

تعليق

التحوّل الرقميّ في صناعة النفط والغاز: زخمٌ مؤقت أم آمالٌ مرجوة؟

مايو 2022

ماجد السويلم وعبد الغني دني



قدمت صناعة النفط والغاز خدمات جلييلة للعالم على مدى عقود تمثلت في إمدادات الطاقة الموثوقة، والميسورة التكلفة، والمأمونة. ويُتوقع أيضًا بالتزامن مع تسارع التوقعات السكانية العالمية، أن يرتفع الطلب على كل أشكال الطاقة، وأن تهيمن الهيدروكربونات على مزيج الطاقة في المستقبل القريب. إلا أن الأهداف العالمية الحالية للغازات الدفيئة والتعريف الحالي للطاقة النظيفة يبرزان فرصة إدارة الانبعاثات، وبتحان حافزًا اقتصاديًا للمنتجين والمستهلكين لإزالة الكربون، ويؤدي كل منهما دورًا بالغ الأهمية في تحولات الطاقة.

لقد غيرت تقنيات الثورة الصناعية الرابعة حياتنا اليومية، مثل الذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي، والحوسبة السحابية، وقواعد البيانات المتسلسلة، ومفهوم إنترنت الأشياء. وتتاح لشركات النفط والغاز فرصة تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة لإحداث تحولات تكنولوجية في عملياتها من حيث تحسين الكفاءة، وتحقيق أهداف الغازات الدفيئة.

في الواقع، استخدمت شركات النفط والغاز التقنيات الرقمية منذ فترة بعيدة من أجل تحسين عملية صنع القرار بالاستكشافات وتشغيل الأصول، وذلك في خزانات الهيدروكربون، وشبكات خطوط الأنابيب، ومرافق المعالجة النهائية. ومع ذلك فإن العديد من جهود التحول الرقمي واسعة النطاق -مثل مبادرات حقول النفط الرقمية- كانت تحيط بها العقبات والتحديات، ولم تلتزم بعودها للأسباب مختلفة. أما في عصر تحولات الطاقة، فإن كبار منتجي النفط والغاز يرفعون سقف توقعاتهم، ويؤكدون أهمية التحول الرقمي في إعادة تشكيل مستقبل هذه الصناعة التي تحفزها سلسلة من الاتجاهات للاقتصاد الكلي، والاجتماعية، والتقنية.

يوضح هذا التعليق ماهية التحول الرقمي لجمهور غير متخصص، ويدرس الدور المتنامي لهذا التحول في تسريع التحول الرقمي في المراحل الأولى، ويؤكد أهمية تدابير الأمن والمرونة في الحد من حالات تعطل العمليات مع تبني التحول الرقمي.

