات الضخمة ومحاولة فهم مضمونها، وبناء وتصميم البرامج التي تقلل من انبعاثات الكربون،فإن تطبيق التكنولوجيا الرقمية المزدوجة على قضايا تتعلق بالمناخ مثل مصانع الأسمنت ومصانع البتروكيماويات والسيارات والطائرات وما إلى ذلك، هي عملية لتزويد صانعي القرار برؤى قابلة للتنفيذ تمكنهم من إجراء تحسينات على الأشياء المرتبطة بالمناخ، وبالتالي تقليل انبعاثات الكربون.

ومع بداية الثورة الصناعة الرابعة والصعود السريع للرقمنة ، تتقدم التقنيات المختلفة بمعدلات سريعة ، وتنشأ العديد من الفوائد ووالمزايا مع التحسينات المهمة في التوأمة الرقمية والتقنيات المصاحبة لها من أجل مواجهة التحديات المناخية،وفي السنوات الأخيرة وتم استخدام التوأمة الرقمية للأغراض الصناعية و بعض التطبيقات الأخرى مثل المدن الذكية والفضاء والرعاية الصحية، فقد تم تصميم التوأمة الرقمية بشكل أساسي في مجالات الفضاء والملاحة الفضائية، و في ظل التطورات الجديدة في تقنيات البنية التحتية ،حيث توجد الآن إمكانية لإنتاج أجهزة استشعار أرخص يمكنها

جمع البيانات في الوقت الحقيقى،حيث تعتمد التوأمة الرقمية على ثلاثة مكونات أساسية: روابط البيانات والمعلومات ، والمنتج المادي الموجود في بيئة العالم الحقيقي التي تتم مراقبته بشكل صحيح ، والمنتج الافتراضي الموجود في الفضاء الإلكترونى،فلقد تم استخدام تقنية التوأمة الرقمية من خلال وكالة الفضاء الأمريكية NASA، و لقد اقترح برنامج أبولو فكرة التوأمة الرقمية ، والتي تضمنت إمكانية بناء مركبة فضائية حقيقية لتكرار نموذج المركبة الفضائية الأصلي بشكل واقعي،و في هذه الحالة تكون المركبة الفعلية التي تقوم بمهمة فضائية مرادفة للمركبة التي تبقى على المحطة الأرضية.

ويمكن استخدام مصطلحات مثل "الظل الرقمي" Digital Shadow و"النموذج الرقمي" Digital Model و"التوأم الرقمي" Digital Twins أثناء العمل باستخدام تقنية التوأمة الرقمية،وهنا نود توضيح الفرق بين هذه التقنيات الثلاثة:

- فالظل الرقمي هو نسخة رقمية طبق الأصل من كائن أو شئ مع تدفق البيانات من هذا الكائن المادي إلى التمثيل الافتراضي في اتجاه واحد.
- بينما النموذج الرقمي هو تمثيل رقمي أو نسخة طبق الأصل من عالم حقيقي أو شيء مخطط له. الشيء المادي والنموذج غير قادرين على التواصل مع بعضهما البعض.
- وأخيرا ، يستخدم التوأم الرقمي عندما تتدفق البيانات بين شيء مادي موجود وكائن رقمي. أي تغيير في الكائن المادي يؤثر على الكائن الرقمي والعكس صحيح.

وفيما يلي عرض عدد من التطبيقات الهامة فى مجال إدارة الطاقة وذلك باستخدام التوأمة الرقمية ومنها :

١. تقليل انبعاثات الكربون

هناك أربع عناصر تساهم في الانبعاثات الكربونية وهى : النقل ، المبانى السكنية ، البيئة والبنية التحتية، لذلك تم إنشاء المدن منخفضة الكربون كاستجابة للحاجة

المتزايدة لتقليل انبعاثات الكربون وتقليل آثار تغير المناخ في المناطق السكنية،وفي هذا السياق يتم استخدام التوأمة الرقمية بشكل متكرر لمحاكاة الأنظمة المعقدة ، والتي ترتبط بقدرات التوأمة الرقمية في النمذجة عالية الدقة،و يغطي هذا مجموعة متنوعة من التطبيقات المختلفة مثل إدارة الشحن الذكي وتخطيط الطاقة في المناطق الحضرية وتحسين كفاءة الطاقة مع الحفاظ على مستوى النشاط الاقتصادي المعروف أو زيادته ، حيث تعمل المدينة منخفضة الكربون لتقليل استخدام الطاقة،و من أهم مزايا استخدام التوأمة الرقمية والتطورات التكنولوجية الحديثة ذات الصلة المستخدمة في المدن هى التأكد من تقليل إنتاج الكربون بقدر الإمكان ، والتحذير من السلوكيات عالية الانبعاث ، والحد من انبعاثات الكربون الناتجة عن الصناعة والاقتصاد وأخيراُ مراقبة الاستهلاك غير العادي للطاقة.

٢. وسائل النقل الكهربائية

تُستخدم المحركات الكهربائية عادةً في السيارات الكهربائية لتوفير الدفع في نظام تخزين الطاقة الفعال ، ويمكن شحن المكثفات الفائقة وبطاريات Li-ion ، بالطاقة الشمسية ، التي تشغل هذه المحركات، بالإضافة إلى ذلك في السيارات الهجينة يمكّن استخدام المحركات الكهربائية والبطاريات فى محركات الاحتراق الداخلي للعمل بكفاءة أكبر وانبعاث ملوثات أقل لظاهرة الاحتباس الحراري، و في النقل الخفيف تمتلك المركبات التي تعمل بالبطاريات بالفعل قدرة أكبر بكثير من المركبات قصيرة المسافة التي تعمل بالبنزين والوقود الحيوي،ويسمح هذا باستخدام التوأمة الرقمية في مجموعة متنوعة من التطبيقات ، مما يسرع من تطوير النقل الكهربائي.

