الاصدار الرابع عشر يوليو 2026

استدامة

من «الضبعة» النووية إلى «نُوفّي»..

"مصر تفتح الطريق أمام عصر الطاقة النظيفة"

www.csregypt.com

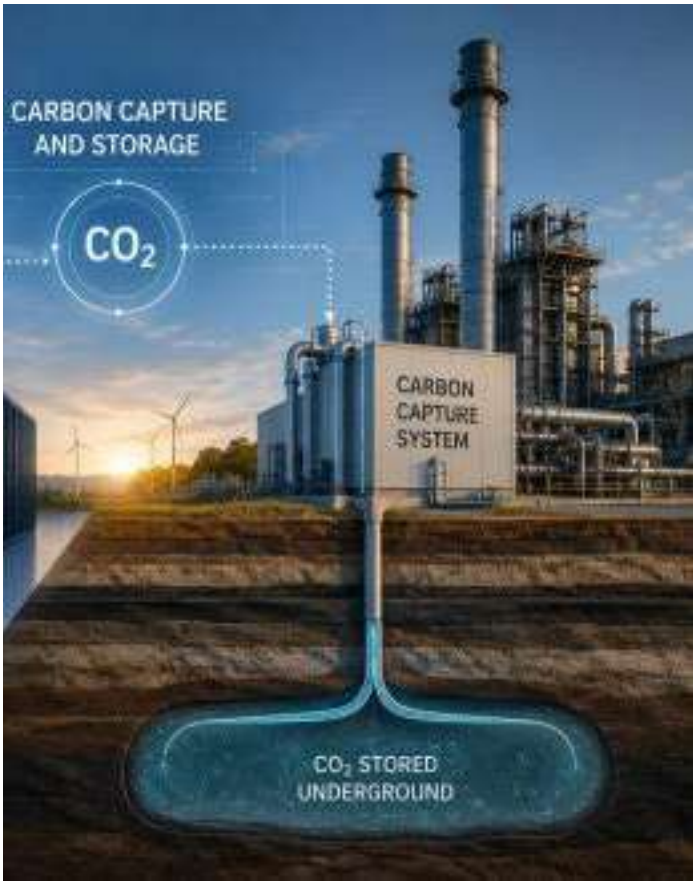
3 مصر تقترب من إنتاج الكهرباء نوويًا.. محطة الضبعة تدخل مرحلة جديدة من الإنجاز

7 البنك الأوروبي لإعادة الإعمار يبرز برنامج «نُوفّي» في مصر كنموذج ناجح للتحول إلى الطاقة النظيفة

9 الوظائف الخضراء والذكاء الاصطناعي.. تحالف يُعيد تعريف سوق العمل بحلول ٢٠٣٠

13 دلتا إيرلاينز توسع استخدام وقود الطيران المستدام في خمسة مطارات أمريكية بموجب اتفاق مع شل

14 مارس تخفض انبعاثاتها بنسبة ١٦,٩٪ وتحقق تشغيلا كاملا بالطاقة المتجددة في جميع عملياتها بالولايات المتحدة



16 الأمم المتحدة: الذكاء الاصطناعي يساعد في خفض انبعاثات الميثان بما يعادل إزالة ٢٤ مليون مركبة من الطرق

18 جوجل توسع جهودها المناخية: ١٢ جيجاوات من الطاقة النظيفة وإزالة ٥٨ مليون طن من الكربون

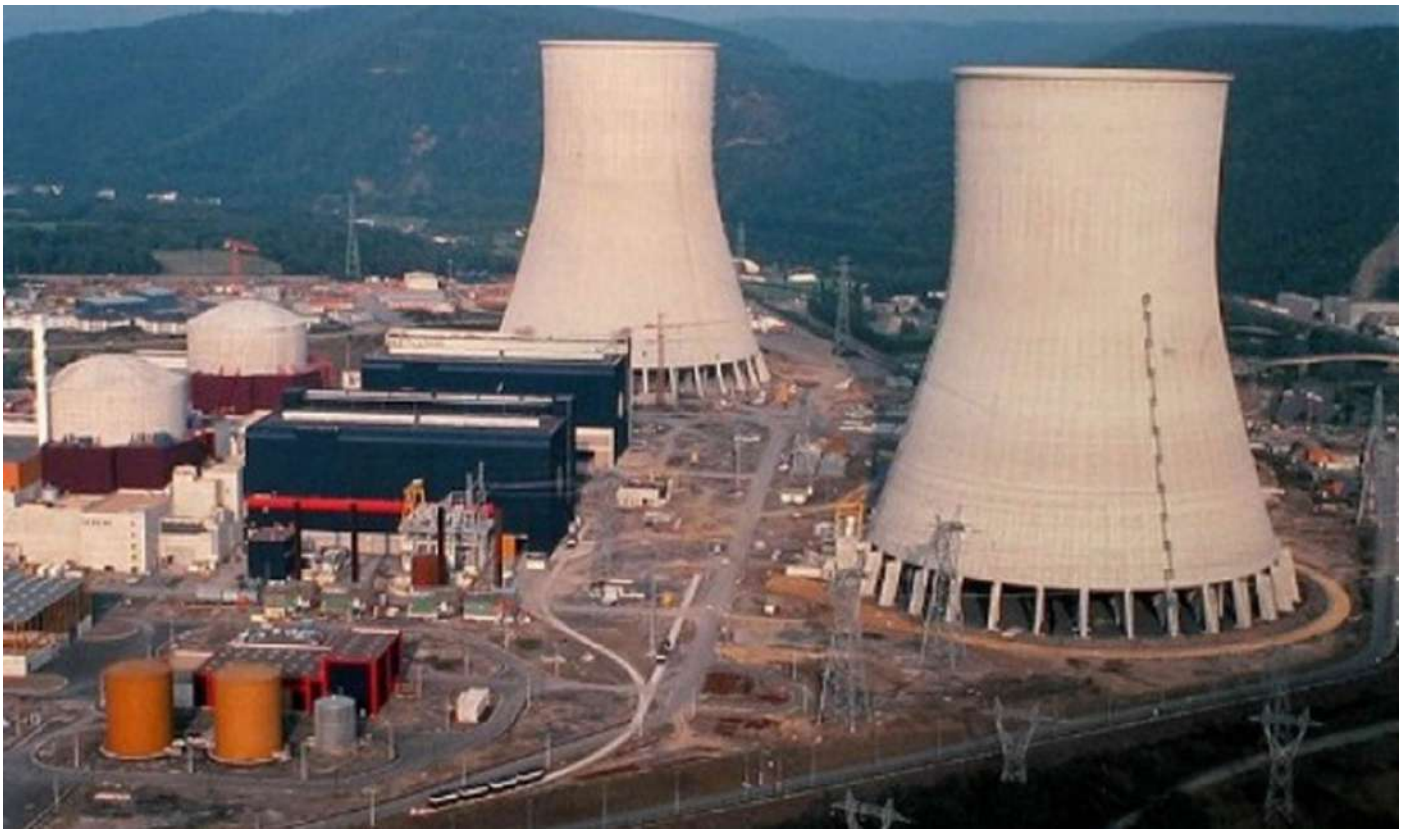
21 دراسة حديثة : يمكن خفض أكثر من ٩٠٪ من انبعاثات مراكز بيانات الذكاء الاصطناعي

23 اقتصاد الكربون.. عندما أصبح خفض الانبعاثات فرصة استثمارية

29 من الألواح إلى التوربينات.. التكنولوجيا تقود ثورة ذكية في قطاع الطاقة المتجددة

مصر تقترب من إنتاج الكهرباء نوويًا.. محطة الضبعة تدخل مرحلة جديدة من الإنجاز

كتب /خالد الديب



في وقت تتسابق فيه دول العالم لإعادة تشكيل خريطة الطاقة، تخطو مصر خطوة جديدة نحو بناء مستقبل أكثر تنوعًا واستدامة من خلال مشروع محطة الضبعة النووية، أحد أكبر المشروعات الاستراتيجية في تاريخ قطاع الكهرباء، ومع اقتراب تشغيل أولى وحدات المحطة، تتحول رؤية مصرية امتدت لعقود إلى واقع ملموس، يعزز أمن الطاقة، ويدعم تنويع مصادر إنتاج الكهرباء، ويعتمد على مصدر منخفض الانبعاثات.

وتبلغ القدرة الإجمالية للمحطة ٤٨٠٠ ميجاوات، من خلال ٤ مفاعلات نووية بقدرة ١٢٠٠ ميجاوات لكل مفاعل، من طراز «VVER-١٢٠٠»، وهي مفاعلات تنتمي إلى الجيل الثالث المطور، وتتميز بمستويات مرتفعة من الأمان والكفاءة التشغيلية.

تركيب وعاء ضغط المفاعل الثاني

وشهد المشروع مؤخرًا محطة جديدة في مسار التنفيذ، مع تركيب وعاء ضغط مفاعل الوحدة الثانية بمحطة الضبعة النووية، في خطوة تعكس استمرار الأعمال وفق الجداول الزمنية المحددة.

وأكد الدكتور مصطفى مدبولي، رئيس مجلس الوزراء، أن مشروع محطة الضبعة النووية يواصل تحقيق معدلات تنفيذ متقدمة، مشيرًا إلى أن الوحدة النووية الثانية ستدخل حيز التشغيل بنهاية عام ٢٠٢٨.

وقال مدبولي، في مؤتمر صحفي بعد اجتماع الحكومة الأسبوعي، إنه شهد تركيب وعاء ضغط المفاعل للوحدة النووية الثانية، مؤكدًا أن «الوحدة ستدخل حيز التنفيذ نهاية عام ٢٠٢٨».

وأوضح رئيس مجلس الوزراء أن الحكومة تواصل عقد اجتماعات مكثفة لتأمين احتياجات الدولة من الطاقة، لافتًا إلى استقرار الأوضاع خلال فصل الصيف، في إطار خطة الدولة لتعزيز أمن الطاقة وتنويع مصادرها.

وزير الكهرباء: المشروع يتحرك وفق جدول زمني محدد

من جانبه، أكد الدكتور محمود عصمت، وزير الكهرباء والطاقة المتجددة، أن تركيب وعاء ضغط مفاعل الوحدة الثانية يمثل محطة جديدة في مسار تنفيذ المشروع النووي المصري، مشيرًا إلى أن العمل يجري وفق جدول زمني محدد يعكس التقدم المستمر في تنفيذ المحطة.

وقال عصمت، خلال كلمته في حفل تركيب وعاء ضغط المفاعل للوحدة الثانية: «بالأمس القريب ركبنا وعاء ضغط المفاعل للوحدة الأولى لمحطة الضبعة، واليوم نشهد تركيب وعاء ضغط مفاعل الوحدة الثانية، وفي الغد سنستقبل الوقود النووي، وبعدها تكتمل مراحل البناء لنرى هذا الصرح يعمل بطاقته ويضيء حاضرنا ومستقبلنا».

وأكد وزير الكهرباء أن المشروع النووي يشهد تقدمًا متواصلًا وفق الخطط الزمنية الموضوعة، بما يدعم استراتيجية الدولة لتنويع مصادر الطاقة وتعزيز أمنها، مشددًا على أن تنفيذ المحطة يتم وفق أعلى المعايير الفنية والهندسية، وصولًا إلى تشغيلها ودخولها الخدمة خلال المراحل المقبلة.

جروسي: مصر لديها أكبر برنامج نووي سلمي في أفريقيا

وفي السياق ذاته، أكد رافائيل جروسي، المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية، أن مصر حققت إنجازًا كبيرًا في مسار تنفيذ محطة الضبعة للطاقة النووية، مثمنًا جهود القيادة السياسية لإنجاز المشروع قبل الموعد المحدد.

وأعرب جروسي، خلال كلمته، في حفل تركيب وعاء ضغط المفاعل للوحدة الثانية بمدينة الضبعة، عن سعادته بالمشاركة في الاحتفالية، قائلًا: «إن الاحتفال اليوم يعد لحظة فارقة في التاريخ المصري للطاقة النووية».