ما التحول الرقمي؟

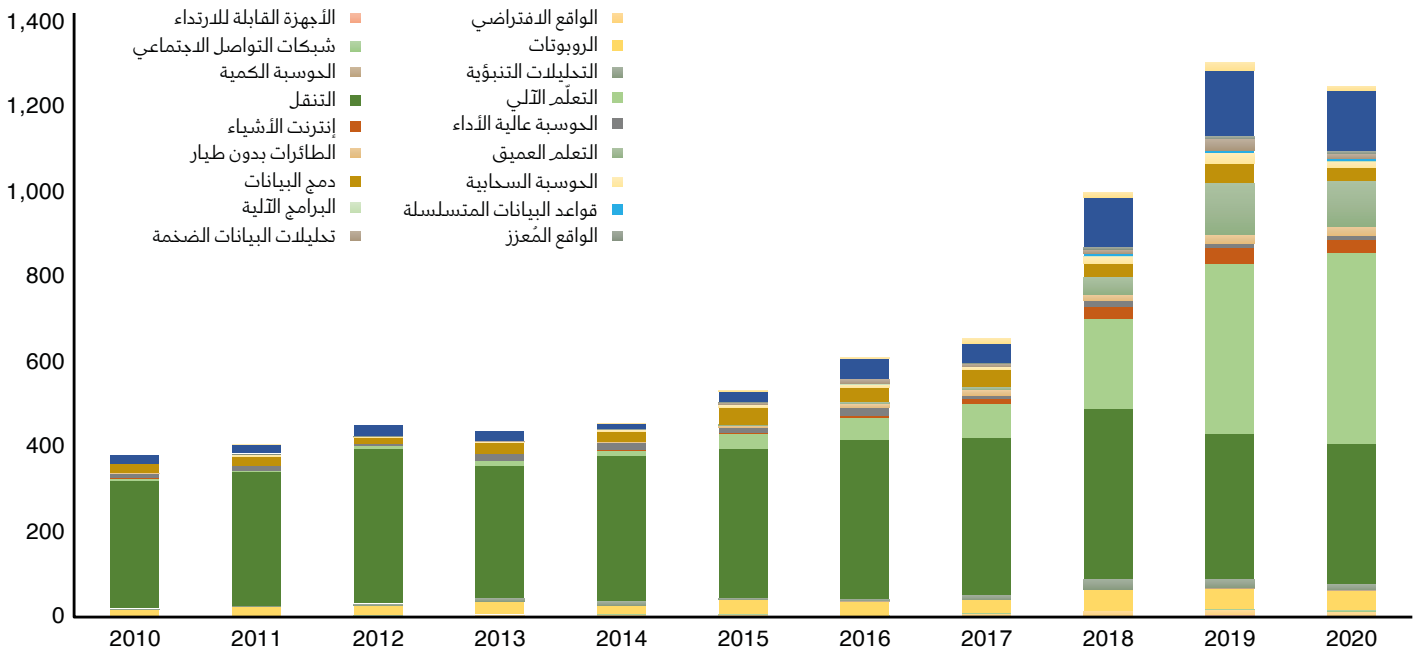
يشير التحول الرقمي¹ إلى تمكين أو تحسين العمليات من خلال الاستفادة من التقنيات الرقمية مثل أجهزة الاستشعار الذكية، والروبوتات، والأدوات الرقمية مثل البيانات الضخمة، والذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي (Gupta 2020). أصبحت صناعة النفط والغاز في العقد الماضي أكثر قدرة على المنافسة بنحو متزايد مع مواجهتها لتحديات متعددة الأوجه، مثل تغير المناخ، وإيقاف تشغيل حقول النفط، والقوى العاملة المتغيرة (Roberts, Flin, Millar, & Corradi 2021). وتبعًا لذلك، اكتسب التحول الرقمي زخمًا أكبر، وأصبحت شركات النفط

يرفع كبار منتجي النفط والغاز سقف توقعاتهم ويؤكدون أهمية التحول الرقمي في إعادة تشكيل مستقبل هذه الصناعة التي تحفزها سلسلة من الاتجاهات للاقتصادية الكلية، والاجتماعية، والتقنية

والغاز الرائدة تعتبره وسيلة محورية لتحسين الكفاءة، وإتاحة الفرص، وتسريع وتيرة إزالة الكربون من سلسلة قيمة النفط والغاز.

من جانب آخر، ازداد عدد المنشورات المتعلقة بالتقنية الرقمية في صناعة النفط والغاز بمقدار ثلاثة أضعاف منذ عام 2000م. كما قام المتخصصون في مجالات البترول بتحميل أكثر من 7,500 ورقة تقنية منذ عام 2000م حول التحول الرقمي على المكتبة التقنية على شبكة الإنترنت "ون بترو"²، وشهد عدد المنشورات نموًا متواضعًا منذ عام 2014م، على النحو المبين في الشكل (1). ويعزى ذلك إلى "التغير الكبير للفريق" الذي سيرد شرحه في القسم التالي، بالإضافة إلى انهيار أسعار النفط، مما يدفع الشركات إلى زيادة تكاليفها وخلق قيمة إضافية. أيضا زادت المنشورات المتعلقة بالتحول الرقمي في صناعة النفط والغاز بدرجة ملحوظة عقب إعلان اتفاقية باريس بشأن تغير المناخ، وذلك لأن العديد من شركات النفط والغاز وضعت خططها الرامية لإزالة الكربون من سلسلة قيمة النفط والغاز، مع ضمان الوفاء باحتياجات الصحة والسلامة والبيئة. كما لوحظ في الآونة الأخيرة زيادة كبيرة في عدد المنشورات المتعلقة بالتحول الرقمي خلال جائحة كوفيد-19، التي يُزعم أنها أدت إلى زيادة سرعة وتيرة الاعتماد الرقمي من جانب الجهات الفاعلة في مجال النفط والغاز.