ومن مزايا استخدام التوأمة الرقمية فى مجال النقل الكهربائى التوافق مع خوارزميات تخطيط المسارات ، قابلية أفضل للنمذجة البيئة و التحسين في الوقت الفعلي لاستخدام طاقة المرور، ومن الجدير بالذكر هنا أن جمهورية مصر العربية بدأت فى تصميم شبكة قومية للنقل الكهربائى بمواصفات عالمية وجارى استكمال هذه الشبكات فى الوقت الراهن وسوف تكون جاهزة للاستخدام فى القريب العاجل.

٣. الشبكات الذكية

يشير مصطلح "الشبكة الذكية" "Smart Grid" إلى الشبكة التي تستخدم تكنولوجيا الكمبيوتر لتعزيز الاتصال والأتمتة والتواصل بين شبكات الطاقة،حيث تستفيد الشبكات الذكية بالفعل من تقنيات مثل معالجة البيانات الضخمة "Big Data Processing" والحوسبة السحابية "Cloud Computing" والتعلم المعزز "Reinforcement Learning"،و يجب أن تدمج الشبكات الذكية أيضًا مصادر الطاقة المتجددة و غير المتجددة لتقليل المخاطر البيئية وتحسين الاستدامة،ولهذا يمكن لأجزاء مختلفة من الشبكة الذكية الاستفادة من التوأمة الرقمية وقدرتها على تتبع دورة الحياة الكاملة للشبكة الذكية.

حيث تتمكن التوأمة الرقمية أيضاُ من استخدام بعض التطبيقات لتحسين نقاط قوتها والبناء عليها بشكل أفضل. من الأمثلة على ذلك بناء نموذج لبنية الشبكة الذكية ، وتجميع البيانات في شبكة ذكية ، وتصميم العدادات الذكية ، وتحليل بيانات العدادات الذكية.

٤. التوأمة الرقمية في قطاع طاقة الرياح

أتاح تطوير التوأمة الرقمية كتكنولوجيا متطورة فى تصميم ومراقبة وتوقع أداء توربينات الرياح، ومن ثم هدفت كمجموعة من عمليات التصميم الديناميكي التي لها آثار على كيفية معالجة طاقة الرياح وتطويرها .

٥. التوائم الرقمية لأغراض الإضاءة الداخلية

لقد أصبح تعزيز كفاءة تحويل الطاقة لأنظمة الإضاءة مجال دراسة هام للحفاظ على الطاقة في المباني السكنية وضمن معايير ضمان جودة الإضاءة،حيث تعد أجهزة الاستشعار عن بعد ومصابيح LED حالياً أكثر التقنيات التى تستخدم فى توفير الطاقة وأكثرها شيوعاً لأنظمة الإضاءة ، لتحل محل التحكم اليدوي في تبديل المصابيح الفلورسنت، كما يمكن أن تقلل هذه الاستراتيجيات بشكل كبير من استخدام طاقة نظام الإضاءة.

ولحل أوجه القصور في أنظمة الإضاءة الحالية، تم التركيز بشكل أكبر على دمج أنظمة الإضاءة الذكية في الأماكن المغلقة ،وذلك لإجراء تحكم ذكي أكثر بهدف تحسين قدرة الإضاءة على التواصل مع البيئة المحيطة، حيث بدأ العديد من الباحثين في ربط أجهزة الاستشعار بإنترنت الأشياء (IoT). مع ظهور التوأمة الرقمية ، فقد اكتسبت مكانة هامة ويُنظر إليها الآن على أنها عامل تمكين حاسم للتحول إلى الثورة الصناعة الرابعة ٤,٠.، حيث يمكن من خلاله أن تمثل التوأمة الرقمية بيئة فعلية في تكرار العمليات المترابطة التي تحدث طوال دورة حياة البيئة بأكملها في الوقت الحالي ، حيث تم إجراء العديد من دراسات توفير الطاقة التي تركز على مصادر الضوء وأنظمة التحكم بنتائج جيدة.

٦. التوأمة الرقمية لمحطات توليد الطاقة بالوقود الأحفوري

يجري حالياً متابعة الفرص التي توفرها تطبيقات التوأمة الرقمية لمحطات الطاقة من قبل قطاع الطاقة،و يمكن أن تؤدي تقنيات الرقمنة والمحطات المتصلة التي تستفيد من التوأمة الرقمية من الانتقال السريع لنظام الطاقة وتقليل تأثير دورة المصانع إلى تحسين المرونة التشغيلية لمحطات الطاقة.

٧. التوأمة الرقمية لمحطات الطاقة النووية

تستخدم التوأمة الرقمية شبكة من النماذج المترابطة متعددة المقاييس للقيام بالعديد من العمليات مثل عمليات التفتيش والمراقبة أثناء الخدمة وعمليات التفتيش بعد إيقاف التشغيل ومراقبة تخزين النفايات في الموقع وغيرها،حيث يتم تحديد واستكشاف تنفيذ التوأمة الرقمية ، مع التركيز على التطورات المستقبلية في الحوسبة الفائقة ،و لقد ظهر تطبيقات التوأمة الرقمية في مفاعلات الطاقة النووية.

وختاماُ يمكن القول أن التغيرات المناخية تحدث بسبب العمليات الطبيعية المتأثرة بالتغيرات البيئية والسلوك البشري، فتغير المناخ أمر لا مفر منه، ولكن علينا أن نتعامل معه من خلال إيجاد الحلول والأليات والاستراتيجيات التي توفر وتعزز أهداف التنمية المستدامة للأجيال القادمة.