وأوضح أن مصر أصبح لديها «أكبر برنامج نووي سلمي في أفريقيا، يمثل واحدًا من أهم البرامج النووية في العالم أجمع»، لافتًا إلى أن هذا الإنجاز تحقق بفضل ما تمتلكه مصر من علم وخبرة في مجال الطاقة النووية، فضلًا عن حصولها على العديد من الجوائز العالمية.

حلم تحول إلى مشروع عملاق

من جهته، قال الدكتور علي عبد النبي، نائب رئيس هيئة المحطات النووية الأسبق، إن مصر سعت منذ عقود طويلة إلى إنشاء محطة نووية لتوليد الكهرباء، باعتبارها أحد أحلام الدولة المصرية، مشيرًا إلى أن هذا الحلم لم يعد مجرد فكرة أو طموح، بل أصبح مشروعًا عملاقًا قائمًا على أرض الواقع.

وأضاف عبد النبي، في تصريحات تليفزيونية، أن ملامح مشروع محطة الضبعة النووية تتشكل خطوة تلو الأخرى، موضحًا أن المحطة تقع على الساحل الشمالي الغربي لمصر، وأن تركيب وعاء ضغط مفاعل الوحدة النووية الثانية يمثل إحدى أهم المحطات الهندسية والتنفيذية في عمر المشروع.

وأوضح أن فكرة إنشاء المشروع تعود إلى منتصف خمسينيات القرن الماضي، حين كانت القيادة السياسية تتطلع إلى الحصول على التكنولوجيا النووية وتوطينها في الصناعات المصرية، بما يسهم في الارتقاء بالصناعة الوطنية.

وأشار إلى أن إنشاء هيئة الطاقة الذرية أسهم في بناء قاعدة علمية تضم تخصصات متعددة، تخدم مجالات الزراعة والإنتاج الحيواني والطب والهندسة والكيمياء وغيرها، بما دعم امتلاك مصر للخبرات اللازمة في مجال الاستخدامات السلمية للطاقة النووية.

٣٥ مليار كيلووات/ساعة سنويًا

في نفس السياق، أكد المهندس أيمن هيبة، رئيس شعبة الطاقة المتجددة بالغرفة التجارية، أن محطة الضبعة النووية تمثل أحد أهم المشروعات القومية الاستراتيجية وخطوة محورية نحو تحقيق أمن الطاقة في مصر، من خلال تنويع مصادر إنتاج الكهرباء وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

وأوضح، في تصريحات تليفزيونية، أن المحطة تضم ٤ وحدات نووية، بقدرة ١٢٠٠ ميجاوات لكل وحدة، بإجمالي قدرة إنتاجية تصل إلى ٤٨٠٠ ميجاوات، ومن المتوقع أن توفر نحو ٣٥ مليار كيلووات/ساعة من الكهرباء سنويًا، بما يسهم في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة ودعم خطط التنمية الاقتصادية.

وأشار إلى أن المشروع يتمتع بجدوى اقتصادية كبيرة، موضحًا أن الحكومة أعلنت إمكانية استرداد تكلفة إنشاء المحطة خلال نحو ١٢ عامًا، بفضل الوفر الناتج عن تقليل استهلاك الوقود التقليدي، إلى جانب تعزيز استدامة قطاع الطاقة.

وأضاف أن محطة الضبعة ستسهم في تنويع مزيج الطاقة المصري من خلال توفير مصدر مستقر للكهرباء يعمل على مدار العام، فضلًا عن دورها في خفض الانبعاثات الكربونية ودعم التوجه نحو الاقتصاد الأخضر.

مفاعلات من الجيل الثالث المطور

وتعتمد محطة الضبعة على مفاعلات روسية من طراز «VVER-١٢٠٠»، وهي من مفاعلات الجيل الثالث المطور، التي تتميز بمستويات مرتفعة من الأمان والكفاءة التشغيلية.

ويشهد المشروع تقدمًا ملحوظًا في أعمال التنفيذ، بالتزامن مع تركيب مكونات الوحدة الثانية، واستمرار الاستعدادات الخاصة بتشغيل الوحدة الأولى وبدء إنتاج الكهرباء وربطها بالشبكة القومية.

حلم طاقة نووية بدأ منذ خمسينيات القرن الماضي

يمثل مشروع محطة الضبعة

تتويجًا لجهود مصر الممتدة منذ مطلع خمسينيات القرن الماضي لإدخال الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، في إطار رؤية تستهدف امتلاك مصادر متنوعة للطاقة، وتحقيق تنمية اقتصادية مستدامة، ومواجهة تداعيات التغيرات المناخية.

وجاءت الخطوة الحاسمة في ١٩ نوفمبر ٢٠١٥، عندما وقعت مصر وروسيا اتفاقية إقامة أول محطة نووية لتوليد الكهرباء في أرض الضبعة، بحضور الرئيس عبد الفتاح السيسي ونظيره الروسي فلاديمير بوتين، على أن تتولى شركة «روساتوم» الروسية تنفيذ المشروع باعتبارها المقاول الرئيسي.

وتضم المرحلة الأولى من المشروع ٤ مفاعلات، بإجمالي قدرة إنتاجية تصل إلى ٤٨٠٠ ميجاوات، وبتكلفة إجمالية تبلغ نحو ٣٠ مليار دولار، وحددت هيئة المحطات النووية هذا التاريخ من كل عام عيدًا وطنيًا للطاقة النووية في مصر.

وفي نوفمبر ٢٠١٧، وقعت العقود الرئيسية الخاصة ببناء الوحدات الأربع، لتبدأ بعدها الأعمال التحضيرية والإنشائية للمشروع، الذي تحول تدريجيًا من حلم طال انتظاره إلى واقع تشهده أرض الضبعة.

وبعد نحو ١١ عامًا على توقيع الاتفاقية المصرية الروسية لإنشاء محطة الضبعة النووية، انتقل المشروع من مرحلة التخطيط والتعاقد إلى مراحل متقدمة من التنفيذ، مع تركيب المكونات الرئيسية للمفاعلات والاستعداد لتشغيل الوحدة الأولى، فيما تستهدف الحكومة دخول الوحدة الثانية الخدمة بنهاية عام ٢٠٢٨.

ومع استكمال تنفيذ الوحدات الأربع، ستدخل الطاقة النووية للمرة الأولى ضمن مصادر الكهرباء المنتجة في مصر، بقدرة إجمالية تصل إلى ٤٨٠٠ ميجاوات، في إطار خطة الدولة لتنويع مزيج الطاقة وتعزيز أمن الإمدادات الكهربائية.

البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية يسلّط الضوء على برنامج «نُوفّي» في مصر كنموذج ناجح للتحول إلى الطاقة النظيفة

كتب / محمد الغباشي

الاستثمارات تتجاوز ٥ مليارات دولار بقدرات تبلغ ١٠ جيجاوات

سلّط البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) الضوء على البرنامج الوطني المصري «نُوفّي» (الربط بين المياه والغذاء والطاقة – NWFE) باعتباره أحد أبرز النماذج الرائدة في التحول إلى الطاقة النظيفة، مشيدًا بما حققه من تقدم كبير في نشر مشروعات الطاقة المتجددة، وتحديث شبكة الكهرباء، وتعزيز استثمارات القطاع الخاص.

وجاء البرنامج كدراسة حالة في أحدث تقرير للأثر الصادر عن البنك، حيث أشار إلى نجاحه في تأمين اتفاقيات شراء طاقة لمشروعات الرياح والطاقة الشمسية بإجمالي قدرات تتجاوز ١٠ جيجاوات، إلى جانب استكمال استثمارات تزيد قيمتها على ٥ مليارات دولار، بما يعزز مكانة مصر كواحدة من أسرع أسواق الطاقة المتجددة نموًا في المنطقة.

دفع مسيرة التحول في قطاع الطاقة

أُطلق برنامج «نُوفّي» خلال مؤتمر الأمم المتحدة للمناخ COP٢٧ الذي استضافته مدينة شرم الشيخ، ويُعد المنصة

الوطنية الرئيسية لمصر لخفض الانبعاثات الكربونية. ويتولى البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية، بصفته الشريك الرئيس لمحور الطاقة في البرنامج، تنسيق الجهود بين الجهات الحكومية وشركاء التنمية والمستثمرين من القطاع الخاص لتسريع التحول نحو الطاقة النظيفة.

وتستهدف مصر رفع مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج إنتاج الكهرباء إلى ٤٢٪ بحلول عام ٢٠٣٠، مقارنة بنحو ١٣٪ في عام ٢٠٢٢. ومن المتوقع أن يسهم هذا التحول في تعزيز أمن الطاقة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري المستورد، وإحلال محطات التوليد القديمة، إلى جانب خفض انبعاثات قطاع الكهرباء بنسبة ٣٧٪ بنهاية العقد الحالي.

محاور الإنجاز

وأوضح التقرير أن برنامج «نُوفّي» حقق تقدمًا ملموسًا في أربعة مجالات ذات أولوية، هي: التوسع في الطاقة المتجددة: وقّع المطورون اتفاقيات شراء طاقة لمشروعات الرياح والطاقة الشمسية بإجمالي قدرات تتجاوز ١٠ جيجاوات، فيما جرى استكمال الاتفاقات التمويلية لمشروعات تزيد قدراتها على ٥ جيجاوات، ما أسهم في تعبئة أكثر من ٥ مليارات دولار من استثمارات القطاع الخاص. ويستهدف البرنامج جذب استثمارات بقيمة ١٠ مليارات دولار بحلول عام ٢٠٢٨.

إخراج محطات التوليد الحرارية من الخدمة: أوقفت مصر بشكل دائم تشغيل محطات حرارية منخفضة الكفاءة بقدرة تزيد على ١ جيجاوات، في إطار خطة أوسع لإخراج ٥ جيجاوات من القدرات الحرارية من الخدمة لإفساح المجال أمام مشروعات الطاقة المتجددة.

تحديث شبكة الكهرباء: سهّل البنك توفير نحو ٣٥٠ مليون يورو من التمويل الميسر لتطوير شبكة الكهرباء، من بينها ٢٠٥ ملايين يورو قدمها البنك نفسه، بما يدعم جاهزية الشبكة لاستيعاب ما يصل إلى ١٠ جيجاوات من قدرات الطاقة المتجددة، فضلًا عن دعم حلول تخزين الطاقة بالبطاريات وأنظمة الإدارة المتقدمة للشبكات.

دفع الإصلاحات التنظيمية: يواصل البنك دعم الإصلاحات التشريعية والتنظيمية الهادفة إلى توسيع مشاركة القطاع الخاص، وتعزيز آليات الطرح التنافسي للمشروعات، وتطوير سلاسل الإمداد المحلية لتقنيات طاقة الرياح والطاقة الشمسية والهيدروجين وتحلية المياه.

شراكة واسعة بين القطاعين العام والخاص

وأشار التقرير إلى أن التعاون الوثيق بين الحكومة المصرية ومؤسسات التمويل التنموي والجهات المانحة والمستثمرين من القطاع الخاص أسهم في تحويل الطموحات المناخية الوطنية إلى مشروعات قابلة للتمويل والتنفيذ.

كما قدم شركاء التنمية نحو ٤٠ مليون دولار في صورة منح تحفيزية لدعم برنامج إخراج محطات الكهرباء الحرارية من الخدمة، فيما ساعدت أدوات التمويل الميسر والمساعدات الفنية والإصلاحات التنظيمية على خفض مخاطر الاستثمار وتسريع تنفيذ المشروعات.

وأكد البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية أن منصة «نُوفّي» تمثل نموذجًا ناجحًا لكيفية توظيف الشراكات المنسقة بين القطاعين العام والخاص لحشد استثمارات ضخمة، وتعزيز مرونة قطاع الطاقة، ودعم أهداف مصر طويلة الأجل في خفض الانبعاثات الكربونية.

الوظائف الخضراء والذكاء الاصطناعي.. تحالف يُعيد تعريف سوق العمل بحلول ٢٠٣٠

كتبت / دينا مقلد

يشهد العالم اليوم تقاطع مسارين تحوليين يُعدان الأشد تأثيرًا في التاريخ الحديث؛ فهناك من جهة التحول الأخضر المندفع نحو اقتصادات منخفضة الكربون، ومن جهة أخرى الثورة الصناعية الرابعة التي تقودها خوارزميات الذكاء الاصطناعي. هذا التقاطع لم يعد مجرد رفاهية أكاديمية أو اتجاه عابر، بل تحول إلى إعادة تعريف شاملة لمفهوم "العمل" والمهارات المطلوبة للازدهار في العقد الحالي، حيث لن يعود ممكنًا الفصل بين البيئة والتكنولوجيا بحلول عام ٢٠٣٠، مع تشكل سوق العمل العالمي حول مفهوم "الوظائف الهجينة" التي تجمع بين الوعي البيئي والذكاء الاصطناعي.