الشكل 1. عدد المنشورات المتعلقة بالتحول الرقمي في صناعة استكشاف وإنتاج النفط والغاز.



المصدر: تحليل كابسارك استنادًا إلى مراجعات الملخصات البحثية في "ون بترو".

يعد مفهوم "التحوّل الرقمي" جديدًا نسبيًا على صناعة النفط والغاز. وأدخل المصطلح (Hudson 2012) في أوائل عام 2010، واصفًا التحوّل في نموذج الأعمال من خلال استخدام الحلول الرقمية، ويغطي العديد من المناهج التنظيمية والاجتماعية والتقنية المختلفة، وقد اكتسب زخمًا منذ عام 2017م بعد تراجع الصناعة في الفترة ما بين 2014-2016. إذ اضطرت معظم شركات النفط والغاز خلال تلك الفترة إلى تقليص حجم قوتها العاملة، واختار العديد من كبار المتخصصين في النفط والغاز الخروج من الأسواق. وقد اختفى التركيز العالي للأفراد في المراحل الوظيفية المتوسطة إلى المتأخرة فيما يشار إليه عادة في الصناعة باسم "التغير الكبير للفريق". وبدأ أعضاء جدد من القوى العاملة في العشرينات وأوائل الثلاثينات من أعمارهم في الانضمام إلى هذه الصناعة وذلك بالتزامن مع بدء انتعاشها من آثار أزمة الركود النفطي العظيم. حيث سيلعب هؤلاء الملتحقون الجدد والأذكياء رقميًا دورًا رئيسًا في تمكين التحوّل الرقمي (Parshall 2017).

تعود المحاولات الأولى الرامية إلى رقمته عمليات النفط والغاز إلى حقبة الثمانينيات من القرن الماضي، وكانت معظمها في مجالي علوم الأرض والمحاكاة المكمية، وكانت مدفوعة بالحوسبة المتقدمة والبيانات الضخمة التي تحل محل العمليات اليدوية وتحقق مخرجات أسرع وأكثر موثوقية للتمكين من اتخاذ القرارات السليمة. وأنشئت حقول النفط المؤتمتة، وحقول النفط الذكية، وحقول النفط الرقمية، بتيسير من مجموعة من التقنيات التفاعلية والتكميلية التي تمكّن الشركات من جمع البيانات وتحليلها في كل مواقع الإنتاج. كما توفر الآبار الذكية بيانات ثابتة عبر أجهزة استشعار الألياف الضوئية المتصلة بإنترنت الأشياء في جهاز الحفر حول البئر وبيئته، وتمكّن المشغلون من الاستجابة للظروف المتغيرة في الوقت الحقيقي. ويعتبر حقل النفط الذكي بمثابة المكان الذي يسعى فيه المشغلون وأصحاب المصلحة وشركات الخدمات إلى الاستفادة من تحسين إدارة البيانات والمعارف، وتعزيز النظم التحليلية في الوقت الحقيقي من أجل توليد نماذج أعمال أكثر كفاءة.

ساعدت هذه الإنجازات المشغلين على دمج العديد من العمليات الثابتة والحيوية تحت السطحية وزيادة القيمة الاقتصادية لاستغلال الهيدروكربونات واستخراجها، وطوّرت نماذج مختلفة للمحاكاة المكمية تجاريًا وأكاديميًا. مما أدى إلى زيادة الاعتماد الواسع النطاق على هذه النماذج في صناعة النفط والغاز، مثل نموذج محاكاة "باورز" الخاص بشركة أرامكو السعودية (الذي تطور من حيث قدرته وقوة معالجته وعُرف لاحقًا باسم تقنية "تيراباورز")، ومحاكي المكمين الموازي المتكامل (IPARS) التابع لجامعة تكساس.