ولم يعد الاقتصاد الأخضر شعارًا أخلاقيًا بل أصبح استراتيجية نمو ملزمة للمؤسسات والدول، إذ تتوقع منظمة العمل الدولية «ILO» خلق أكثر من ٢٤ مليون وظيفة خضراء جديدة عالميًا بحلول عام ٢٠٣٠، وتتجاوز هذه الوظائف المفاهيم التقليدية لإدارة النفايات، لتتمدد في شرايين قطاعات استراتيجية كالزراعة الذكية مناخيًا من خلال إدارة الموارد المائية وتقليل استخدام المخصبات، والبناء والتصنيع الدائري من خلال إعادة تدوير المواد وتصميم مبانٍ صفرية الانبعاثات، بالإضافة إلى قطاعات النقل المستدام المتمثلة في التوسع في المركبات الكهربائية، وشبكات اللوجستيات الخضراء.

وعلى الجانب الآخر، يمارس الذكاء الاصطناعي دورًا مزدوجًا في إعادة تشكيل الهياكل

الوظيفية؛ إذ يكشف تقرير مستقبل الوظائف الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي «WEF» أن تقنيات الذكاء الاصطناعي ستحدث تحولاً جذريًا في ٨٦٪ من الشركات بحلول عام ٢٠٣٠، وفي حين يتوقع المنتدى إزاحة ٩٢ مليون وظيفة تقليدية بسبب الأتمتة، يُتوقع في المقابل خلق ١٧٠ مليون وظيفة جديدة تعتمد على التكنولوجيا المتقدمة.

وفي سياق متصل، يتوقع تقرير صادر عن بنك "غولدمان ساكس" أن الخوارزميات قد تُخضع ثلثي الوظائف للزيادة أو الأتمتة الجزئية لكنها ستزيد الناتج المحلي العالمي بنسبة ٧٪، بينما يوضح معهد "ماكينزي" العالمي أن الذكاء الاصطناعي سيضيف نحو ١٣ تريليون دولار للاقتصاد العالمي بحلول ٢٠٣٠ عبر تبني ٧٠٪ من الشركات لتقنياته على الأقل.

كيف يخدم الذكاء الاصطناعي الأهداف البيئية؟

واللافت في هذا المسار، أن الذكاء الاصطناعي لا ينافس القطاع الأخضر بل يسرع أدائه؛ حيث ظهرت ممارسات جديدة تعتمد على تقنيات تحليل البيانات الضخمة والتعلم الآلي لتحسين كفاءة شبكات الطاقة المتجددة كالرياح والشمس، والتنبؤ بالتقلبات المناخية والظواهر الجوية المتطرفة، إلى جانب رفع كفاءة فرز وتدوير النفايات صناعيًا. ولعل أبرز دليل على هذا التكامل هو ما أشار إليه تقرير منصة "LinkedIn" الأخير، والذي كشف عن قفزة في الطلب على مهارات "الذكاء الاصطناعي المسؤول" بين العاملين في القطاعات الخضراء بنسبة تجاوزت ٥٠٪ سنويًا.

مصر في قلب التحول: مشروعات قومية بهوية رقمية خضراء

وفي قلب هذه التحولات، تخوض الدولة المصرية تجربة متكاملة لدمج التكنولوجيا الخضراء والذكاء الاصطناعي ضمن أطرها التنفيذية والسياسية والمشروعات القومية الميدانية؛ بدءًا من مشروعات الهيدروجين الأخضر بالمنطقة الاقتصادية لقناة السويس كمركز إقليمي يعتمد على خوارزميات التحكم الذكي لتحسين عمليات التحليل الكهربائي، وصولاً إلى مجمع "بنبان" للشمسية والشبكات الذكية التي تستخدم نظم استشعار الأعطال لضمان كفاءة التوزيع.

كما تبرز المبادرات الوطنية مثل المنصة الوطنية للمشروعات الخضراء "نُوَفِّي" لحشد التمويلات لمشروعات الربط بين المياه والغذاء والطاقة، والمبادرة الوطنية للمشروعات الخضراء الذكية التي تربط الذكاء الاصطناعي بحل المشكلات البيئية بالمحافظات.

رؤية القيادة المصرية: الذكاء الاصطناعي في خدمة الإنسان والتنمية

ورسمت القيادة السياسية المصرية خارطة الطريق لمواكبة هذا التوجه، حيث أكد **الرئيس عبد الفتاح السيسي، رئيس الجمهورية** في كلمته بمناسبة إطلاق الإصدار الثاني من استراتيجية مصر للذكاء الاصطناعي (٢٠٢٥–٢٠٣٠)، " إننا نعيش في عصر يشكل فيه الذكاء الاصطناعي محوراً أساسياً لجهود التنمية العالمية، وأصبح تأثيره واضحاً في جميع مناحي الحياة ما يتيح لنا فرصاً غير مسبوقة للتقدم والنمو المستدام.. ومع تسارع وتيرة التطور أصبح لزاماً علينا أن

نستفيد من كل الإمكانيات التي يحملها الذكاء الاصطناعي لنسهم معاً في بناء مستقبل مشرق لبلادنا."

وأوضح الرئيس السيسي، أن القيمة الحقيقية للذكاء الاصطناعي هي تحسين جودة حياة البشر وإثراء التجربة الإنسانية، لذا يأتي بناء الإنسان المصري كهدف أسمى للدولة؛ حيث سنواصل الاستثمار في تطوير المهارات وبناء القدرات وتوفير كوادر مؤهلة من محترفي الذكاء الاصطناعي وفق أعلى المعايير العالمية، مع التأكيد على تطوير هذه التطبيقات بشكل مسؤول وأخلاقي ليكون عاملاً للخير يحمي حقوق الأفراد ويعزز جهود التنمية المستدامة."

الاستراتيجية الوطنية للتشغيل: مواكبة التغير الهيكلي في سوق العمل

وعلى الصعيد التنفيذي لسوق العمل المحلي، شدد **حسن رداد، وزير العمل**، في تصريحات رسمية لمركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمجلس الوزراء، على أن الاستراتيجية الوطنية للتشغيل التي أطلقتها الدولة تمثل نهجاً جديداً يحدد خطى مصر لمواجهة التحديات الهيكلية.

وأضاف وزير العمل، أن التطورات التكنولوجية والذكاء الاصطناعي بدأت بالفعل في إلغاء بعض الوظائف وتحديث وإنشاء وظائف أخرى، وهو ما يتطلب وعياً ويقظة عالية لتطوير مهارات الشباب وتدريبهم، والمرحلة الانتقالية الحالية تشهد عملاً مكثفاً لمواكبة مخرجات التعليم والتدريب مع الاحتياجات الفعلية لسوق العمل المستقبلي.

وأكد الوزير أن الاستراتيجية تستهدف الانتقال إلى رؤية شاملة تعتمد على المنهج العلمي المعتمد من منظمة العمل الدولية، مستهدفةً نتائج طموحة بحلول عام ٢٠٣٠ تشمل خلق نحو ١,٤ مليون فرصة عمل سنوياً، وزيادة العمالة في قطاع الصناعات التحويلية إلى ٦ ملايين وظيفة، مع خفض نسبة العمالة غير الرسمية إلى ٤٥٪.

ثورة التعليم والمرونة الرقمية: نموذج "جامعة نكسفورد" وسوق العمل الجديد

ومع تسارع تحول المهارات، يرى خبراء التعليم في جامعة نكسفورد أن عبور هذه الفجوة يتطلب التخلي عن الأساليب التقليدية والارتكاز على مفهومين أساسيين: "المرونة" و"مواءمة بيئة العمل"، وتؤكد أبحاث نكسفورد أن التقدم لا يأتي من مقاومة الذكاء الاصطناعي بل من تبنيه؛ حيث أصبحت الجامعات الرقمية التفاعلية من الجيل الجديد ضرورة ملحة للراغبين في تغيير مساراتهم المهنية بسرعة. ويعتمد هذا النموذج على تقديم برامج تعليمية مرنة ومصممة بنسبة ١٠٠٪ عبر الإنترنت، وتُركّز على تزويد المتعلمين بأحدث المهارات المطلوبة فورًا لدى أصحاب العمل، مما يتيح للشباب اكتساب الجدارات الرقمية والخضراء في أوقات قياسية دون انتظار المناهج الأكاديمية البطيئة.

ومع توقع اندثار ٣٩٪ من المهارات الحالية بحلول عام ٢٠٣٠ وفقًا لتقارير المنتدى الاقتصادي العالمي، ينقسم المشهد الوظيفي إلى مسارين؛ مسار يتأثر بالأتمتة مثل وظائف خدمة العملاء، والمحاسبة

الدفترية، والمبيعات التقليدية، والبحث السطحي، ومسار آخر يظل محصناً وصعب الاستبدال بالذكاء الاصطناعي كالتعليم، والقضاء، والقيادة التنفيذية، والرعاية النفسية والطبية الجراحية، والابتكار البيئي. هذا التباين فرض على المهنيين بناء محفظة مهارات ثلاثية تجمع بين المهارات الخضراء المتصلة بتقييم الأثر البيئي والاقتصاد الدائري، والمهارات الرقمية المتمثلة في محو الأمية بالذكاء الاصطناعي والبرمجة وتحليل البيانات، إلى جانب المهارات الإنسانية الناعمة من تفكير نقدي وإبداع وقيادة أخلاقية.

استراتيجيات التكيف: بناء مسار قوى عاملة تتصدر المشهد في ٢٠٣٠

ويتطلب هذا التحول الشامل تحركاً استراتيجياً متكاملاً؛ حيث يقع على عاتق الحكومات وصناع السياسات تحديث المناهج التعليمية وتحفيز القطاع الخاص بإعفاءات ضريبية لبرامج إعادة التأهيل المهارية، بينما يتوجب على المؤسسات والشركات الاستثمار المستمر في العنصر البشري ودمج معايير الاستدامة والحوكمة «ESG» في صلب عملياتها.

وبما يتعلق بالأفراد والمهنيين، فإن تبني عقيدة "التعلم مدى الحياة" والتخصص في القطاعات الهجينة كتحليل البيانات البيئية وإدارة الطاقة الذكية بات هو السبيل الوحيد للازدهار؛ فالتقاء الوظائف الخضراء بالذكاء الاصطناعي ليس خطرًا يجب تفاديه، بل تحول هيكلي سيجعل الدول والمؤسسات التي تُحسن إعداد كوادرها الأقدر على قيادة الاقتصاد العالمي بحلول ٢٠٣٠.

دلتا إيرلاينز توسع استخدام وقود الطيران المستدام في خمسة مطارات أمريكية بموجب اتفاق مع شل

كتب / محمد الغباشي

تعتزم شركة دلتا إيرلاينز توسيع استخدام وقود الطيران المستدام (SAF) بموجب اتفاقية تمتد لخمس سنوات مع شل للطيران، تهدف إلى زيادة إمدادات الوقود المستدام في خمسة مطارات أمريكية رئيسية حتى عام ٢٠٣٠.

وتشمل الاتفاقية مطارات لوس أنجلوس (LAX)، وبورتلاند (PDX)، وجون إف. كينيدي في نيويورك (JFK)، وبوسطن لوغان (BOS)، ومينيابوليس – سانت بول (MSP)، بما يعزز إتاحة الوقود منخفض الانبعاثات الكربونية ويدعم استراتيجية دلتا طويلة الأجل لخفض الانبعاثات.

لايقتصر التعاون بين الشركتين على توريد الوقود، إذ ستتولى شل دعم البنية التحتية وعمليات المزج والخدمات اللوجستية والتوزيع اللازمة لدمج وقود الطيران المستدام في العمليات التشغيلية اليومية لشركة دلتا، بما يشمل توفير الوقود المستدام بصورته النقية وكذلك الوقود الممزوج في عدد من المطارات.

ومن خلال التركيز على تطوير سلسلة الإمداد إلى جانب زيادة

توافر الوقود، تسعى الشركتان إلى جعل وقود الطيران المستدام جزءًا أساسيًا من عمليات الطيران التجاري، بدلًا من اقتصاره على مشروعات تجريبية محدودة.

وقالت أميليا دي لوكا، الرئيسة التنفيذية للاستدامة في دلتا، إن التعاون مع شل يؤكد أن التوسع في استخدام وقود الطيران المستدام «أمر قابل للتنفيذ وليس مجرد تصور نظري»، مشيرة إلى أن توسيع سلاسل الإمداد يمثل عاملًا رئيسيًا لإتاحة السفر الجوي منخفض الانبعاثات على نطاق أوسع.

بالتوازي مع زيادة الإمدادات الحالية من وقود الطيران المستدام، ستبحث دلتا وشل فرص تطوير تقنيات الجيل المقبل من الوقود، بما في ذلك إنتاج الوقود من الكحول إلى الطائرات (Alcohol-to-Jet) وتقنيات الوقود السائل المعتمد على الكهرباء (Power-to-Liquid)، وهي مسارات من المتوقع أن تسهم في زيادة إنتاج الوقود المستدام وخفض الانبعاثات الكربونية على مدار دورة حياة الوقود خلال السنوات المقبلة.

يعكس الاتفاق تحولًا أوسع يشهده قطاع الطيران العالمي، حيث تتجه شركات الطيران وشركات الطاقة إلى تجاوز مرحلة المشروعات التجريبية، والعمل على إنشاء البنية التحتية اللازمة لنشر وقود الطيران المستدام على نطاق واسع.

ومن خلال الجمع بين توفير الوقود والاستثمار في الخدمات اللوجستية وشبكات التوزيع، تسعى دلتا إلى تعزيز مرونة سلاسل الإمداد وتسريع اعتماد وقود الطيران منخفض الانبعاثات الكربونية.

مارس تخفض انبعاثاتها بنسبة ١٦,٩٪ وتحقق تشغيلا كاملا بالطاقة المتجددة في جميع عملياتها بالولايات المتحدة

خاص استدامة

أعلنت شركة مارس العالمية "Mars" خفض انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة١٦,٩٪ مقارنة بمستويات عام ٢٠١٥، بالتزامن مع نمو أعمالها بنحو ٧٥٪، كما حققت إنجازًا جديدًا يتمثل في تشغيل جميع عملياتها في الولايات المتحدة باستخدام ١٠٠٪ من الكهرباء المتجددة، وذلك وفقًا لتقريرها للاستدامة Sustainable in a Generation ٢٠٢٥.

وقال الرئيس التنفيذي للشركة، بول فيهراوخ، إن هذا الإنجاز يعزز مرونة الشركة على المدى الطويل من خلال توسيع الوصول إلى الطاقة النظيفة، ودعم المزارعين في مواجهة المخاطر المناخية، ومساندة المجتمعات ضمن سلسلة القيمة العالمية للشركة.

تعمل مارس أيضًا على توسيع جهودها في مجال الطاقة النظيفة لتشمل مورديها من خلال برنامج تسريع الطاقة المتجددة (RAcc)، الذي أطلقته هذا العام بهدف زيادة استخدام الكهرباء المتجددة عبر سلسلة القيمة الخاصة بالشركة.

ومن المتوقع أن يسهم البرنامج في خفض الانبعاثات بنحو ٣ ملايين طن متري بحلول عام ٢٠٣٠، وهو ما يعادل نحو ١٠٪ من البصمة الكربونية للشركة في عام ٢٠٢٥.

وفي إطار البرنامج، وقعت مارس اتفاقية جديدة مع شركة إينيل نورث أمريكا لدعم ثلاثة مشروعات للطاقة الشمسية في ولاية تكساس، ومن المنتظر أن تنتج هذه المشروعات نحو ١,٨ تيراوات ساعة من الكهرباء المتجددة سنويًا، لتغذية عمليات الشركة وأجزاء من شبكة مورديها.

واصلت الشركة توسيع برامج الزراعة الذكية مناخيًا، ليصل عدد مشروعاتها إلى ٧٧ مشروعًا في ٢٦ دولة، تغطي ١٢ محصولًا زراعيًا.

ومن بين أبرز المبادرات، خصصت مارس ٢٠ مليون دولار حتى عام ٢٠٣٠ لبرنامج Raising Rice Right، الذي يساعد المزارعين على تبني ممارسات زراعة الأرز الذكية مناخيًا.

كما تستثمر الشركة ٥.٢ ملايين دولار على مدى خمس سنوات ضمن مبادرة Protect the Peanut لتطوير أصناف من الفول السوداني أكثر مقاومة للجفاف والأمراض.

وفي أوروبا، تعاونت مارس مع شركتي بيبسيكو وADM لإطلاق برنامج للزراعة المتجددة في بولندا، يستفيد منه ٢٤ مزارعًا على مساحة تتجاوز ٥٤٠ هكتارًا، من بينها ٣٤٥٠ هكتارًا مخصصة لزراعة القمح بالأساليب المتجددة، والذي يستخدم في إنتاج علامات تجارية مثل WHISKAS و PEDIGREE.

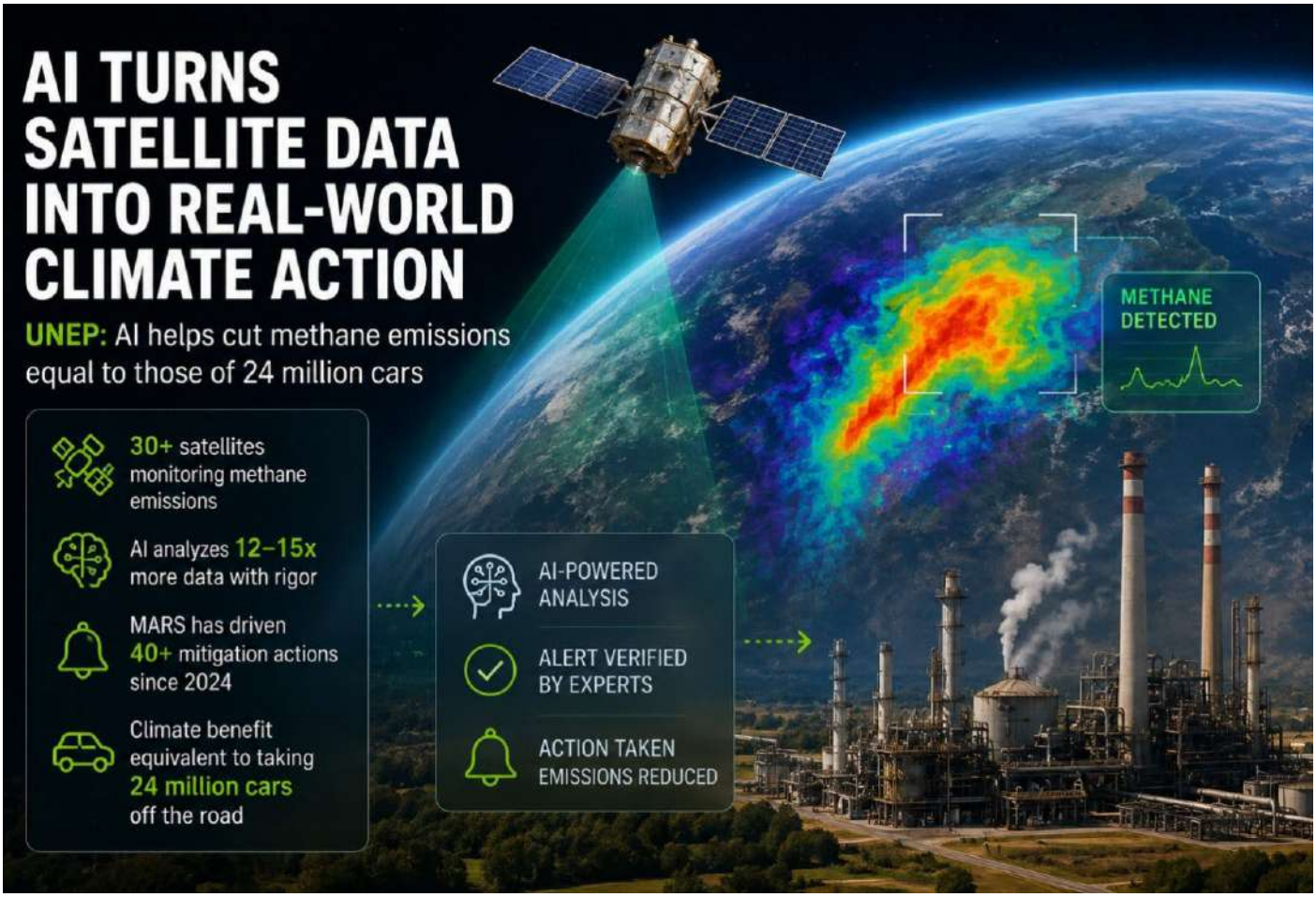
إلى جانب مبادراتها المناخية، أعلنت مارس خططًا لاستثمار نحو ملياري دولار في قطاع التصنيع داخل الولايات المتحدة، ومليار يورو في عملياتها داخل الاتحاد الأوروبي بحلول نهاية عام ٢٠٢٦، بهدف تعزيز الطاقة الإنتاجية ودعم جهود إزالة الكربون من سلسلة القيمة.

كما أطلقت الشركة صندوق مارس للاستثمار في الاستدامة بقيمة ٢٥٠ مليون دولار، إلى جانب صندوق مارس للتأثير، لتسريع الابتكار وتوسيع المشروعات التي تدعم الاستدامة في مختلف أنشطة الشركة.

تتبنى مارس الاستدامة باعتبارها استراتيجية للنمو وليست مجرد وسيلة للامتثال للمتطلبات التنظيمية. ومن خلال الجمع بين التوسع في استخدام الطاقة المتجددة، والزراعة الذكية مناخيًا، والاستثمارات واسعة النطاق، إلى جانب استمرار نمو أعمالها، تسعى الشركة إلى إثبات أن خفض الانبعاثات وتحقيق النمو التجاري يمكن أن يسيرا جنبًا إلى جنب.

الأمم المتحدة: الذكاء الاصطناعي يساعد في خفض انبعاثات الميثان بما يعادل إزالة ٢٤ مليون مركبة من الطرق

كتب / محمد الغباشي



يستخدم برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) الذكاء الاصطناعي لتحويل بيانات الأقمار الصناعية إلى إجراءات أسرع لخفض انبعاثات غاز الميثان، حيث أسهمت جهود الحد من هذه الانبعاثات في تحقيق فوائد مناخية تعادل إزالة ٢٤ مليون مركبة تعمل بالبنزين من الطرق.

ويستعين مرصد الأمم المتحدة الدولي لانبعاثات الميثان (IMEO) بتقنيات الذكاء الاصطناعي عبر نظام الإنذار والاستجابة للميثان (MARS) لرصد مصادر انبعاثات الميثان الكبيرة وإرسال تنبيهات سريعة إلى الحكومات والشركات، بما يتيح اتخاذ إجراءات عاجلة للحد من التسربات.

منذ بدء تشغيل النظام بشكل كامل في عام ٢٠٢٤، دعم نظام MARS أكثر من ٤٠ إجراءً للحد من انبعاثات الميثان حول العالم.

مع وجود أكثر من ٣٠ قمرًا صناعيًا توفر كميات ضخمة من بيانات الميثان، أصبح تحليل هذه المعلومات يدويًا أكثر صعوبة. وقد ساهم الذكاء الاصطناعي بشكل كبير في تحسين هذه العملية، حيث مكّن محللي المرصد من مراجعة بيانات تزيد بمعدل يتراوح بين ١٢ و١٥ مرة

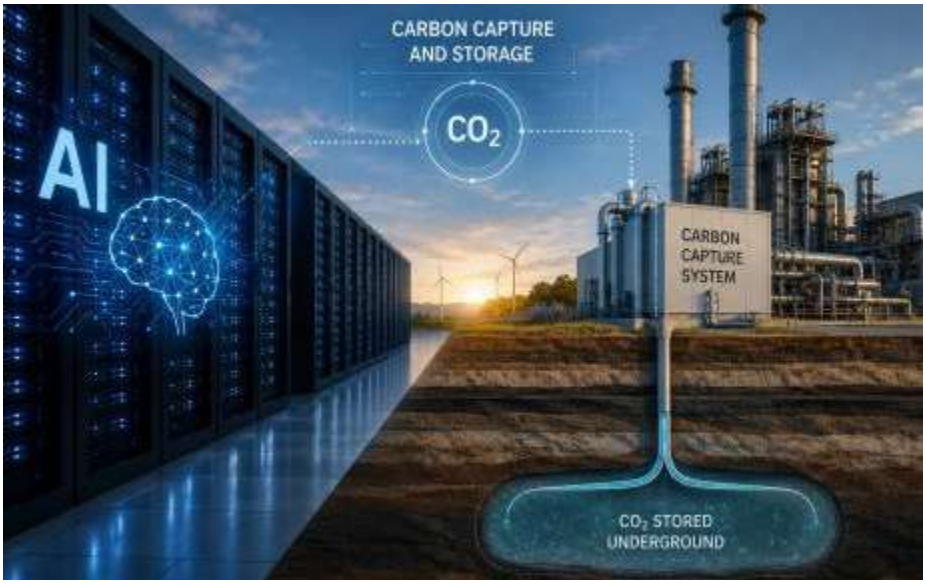
مقارنة بالطرق التقليدية، مع الحفاظ على الدقة العلمية.

ومنذ عام ٢٠٢٣، حلل نظام MARS أكثر من ١.٣ مليون رصد من الأقمار الصناعية. وتمكن الذكاء الاصطناعي من تحديد ما بين ٨٠٪ و٨٥٪ من انبعاثات الميثان المؤكدة قبل مراجعتها من قبل الخبراء، ما ساعد في الحد من مصادر انبعاثات يُقدر أنها أطلقت نحو ١,٢ مليون طن من الميثان.

رغم أن الذكاء الاصطناعي يسرّع عمليات الرصد والكشف، فإن كل تنبيه خاص بانبعاثات الميثان يخضع لمراجعة وتحقق مستقلين من قبل محللي مرصد IMEO قبل إرسال الإخطارات، بما يضمن بقاء المعايير العلمية في صميم العملية.

كما صمم برنامج الأمم المتحدة للبيئة نماذج الذكاء الاصطناعي المستخدمة لتكون منخفضة استهلاك الطاقة وخفيفة التشغيل، بما يسمح بتوسيع نطاق مراقبة انبعاثات الميثان دون إضافة بصمة بيئية كبيرة.

كان نظام MARS يركز في البداية على قطاع النفط والغاز، لكنه يتوسع حاليًا لمراقبة انبعاثات الميثان الناتجة عن الفحم والنفايات، بما يعزز دوره في مساعدة الدول والشركات



على الوفاء بالتزاماتها المناخية، بما في ذلك التعهد العالمي بشأن الميثان.

كما يتيح برنامج الأمم المتحدة للبيئة مجموعات بيانات رئيسية وأكواد الذكاء الاصطناعي بشكل مفتوح، لدعم الباحثين والحكومات والمؤسسات التي تسعى إلى تعزيز جهود مراقبة انبعاثات الميثان.

مع استمرار بعثات الأقمار الصناعية في إنتاج كميات أكبر من البيانات البيئية، لم يعد التحدي الأساسي يتمثل في اكتشاف انبعاثات الميثان، بل في سرعة الاستجابة لها.

ويؤكد برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن نهجه القائم على الذكاء الاصطناعي يوضح كيف يمكن للجمع بين التقنيات الحديثة والخبرة العلمية أن يسرّع خفض الانبعاثات، ويدعم اتخاذ قرارات أسرع، ويوفر نموذجًا قابلًا للتوسع لمواجهة تحديات بيئية أوسع.

جوجل توسع جهودها المناخية: ١٢ جيجاوات من الطاقة النظيفة وإزالة ٥٨ مليون طن من الكربون

خاص استدامة

تواصل شركة جوجل توسيع استراتيجيتها المناخية عبر الجمع بين الاستثمار في الطاقة النظيفة، وتقنيات إزالة الكربون، والحلول القائمة على الطبيعة، حيث وقعت الشركة اتفاقيات للحصول على أكثر من ١٢ جيجاوات من الطاقة النظيفة الجديدة خلال عام ٢٠٢٥، وهو أكبر حجم سنوي لمشتريات الطاقة النظيفة في تاريخها، كما أسهمت جهودها في تجنب أكثر من ٥٨ مليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e).

وفي الوقت نفسه، عززت الشركة محفظتها الخاصة بإزالة الكربون من خلال توقيع اتفاقية طويلة الأجل لدعم أول مشروع لها في مجال الزراعة الحرجية، يستهدف إزالة ٢٦٠ ألف طن من الكربون عبر مشروع لاستعادة الأراضي المتدهورة في إندونيسيا.

الطاقة النظيفة في مواجهة توسع الذكاء الاصطناعي

قالت جوجل إن مشروعات الطاقة النظيفة الجديدة من المتوقع أن توفر عند تشغيلها كمية من الكهرباء المتجددة تكفي لتشغيل دولة بحجم اليونان لمدة عام كامل، في إطار جهودها لتحقيق التوازن بين التوسع السريع في تقنيات الذكاء الاصطناعي والحفاظ على أهدافها المناخية طويلة الأجل.

ورغم ارتفاع الطلب على الكهرباء بنسبة ٣٧٪ نتيجة توسع البنية التحتية للذكاء الاصطناعي، تمكنت الشركة من خفض انبعاثات غازات الدفيئة التشغيلية بنسبة ٣٪ خلال عام ٢٠٢٥، كما واصلت للعام التاسع على التوالي مطابقة ١٠٠٪ من استهلاكها الكهربائي مع مشتريات الطاقة المتجددة.

ومنذ عام ٢٠١٠، وقعت جوجل أكثر من ٢٤٠ اتفاقية للطاقة النظيفة بإجمالي يقارب ٣٥ جيجاوات، ما جعلها من بين أكبر الشركات المشترية للكهرباء المتجددة عالميًا.

وأوضحت الشركة أن التطورات في الأجهزة والبرمجيات وكفاءة الحوسبة ومشتريات الطاقة النظيفة ساعدت في تجنب أكثر من ٥٨ مليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون خلال عام ٢٠٢٥ وحده، مشيرة إلى أن بصمتها الكربونية كانت ستصبح أكبر بخمسة أضعاف دون هذه الإجراءات.

كما تستثمر جوجل في تقنيات الطاقة المستقبلية، بما يشمل الطاقة النووية، والطاقة الحرارية

الجوفية المتطورة، والاندماج النووي، إلى جانب تحسين كفاءة مراكز البيانات.

الذكاء الاصطناعي يدعم حلولًا بيئية أوسع

لاتقتصر الفوائد البيئية لتقنيات جوجل على عملياتها الداخلية، إذ قدرت الشركة أن منتجاتها المدعومة بالذكاء الاصطناعي ساعدت العملاء والشركاء على خفض نحو ٤١ مليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون خلال عام ٢٠٢٥، وهو ما يعادل نحو ثلاثة أضعاف الانبعاثات السنوية للشركة.

ومن بين الأدوات التي أشارت إليها جوجل: GoogleEarth للمساعدة في تخطيط مشروعات الطاقة المتجددة، وأجهزة Nest لتحسين كفاءة الطاقة المنزلية، وميزة المسارات الموفرة للوقود في خرائط جوجل، إضافة إلى أنظمة الذكاء الاصطناعي المستخدمة لتحسين التنبؤ بحرائق الغابات والفيضانات والكوارث الطبيعية.

كما أعادت الشركة توفير نحو ٧,٧ مليارات جالون من المياه خلال عام ٢٠٢٥، بما يعادل نحو ٧٨ ٪ من استهلاكها للمياه العذبة، في إطار تقدمها نحو تحقيق هدف الإدارة المستدامة للمياه بحلول عام ٢٠٣٠.

أول مشروع لجوجل في الزراعة الحرجية لإزالة الكربون

ضمن جهودها لتوسيع حلول إزالة الكربون القائمة على الطبيعة، وقعت جوجل اتفاقية طويلة الأجل لدعم أول مشروع لها في مجال الزراعة الحرجية، يهدف إلى إزالة ٢٦٠ ألف طن من الكربون من خلال استعادة الأراضي في إندونيسيا.

ويطور المشروع شركة Thryve. Earth ضمن تحالف Symbisois، ويركز على استعادة الأراضي المتدهورة في جزيرة سولاويزي، مع تحسين دخل المزارعين وتعزيز التنوع البيولوجي.

ويمثل المشروع أول مبادرة للزراعة الحرجية ضمن برنامج جوجل لإزالة الكربون، ويعكس توجه الشركة نحو زيادة الاستثمار في الحلول المناخية القائمة على الطبيعة إلى جانب تقنيات إزالة الكربون الهندسية.

استعادة الأراضي ودعم المجتمعات المحلية

يعتمد نموذج Thryve. Earth على استبدال الحشائش الغازية بنظام زراعي متعدد الطبقات يجمع بين أشجار نخيل السكر والأشجار الخشبية ومحاصيل الفاكهة مثل الأفوكادو والقهوة، إلى جانب المحاصيل السنوية مثل الفلفل الحار والذرة.

ولا يقتصر أثر المشروع على إزالة الكربون من الغلاف الجوي، بل يستهدف أيضًا تحسين صحة التربة، وزيادة التنوع البيولوجي، وخلق مصادر دخل جديدة للمجتمعات الزراعية المحلية.

وأكدت جوجل أن المشروع يأتي ضمن تعاونها الأوسع مع تحالف Symbiosis لتسريع تنفيذ مشروعات عالية الجودة لإزالة الكربون واستعادة النظم البيئية الطبيعية على نطاق واسع.

تحديات سلسلة الإمداد والانبعاثات غير المباشرة

رغم التقدم في خفض الانبعاثات التشغيلية، أقرت جوجل بأن انبعاثات سلسلة الإمداد ارتفعت

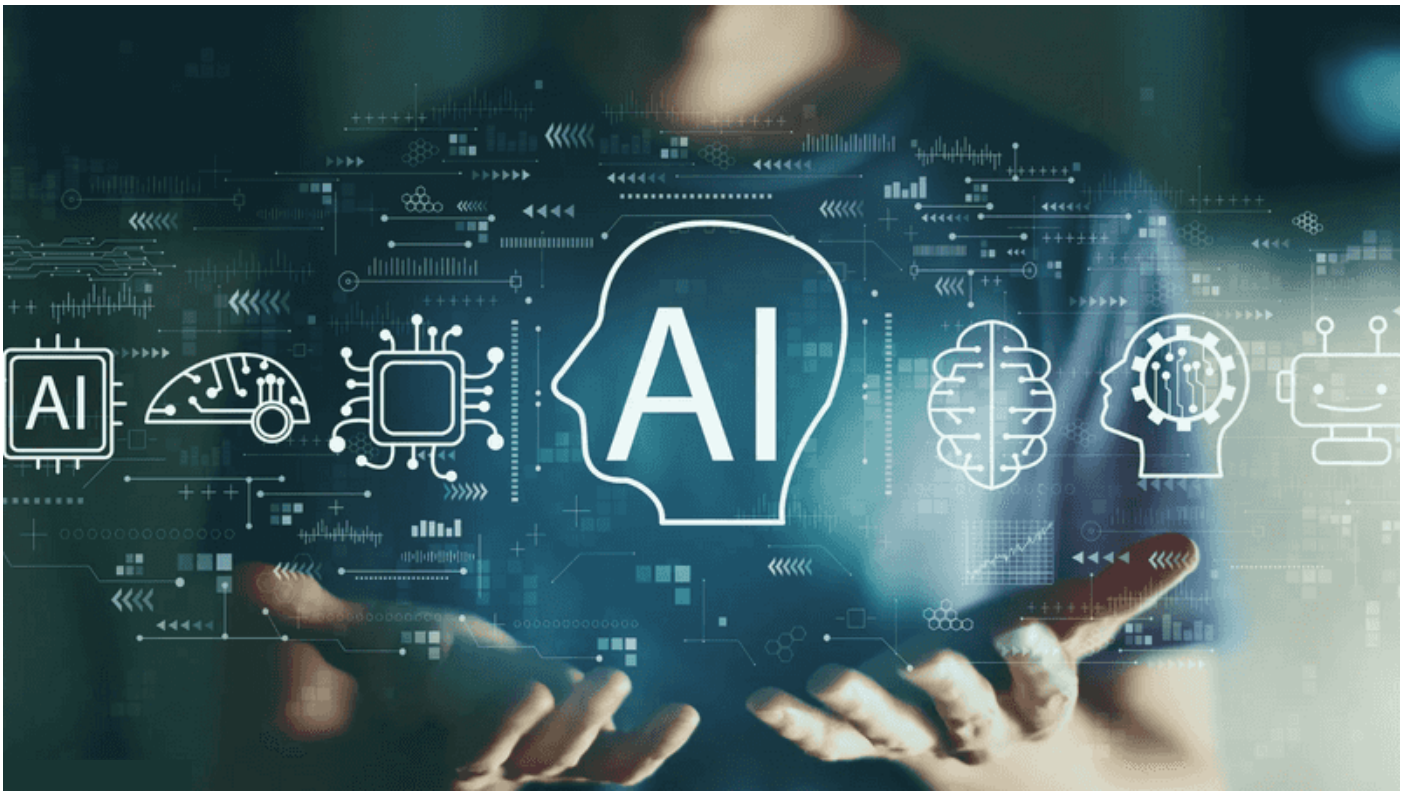
بنسبة ٢٥٪ خلال عام ٢٠٢٥، بسبب تسارع الاستثمارات في البنية التحتية للذكاء الاصطناعي، خاصة في المناطق التي تعتمد فيها شبكات الكهرباء بدرجة كبيرة على الوقود الأحفوري.

وقالت الشركة إن تحقيق أهدافها المناخية لن يكون مسارًا خطيًا، في ظل تسارع بناء البنية التحتية للذكاء الاصطناعي بوتيرة تفوق سرعة إزالة الكربون من شبكات الكهرباء، لكنها أكدت استمرار تركيزها على توسيع استخدام الطاقة النظيفة الوفيرة والميسورة التكلفة، ودعم الابتكارات التي تخفض الانبعاثات داخل عملياتها وعبر القطاع الأوسع.

ويعكس الجمع بين مشروعات الطاقة المتجددة واسعة النطاق، والاستثمار في إزالة الكربون، والحلول الطبيعية لاستعادة النظم البيئية، توجه جوجل نحو بناء استراتيجية مناخية متعددة المسارات تجمع بين خفض الانبعاثات الحالية وإزالة الكربون من الغلاف الجوي مستقبلًا.

دراسة حديثة : يمكن خفض أكثر من ٩٠٪ من انبعاثات مراكز بيانات الذكاء الاصطناعي

كتب/ محمد الغباشي



كشفت دراسة جديدة أن أكثر من ٩٠٪ من انبعاثات مراكز البيانات في الولايات المتحدة يمكن الحد منها من خلال تقنيات احتجاز وتخزين الكربون (CCS)، مشيرة إلى أن هذه التقنيات قد تمثل حلًا محتملًا لأحد أكبر التحديات المناخية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي.

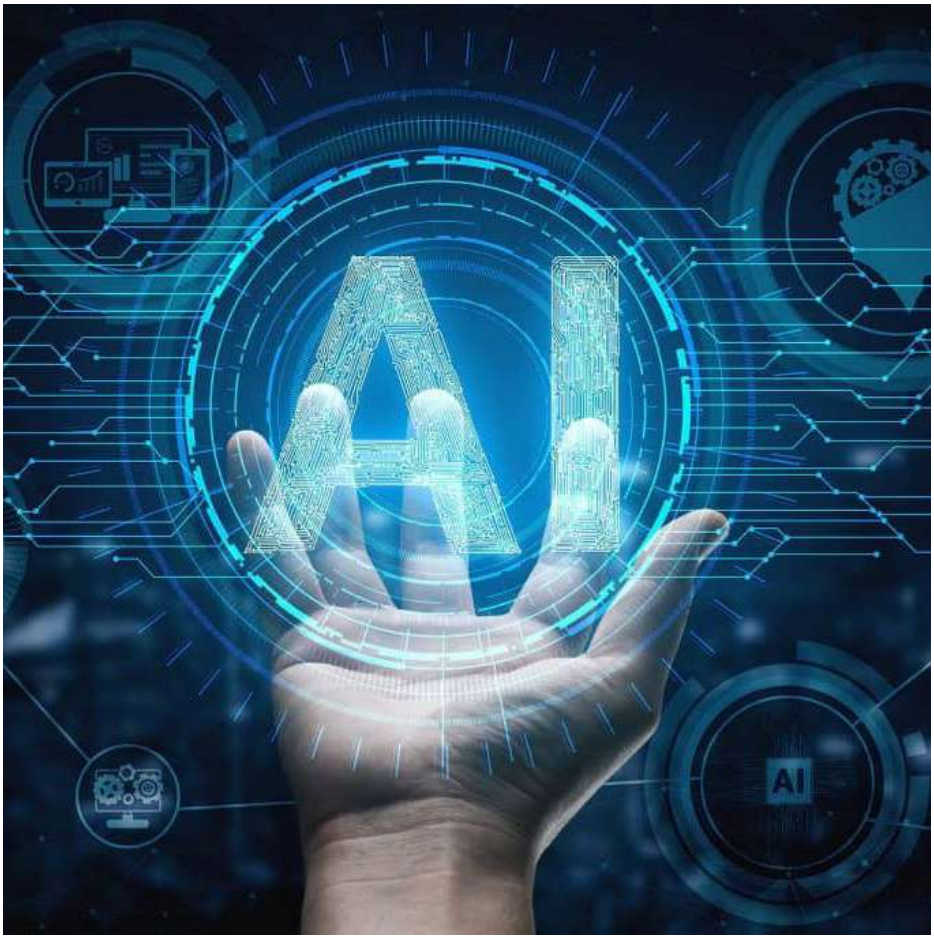
وتتوقع الدراسة، المنشورة في دورية Energy & Fuels، أن يرتفع الطلب على الكهرباء من مراكز البيانات في الولايات المتحدة من ٤٠ جيجاوات في عام ٢٠٢٥ إلى ١٦٩ جيجاوات بحلول عام ٢٠٣٠، ما قد يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية الناتجة عن توليد الكهرباء باستخدام الوقود الأحفوري من ٩٠ مليون طن متري إلى أكثر من ٤٠٤ ملايين طن متري في حال عدم تطبيق إجراءات إضافية للحد من الانبعاثات.

حلل البحث، الذي شارك في إعداده هون تشونج لاو، الأستاذ المساعد بجامعة رايس ومؤسس شركة Low Carbon LLC Energies، وستيف سي. تساي، مستشار تحول الطاقة في الشركة، مشروعات مراكز البيانات الأمريكية المعلنة، واحتياجاتها المتوقعة من الطاقة، ومصادر الكهرباء المستخدمة، ومواقعها الجغرافية.

ومن المتوقع أن يتركز أكبر نمو في مراكز البيانات في ولايات تكساس، وفرجينيا، وبنسلفانيا، وأوهايو، وأريزونا، وكولورادو، ويوتا، وإلينوي، فيما يُتوقع أن تحتاج تكساس وحدها إلى إضافة ٢٥ جيجاوات من قدرات الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠ لدعم الطلب المتزايد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

وقال لاو: «أصبحت مراكز البيانات

واحدة من أبرز تحديات الطاقة في عصر الذكاء الاصطناعي. فالسؤال لا يتعلق فقط بما إذا كان بإمكاننا بناء بنية تحتية حاسوبية كافية، بل أيضًا بما إذا كان بإمكاننا تشغيلها بطريقة موثوقة وميسورة التكلفة ومتوافقة مع أهداف إزالة الكربون».



نظرًا إلى أن مراكز بيانات الذكاء الاصطناعي تحتاج إلى إمدادات كهرباء موثوقة على مدار الساعة، يرى الباحثون أن محطات توليد الكهرباء بالغاز الطبيعي ذات الدورة المركبة والمزودة بتقنيات احتجاز وتخزين الكربون يمكن أن توفر أحد أكثر المسارات العملية على المدى القريب لتوفير طاقة منخفضة الانبعاثات.

ووجدت الدراسة أن ٣٤ ولاية أمريكية تمتلك سعة كافية في طبقات المياه الجوفية المالحة تحت الأرض لتخزين أكثر من ١٠٠ عام من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتوقعة المرتبطة بمراكز البيانات بعد عام ٢٠٣٠.

وخلال عام ٢٠٢٥ ، أمكن تخزين ما يصل إلى ٥٩ مليون طن متري من ثاني أكسيد الكربون تحت الأرض، بما يعادل نحو ٦٦ ٪ من الانبعاثات المتوقعة لمراكز البيانات.

ومن المتوقع خلال ٢٠٣٠ قد تصل قدرة التخزين إلى ٢٩٩ مليون طن متري، بما يعادل ٧٤ ٪ من الانبعاثات المتوقعة.

ومع التخزين عبر عدة ولايات يمكن الحد من أكثر من ٩٠٪ من الانبعاثات المتوقعة المرتبطة بمراكز البيانات.

أوضح الباحثون أن تقديرات الدراسة تعد محافظة، لأنها تشمل فقط مراكز البيانات التي أعلنت احتياجاتها من الطاقة بشكل رسمي. كما تفترض الدراسة أن مراكز البيانات التي لم تكشف الشركات عن مصادر الكهرباء الخاصة بها ستعتمد على شبكة الكهرباء في الولاية، مع بقاء مزيج الطاقة المستخدم في كل ولاية دون تغيير حتى عام ٢٠٣٠.

ورغم أن احتجاز الكربون لا يُطرح باعتباره الحل الوحيد، فإن الدراسة تؤكد أن التكوينات الجيولوجية المتاحة في الولايات المتحدة توفر فرصة كبيرة للحد من التأثير المناخي للتوسع في مراكز بيانات الذكاء الاصطناعي، كما تقدم إطارًا يعتمد على مستوى كل ولاية لتحقيق التوازن بين نمو البنية التحتية الرقمية وأهداف خفض الانبعاثات.

وقال لا و: «سيتطلب اقتصاد الذكاء الاصطناعي كميات هائلة من الطاقة. وتساعد دراستنا في تحديد الأماكن التي يتزايد فيها الطلب، والمناطق التي يُحتمل أن ترتفع فيها الانبعاثات، والمواقع التي يمكن أن يسهم فيها تخزين الكربون في الحد من هذه التأثيرات».

اقتصاد الكربون.. عندما أصبح خفض الانبعاثات فرصة استثمارية

كتبت/ : جانا عزام

عندما أصبح للكربون ثمن

لعقود طويلة، ارتبط الكربون في الأذهان بكونه أحد أبرز مسببات تغير المناخ، وكان خفض الانبعاثات يُنظر إليه باعتباره التزامًا بيئيًا تتحمله الحكومات والشركات لحماية كوكب الأرض، لكن هذا المشهد تغيّر خلال السنوات الأخيرة، فلم يعد الكربون مجرد غاز يهدد المناخ، بل أصبح عنصرًا في منظومة اقتصادية عالمية، تُباع فيها أرصدة خفض الانبعاثات وتُشترى، وتُوجه من خلالها استثمارات بمليارات الدولارات إلى مشروعات الطاقة المتجددة، وإدارة المخلفات، وحماية الغابات.

ومع تسارع التزامات الدول بتحقيق الحياد الكربوني، برزت أسواق الكربون كإحدى أهم أدوات تمويل العمل المناخي، إذ تمنح قيمة اقتصادية لكل طن من الانبعاثات يتم تجنب إطلاقه أو إزالته من الغلاف الجوي.

وأصبح خفض الانبعاثات لا يحقق أثرًا بيئيًا فقط، بل يفتح أيضا آفاقًا جديدة للاستثمار والتمويل.

وتشير أحدث بيانات البنك الدولي إلى أن سياسات تسعير الكربون تغطي ما يقرب من ٣٠٪ من الانبعاثات العالمية، وحققت أكثر من ١٠٧ مليارات دولار من الإيرادات الحكومية خلال عام ٢٠٢٥، وهو ما

يعكس تزايد الاعتماد على هذه الآليات باعتبارها أداة اقتصادية إلى جانب دورها في دعم السياسات المناخية.

ورغم هذا النمو المتسارع، لا تزال أسواق الكربون تثير تساؤلات مهمة؛ فهل تمثل وسيلة فعالة لتقليل الانبعاثات وتسريع التحول نحو الاقتصاد الأخضر؟ أم أنها قد تتحول إلى وسيلة تسمح لبعض الجهات بتعويض انبعاثاتها بدلًا من خفضها فعليًا؟ وبين الفرص والتحديات، يفرض اقتصاد الكربون نفسه كأحد أبرز الملفات المؤثرة في مستقبل التنمية المستدامة.

"من الاتفاقيات الدولية إلى أسواق الكربون"

لم تظهر أسواق الكربون بصورة مفاجئة، بل جاءت نتيجة مسار طويل من المفاوضات الدولية الهادفة إلى مواجهة تغير المناخ.

ففي عام ١٩٩٧، أقر المجتمع الدولي بروتوكول كيوتو، الذي وضع للمرة الأولى أهدافًا ملزمة لخفض الانبعاثات في عدد من الدول الصناعية، وقدم آليات تسمح بتنفيذ مشروعات تقلل الانبعاثات بتكلفة أقل.

ومع اعتماد اتفاق باريس للمناخ عام ٢٠١٥، اكتسبت هذه الآليات زخمًا أكبر، إذ نصت المادة السادسة من الاتفاق على إمكانية التعاون بين الدول في تبادل نتائج خفض الانبعاثات وفق قواعد تضمن الشفافية وتمنع احتساب التخفيضات أكثر من مرة.

ومنذ ذلك الحين، لم يعد خفض الانبعاثات مجرد التزام بيئي، بل أصبح عنصرًا يجذب الاستثمارات ويدعم تمويل مشروعات الطاقة المتجددة، وإدارة المخلفات، واستعادة الغابات، وغيرها من المشروعات التي تسهم في بناء اقتصاد منخفض الكربون.

"كيف يعمل اقتصاد الكربون؟"

تعتمد أسواق الكربون على فكرة بسيطة، لكنها أحدثت تحولًا في طريقة التعامل مع الانبعاثات.

فإذا نجح مشروع في منع انبعاث طن متري واحد من ثاني أكسيد الكربون أو ما يعادله من غازات الاحتباس الحراري، يحصل على رصيد كربوني يمكن تداوله أو بيعه لشركات أو جهات أخرى تحتاج إلى تعويض جزء من انبعاثاتها.

ولا يحصل أي مشروع على هذه الأرصدة بمجرد الإعلان عن أهدافه البيئية، بل يخضع لعمليات دقيقة من القياس والتحقق بواسطة جهات مستقلة، للتأكد من أن التخفيضات حقيقية وقابلة للقياس ومستدامة.

ويُستخدم الرصيد الكربوني مرة واحدة فقط بعد تسجيله وإلغائه

(Retirement)، لمنع احتساب خفض الانبعاثات أكثر من مرة، وهي إحدى القواعد الأساسية التي تضمن نزاهة أسواق الكربون وشفافية تداول الأرصدة.

وتشمل المشروعات المؤهلة لإصدار أرصدة كربونية قطاعات متعددة، من أبرزها:

- الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.
- إدارة المخلفات وإعادة التدوير.
- التقاط غاز الميثان من المدافن الصحية.
- تحسين كفاءة الطاقة في المصانع.
- حماية الغابات وإعادة التشجير.
- مشروعات التقاط الكربون وتخزينه.

وتنقسم أسواق الكربون إلى نوعين رئيسيين: أسواق إلزامية تنشئها الحكومات وتُلزم من خلالها قطاعات معينة بخفض الانبعاثات أو شراء تصاريح إضافية عند تجاوز الحدود المقررة، وأسواق طوعية تلجأ إليها الشركات بإرادتها لدعم أهدافها المناخية وتنفيذ استراتيجيات الاستدامة.

ولا يوجد سعر عالمي موحد للكربون، إذ يتحدد وفقًا لنوع السوق، وجودة الرصيد الكربوني، وطبيعة المشروع، ومستويات العرض والطلب.

٥ حقائق عن اقتصاد الكربون:

يمثل الرصيد الكربوني خفضًا أو إزالة طن متري واحد من ثاني أكسيد الكربون أو ما يعادله من غازات الاحتباس الحراري.

يوجد حاليًا ٨٧ سياسة مطبقة لتسعير الكربون حول العالم، تشمل أنظمة تداول الانبعاثات وضرائب الكربون.

تغطي سياسات تسعير الكربون ما يقرب من ٣٠٪ من الانبعاثات العالمية.

حققت أدوات تسعير الكربون أكثر من ١٠٧ مليارات دولار من الإيرادات الحكومية خلال عام ٢٠٢٥.

لا يوجد سعر عالمي موحد للكربون، إذ تختلف الأسعار باختلاف نوع السوق وجودة المشروع وآليات العرض والطلب.

من المستفيد من اقتصاد الكربون؟

لم تعد أسواق الكربون مجرد آلية لتنظيم الانبعاثات، بل أصبحت جزءًا من اقتصاد عالمي يفتح آفاقًا جديدة للاستثمار والتمويل. فالمشروعات التي تنجح في خفض الانبعاثات أو إزالتها من الغلاف الجوي لا تحقق أثرًا بيئيًا فقط، بل يمكنها أيضًا الحصول على عائد اقتصادي من خلال إصدار وبيع أرصدة الكربون، وهو ما غيّر نظرة العديد من الشركات إلى الاستدامة، لتصبح فرصة للنمو بدلاً من كونها تكلفة إضافية.

وتأتي مشروعات الطاقة المتجددة في مقدمة المستفيدين من هذا التحول، إذ لا تقتصر عوائد محطات الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح على إنتاج الكهرباء النظيفة، بل يمكنها أيضًا الاستفادة من أسواق الكربون بعد استيفاء المعايير الدولية، بما يوفر مصدرًا إضافيًا للتمويل ويشجع على التوسع في الاستثمارات الخضراء.

كما تمثل مشروعات إدارة المخلفات فرصة واعدة، خاصة تلك التي تعتمد على التقاط غاز الميثان من المدافن الصحية

أو إعادة تدوير المخلفات، حيث تسهم في تقليل الانبعاثات وتحويلها إلى قيمة اقتصادية، إلى جانب ما تحققه من فوائد بيئية وصحية.

ولا تقتصر الاستفادة على هذه القطاعات، فالشركات الصناعية التي تستثمر في تحسين كفاءة الطاقة وتحديث خطوط الإنتاج تستطيع خفض استهلاك الوقود وتقليل تكاليف التشغيل، مع تعزيز قدرتها التنافسية والاستفادة من آليات الكربون وفقًا للضوابط المنظمة.

وفي الوقت نفسه، أصبحت أسواق الكربون محل اهتمام المؤسسات المالية وصناديق الاستثمار، التي تنظر إليها باعتبارها إحدى الأدوات الداعمة للتحول نحو الاقتصاد منخفض الكربون، في ظل تزايد التزامات الدول والشركات بالوصول إلى الحياد الكربوني.

"نماذج من الواقع "

"مجمع بنبان... نموذج مصري للتحول الأخضر"

يُعد مجمع بنبان للطاقة الشمسية بمحافظة أسوان أحد أكبر مجمعات الطاقة الشمسية في العالم، ويمثل نموذجًا مصريًا بارزًا لدمج التنمية الاقتصادية بالاستدامة البيئية ،ويسهم المشروع في زيادة إنتاج الكهرباء من مصادر متجددة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وخفض الانبعاثات، بما يدعم جهود الدولة في التحول نحو الاقتصاد الأخضر، ويعزز قدرتها على جذب الاستثمارات في مشروعات الطاقة النظيفة.

"البورصة المصرية... أول سوق طوعية منظمة في أفريقيا"

في أغسطس ٢٠٢٤، أطلقت البورصة المصرية أول سوق طوعية منظمة لتداول شهادات خفض الانبعاثات الكربونية في أفريقيا، بهدف توفير منصة لتداول الشهادات الصادرة عن المشروعات التي تحقق خفضًا فعليًا للانبعاثات وفقًا للمعايير الدولية.

وتمثل هذه الخطوة نقلة مهمة في مسار التمويل المستدام، إذ تتيح للشركات والمطورين الاستفادة من القيمة الاقتصادية لخفض الانبعاثات، كما تدعم جذب الاستثمارات إلى قطاعات الطاقة المتجددة، وإدارة المخلفات، والزراعة المستدامة، وغيرها من المشروعات منخفضة الكربون.

الاتحاد الأوروبي... أكبر سوق للكربون عالميًا

وعلى المستوى الدولي، يُعد نظام تداول الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي (EU ETS) أكبر وأقدم أسواق الكربون في العالم، إذ يغطي آلاف المنشآت الصناعية ومحطات الطاقة وقطاع الطيران داخل الاتحاد الأوروبي. ويُنظر إليه باعتباره أحد أبرز النماذج التي وظفت الأدوات الاقتصادية لتشجيع خفض الانبعاثات، مع استمرار تطوير قواعده لضمان تحقيق نتائج بيئية أكثر فاعلية.

"الوجه الآخر لاقتصاد الكربون"

رغم النمو المتسارع الذي تشهده أسواق الكربون، فإنها لا تخلو من التحديات، فبينما ينظر إليها مؤيدوها باعتبارها وسيلة فعالة لتوجيه الاستثمارات نحو الاقتصاد الأخضر، يرى منتقدون أن نجاحها يعتمد على جودة التطبيق والرقابة، وليس على فكرة السوق في حد ذاتها.

ويتمثل أحد أبرز الانتقادات في أن بعض الشركات قد تلجأ إلى شراء أرصدة الكربون لتعويض انبعاثاتها، بدلًا من الاستثمار في تقنيات تقلل الانبعاثات من المصدر، وهو ما قد يؤخر التحول الحقيقي نحو إنتاج أكثر استدامة.

كما يرتبط هذا الجدل بمصطلح "الغسل الأخضر" (Greenwashing)، ويقصد به استخدام بعض المؤسسات للمبادرات البيئية أو شراء أرصدة الكربون لتحسين صورتها أمام الرأي العام، بينما تظل أنشطتها الأساسية مسؤولة عن مستويات مرتفعة من الانبعاثات.

ولهذا، اتجهت مؤسسات دولية إلى تطوير معايير أكثر صرامة لضمان جودة الأرصدة الكربونية، بحيث تكون التخفيضات حقيقية، وقابلة للقياس ومستقلة، وخاضعة للتحقق من جهات محايدة، بما يعزز الثقة في الأسواق ويضمن أن تحقق أهدافها البيئية.

ورغم هذه التحديات، يتفق الخبراء على أن أسواق الكربون يمكن أن تصبح أداة مؤثرة في دعم التحول نحو الاقتصاد منخفض الكربون، إذا ارتبطت بالشفافية، والرقابة الفعالة، والاستثمار الحقيقي في خفض الانبعاثات، لا بالاكتفاء بتعويضها.

"مصر.. نحو اقتصاد منخفض الكربون"

لم يعد التحول نحو الاقتصاد منخفض الكربون في مصر يقتصر على الوفاء بالالتزامات الدولية، بل أصبح جزءًا من رؤية تنموية تستهدف تعزيز تنافسية الاقتصاد الوطني، وجذب الاستثمارات، ودعم التحول نحو الاقتصاد الأخضر.

وشهدت السنوات الأخيرة خطوات مهمة في هذا الاتجاه، كان أبرزها استضافة مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ (COP27) بمدينة شرم الشيخ عام ٢٠٢٢، الذي عزز مكانة مصر على خريطة العمل المناخي، وسلط الضوء على أهمية تمويل مشروعات التكيف والتخفيف، خاصة في الدول النامية.

وفي السياق نفسه، أطلقت الدولة الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠، التي تستهدف خفض الانبعاثات، وتعزيز القدرة على التكيف مع آثار تغير المناخ، ودمج اعتبارات الاستدامة في خطط التنمية الاقتصادية.

كما أطلقت برنامج "نُوَفِّي" (NWFE)، الذي يربط بين قطاعات المياه والغذاء والطاقة، بهدف جذب التمويلات الدولية وتسريع تنفيذ مشروعات التنمية الخضراء، إلى جانب التوسع في مشروعات الطاقة المتجددة، والهيدروجين الأخضر، والنقل المستدام، وتحسين إدارة المخلفات.

وتواصل مصر أيضًا تعزيز أدوات التمويل المستدام، بعدما أصبحت أول دولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تصدر سندات خضراء سيادية، في خطوة هدفت إلى تمويل مشروعات صديقة للبيئة في قطاعات النقل والطاقة والمياه.

ويمثل إطلاق السوق الطوعية المنظمة لتداول شهادات خفض الانبعاثات الكربونية داخل البورصة المصرية محطة مهمة في هذا المسار، إذ يفتح الباب أمام الشركات والمطورين للاستفادة من القيمة الاقتصادية لخفض الانبعاثات، ويعزز قدرة

المشروعات المصرية على المنافسة في الأسواق العالمية، خاصة مع تزايد الاهتمام بالبصمة الكربونية للمنتجات.

ورغم هذه الخطوات، لا يزال نجاح سوق الكربون في مصر مرتبطًا بتوسيع قاعدة المشروعات المؤهلة، وتعزيز أنظمة القياس والتحقق، ورفع وعي القطاع الخاص بآليات التمويل المناخي، بما يضمن بناء سوق تتمتع بالمصداقية والثقة على المستوى الدولي.

"المستقبل.. عندما تصبح الاستدامة محركًا للنمو"

يتجه العالم إلى مرحلة تصبح فيها الانبعاثات الكربونية عنصرًا مؤثرًا في قرارات الاستثمار والتجارة، وليس مجرد قضية بيئية. ومع تزايد الالتزامات الدولية بالحياد الكربوني، يتوقع أن يتنامى دور أسواق الكربون في تمويل المشروعات منخفضة الانبعاثات، وتحفيز الابتكار في مجالات الطاقة والصناعة والنقل والزراعة.

وبالنسبة لمصر، تمثل هذه التحولات فرصة لتعزيز مكانتها كمركز إقليمي للاقتصاد الأخضر، مستفيدة من موقعها الجغرافي، والتوسع في مشروعات الطاقة المتجددة، وتطوير البنية التشريعية الداعمة للاستثمار المستدام.

لكن نجاح هذه الفرصة سيظل مرهونًا بوجود مشروعات تحقق أثرًا بيئيًا حقيقيًا، وتطبيق معايير دقيقة للقياس والتحقق، بما يضمن أن تصبح أرصدة الكربون أداة لدعم التنمية المستدامة، لا مجرد وسيلة للتداول.

وفي النهاية، قد لا تكون أسواق الكربون الحل الوحيد لمواجهة تغير المناخ، لكنها تعكس تحولًا مهمًا في طريقة تعامل العالم مع البيئة، فخفض الانبعاثات لم يعد مجرد التزام بيئي، بل أصبح عاملًا اقتصاديًا يؤثر في قرارات الاستثمار، وتنافسية الشركات، وفرص التمويل.

ويبقى التحدي الحقيقي هو تحقيق التوازن بين البعد الاقتصادي والهدف البيئي، حتى تظل قيمة الكربون مرتبطة بخفض الانبعاثات على أرض الواقع، بما يدعم جهود التنمية المستدامة ويحافظ على حق الأجيال القادمة في بيئة أكثر أمانًا.

من الألواح إلى التوربينات.. التكنولوجيا تقود ثورة ذكية في قطاع الطاقة المتجددة

كتب /خالد الديب

يشهد قطاع الطاقة المتجددة حول العالم تحولًا رقميًا متسارعًا مع توسع الاعتماد على الأتمتة والتقنيات الذكية لإدارة محطات التوليد وتحسين كفاءتها التشغيلية، فمع تزايد حجم مشروعات الطاقة الشمسية والرياح والطاقة الكهرومائية، أصبحت الأنظمة الرقمية عنصرًا أساسيًا في مراقبة الأصول، وتحليل البيانات، والتنبؤ بالأعطال، ورفع موثوقية إنتاج الكهرباء.

وانتقلت الأتمتة في قطاع الطاقة خلال السنوات الماضية من أنظمة التحكم التقليدية إلى منظومات أكثر تطورًا تعتمد على وحدات التحكم المنطقية القابلة للبرمجة (PLC)، وأنظمة التحكم الإشرافي وجمع البيانات (SCADA)، وصولًا إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والروبوتات، والتوائم الرقمية.

وتتيح هذه التقنيات للمشغلين مراقبة المحطات عن بُعد والتحكم في أصول متعددة من خلال منصات مركزية، بما يسهم في تقليل الأعطال، وخفض الفاقد، وتحسين كفاءة التشغيل والصيانة.

الطاقة الكهرومائية من مراقبة السدود إلى تحسين إدارة المياه

في محطات الطاقة الكهرومائية، تلعب الأتمتة دورًا محوريًا في تحسين استخدام الموارد المائية وتعظيم إنتاج الكهرباء، إذ تقوم الأنظمة الذكية بمراقبة مستويات المياه، ومعدلات التدفق، والطلب على الطاقة بشكل لحظي، مما يساعد المشغلين على اتخاذ قرارات تشغيلية أكثر دقة.

كما تعتمد المحطات الحديثة على أجهزة استشعار موزعة داخل المنشآت لمتابعة حالة

المعدات الحيوية، مثل التوربينات والمولدات، من خلال قياس الاهتزازات ودرجات الحرارة والضغط ومؤشرات الأداء المختلفة، وتساعد هذه البيانات في اكتشاف المشكلات مبكرًا قبل تطورها إلى أعطال مكلفة.

وتساهم الطائرات المسيرة والروبوتات تحت الماء وتقنيات تحليل الصور المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تطوير عمليات فحص السدود والمنشآت المائية، حيث يمكنها اكتشاف التسربات أو التغيرات الهيكلية التي قد يصعب رصدها بالطرق التقليدية.

التنبؤ بالفيضانات وإدارة المخاطر بالأنظمة الذكية

كما تدعم الأنظمة الذكية التنبؤ بالفيضانات من خلال دمج بيانات الطقس ومستويات المياه ونماذج التدفق المائي، ما يعزز قدرة المحطات على الاستجابة للطوارئ وتحسين إدارة المخاطر.

ومن التقنيات الناشئة التي بدأت تحظى باهتمام متزايد في قطاع الطاقة الكهرومائية تقنية "التوأم الرقمي"، التي تعتمد على إنشاء نموذج افتراضي للمعدات والمنشآت باستخدام البيانات التشغيلية الفورية، بما يسمح بمحاكاة ظروف التشغيل المختلفة وتحسين الأداء.

الأتمتة في تصنيع الألواح الشمسية

تشهد محطات الطاقة الشمسية توسعًا كبيرًا في استخدام الأتمتة عبر مختلف مراحل دورة حياة المشروع، بدءًا من التصنيع وحتى التشغيل والصيانة.

ففي مصانع الألواح الشمسية، أصبحت الروبوتات تستخدم في عمليات مناولة الخلايا، وتجميع الوحدات، وتركيب الإطارات، ما يساعد على رفع جودة الإنتاج وتقليل الأخطاء وتلف المكونات.

وخلال مرحلة تنفيذ المشروعات، توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي دعمًا في التخطيط وإدارة الجداول الزمنية وسلاسل الإمداد، بينما تستخدم الطائرات المسيرة في أعمال المسح ومتابعة تقدم الإنشاءات، إضافة إلى تقنيات الرؤية الحاسوبية لاكتشاف عيوب التركيب.

أما في مرحلة التشغيل، فتقوم أجهزة الاستشعار الذكية بجمع بيانات مستمرة حول الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة وأداء الألواح والمحولات. ويتم تحليل هذه البيانات عبر منصات رقمية متكاملة تساعد على اكتشاف المشكلات مثل تراكم الأتربة، وتراجع أداء المحولات، وأعطال التوصيلات قبل تأثيرها على الإنتاج.

كما أسهمت الطائرات المسيرة المزودة بالكاميرات الحرارية في تطوير عمليات الفحص، حيث تستطيع اكتشاف النقاط الساخنة وأعطال الخلايا بسرعة ودقة أكبر، بينما تساعد نماذج الذكاء الاصطناعي في تحسين توقعات إنتاج الطاقة من خلال تحليل بيانات الطقس والتاريخ التشغيلي للمحطات.

وفي مجال زيادة الإنتاجية، أصبحت أنظمة التتبع الشمسي المؤتمتة من الحلول الرئيسية لتعظيم الاستفادة من الإشعاع

الشمسي، حيث تقوم بتحريك الألواح وفقًا لموقع الشمس والظروف الجوية، كما تستخدم الأنظمة المتقدمة بيانات الطقس والرياح والسحب لتحسين زوايا الألواح بشكل مستمر.

وتسهم الروبوتات المستخدمة في تنظيف الألواح في تقليل خسائر الغبار والأتربة مع خفض استهلاك المياه، كما تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحديد أفضل أوقات التنظيف وفقًا لحالة الموقع والظروف المناخية.

أنظمة التحكم الذكية في توربينات الرياح

تعتمد توربينات الرياح الحديثة على أنظمة تحكم متقدمة تقوم بمراقبة سرعة الرياح واتجاهها ودرجة الحرارة وحالة المعدات بشكل مستمر، مايسمح بتحسين التشغيل وتقليل الأعطال.

وتستخدم أنظمة الذكاء الاصطناعي تحليلات البيانات لتحديد الأنماط غير الطبيعية في أداء التوربينات، مثل الاهتزازات غير المعتادة أو ارتفاع درجات الحرارة، مما يساعد على تنفيذ الصيانة قبل حدوث الأعطال المفاجئة.

كما تقوم الأنظمة الذكية بضبط زاوية الشفرات واتجاه التوربينات تلقائيًا لتحقيق أفضل استفادة من ظروف الرياح، إضافة إلى تقليل تأثيرات الظلال الهوائية بين التوربينات داخل مزارع الرياح.

وتكتسب هذه التقنيات أهمية خاصة في مزارع الرياح البحرية، حيث ترتفع تكلفة عمليات الصيانة بسبب صعوبة الوصول إلى التوربينات، ولهذا تتزايد الاستعانة بالطائرات المسيرة والروبوتات المزودة بالكاميرات وأجهزة الاستشعار لفحص الهياكل وتنفيذ بعض أعمال الصيانة.

كما يمثل التوأم الرقمي أحد الاتجاهات المستقبلية المهمة في قطاع الرياح، إذ يتيح مراقبة حالة المعدات وتحليل الأداء عن بُعد وتحسين قرارات التشغيل.

محطات أكثر ذكاءً واستدامة

مع استمرار نمو مشروعات الطاقة المتجددة عالميًا، أصبحت الأتمتة الرقمية عاملًا رئيسيًا في تعزيز كفاءة القطاع وتحقيق أهداف الاستدامة، فالتقنيات الذكية لا تقتصر على تحسين الإنتاج فقط، بل تساعد أيضًا في تقليل تكاليف التشغيل، وخفض استهلاك الموارد، ورفع مستويات السلامة.

ومن المتوقع أن يتزايد الاعتماد على الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والروبوتات خلال السنوات المقبلة، لتتحول محطات الطاقة المتجددة إلى منظومات ذكية قادرة على التنبؤ، والتكيف، واتخاذ القرارات التشغيلية بكفاءة أعلى.

وبذلك تمثل الأتمتة أحد المحركات الأساسية للانتقال نحو منظومة طاقة أكثر مرونة وموثوقية واستدامة.

الشريك الرسمي
Official Partner

الراعي الفضي
Silver Sponsors

الشريك الإبداعي
Creative Partner

الداعمون
Supporters

الشريك الإعلامي
Media Partners

مقدم من
Powered by

Book Your Seat Now
www.atharnetwork.com