شهدت معظم هذه
المشاريع الرقمية عقبات
وتحديات وقصور في
التنفيذ لأسباب مختلفة،
منها تقلبات أسعار
النفط، وارتفاع تكاليف
الاستثمارات الأولية،
وافتقار المؤسسات
المعنية إلى المرونة
ووجود الكفاءات الملائمة
في المجال الرقمي

وقد شجع نجاح التحول الرقمي في هذا المجال المشغلين على اعتمادهم في عملياتهم لحفر وإنتاج النفط والغاز، وقد اجتاحت هذه الصناعة موجة من مبادرات حقول النفط الرقمية في حقبة التسعينيات، وأوائل هذا القرن (World Economic Forum 2017). وتمثلت أول مبادرة سعودية لحقل نفط رقمي أخضر كبير في حقل القطيف (Al-Dossary, Al-Ghamdi, and Al-Ahmari 2008). أعقب ذلك تنفيذ واسع النطاق لحقول النفط الرقمية حيث استغلت أرامكو السعودية وفورات الحجم بكفاءة. ونظرًا لانخفاض تكلفة البرميل الواحد للشركة، تمكنت أرامكو السعودية من استيعاب ارتفاع التكاليف الثابتة، وتكاليف التحول المرتبطة بهذه المبادرات الرقمية مقابل خفض التكاليف التشغيلية. بينما يجد مشغلو النفط والغاز في أماكن أخرى صعوبة في استيعاب هذه التكاليف الإضافية، كما شكّل ذلك رادعًا حال دون تبني الكثيرين للتحول الرقمي.

الموانع والعقبات الرئيسية للتحول الرقمي

تمثلت معظم النجاحات المبكرة في صناعة النفط والغاز، في مجال التحول الرقمي في الاختبارات التجريبية أو الحقول الخضراء الصغيرة والمتوسطة الحجم، لا سيما في المواقع النائية (مثل المنصات والمنشآت البحرية). غير أن معظم هذه المشاريع الرقمية شهدت عقبات، وتحديات، وقصور في التنفيذ للأسباب المختلفة، منها تقلبات أسعار النفط، وارتفاع تكاليف الاستثمارات الأولية، وافتقار المؤسسات المعنية إلى المرونة ووجود الكفاءات الملائمة في المجال الرقمي.

وقد اختار العديد من المشغلين عدم تبني التحول الرقمي بسبب ارتفاع التكاليف المرتبطة به، مستشهدين بأن النفقات الرأسمالية لإنشاء البنية التحتية الرقمية والنفقات التشغيلية لصيانة هذه الأنظمة تتجاوز فوائدها. والواقع أن الأمر يتعلق بمقاومة متأصلة للتغيير أكثر من كونه يتعلق بالتكاليف. بل إن البعض منهم نشروا بعض التطبيقات الرقمية كساتر دخاني لذر الرماد في العيون إرضاء لعامة الناس وإظهار أنفسهم بوصفهم مبتكرين في مجال الطاقة. تمكن المشغلون على مدى عقود من العمل باستخدام تقنيات قديمة، ولم يسعوا لمواكبة أحدث الحلول المبتكرة وأفضلها. ومع ذلك، فقد انخفضت تكلفة التحول الرقمي بدرجة كبيرة في السنوات القليلة الماضية بفضل الاكتشافات التقنية السريعة، وزيادة المنافسة بين مطوري التقنيات، وزيادة القدرة على تخزين البيانات، وتسريع وتيرة أوقات المعالجة. كذلك يقدّر المشغلون ببطء وبنحو تدريجي القيمة التي تضيفها التقنية الرقمية إلى أعمالهم التجارية، لا سيما في العمليات في المناطق النائية، وتحليل البيانات والنمذجة، والتفاعل بين الإنسان والآلة.

علو على ذلك، ترتبت على دورات الانتعاش والكساد التي شهدتها أسعار النفط آثار سلبية على الاستثمار في مشاريع التحول الرقمي. فعندما ترتفع أسعار النفط، تضع شركات النفط والغاز خططًا طويلة الأجل لتطوير ونشر إستراتيجيات التحول الرقمي، ونماذج الأعمال ذات الصلة. وينبغي أن يكون الاعتماد الرقمي من الناحية المثالية معاديا للتقلبات الدورية ليجني ثماره خلال فترات الركود. وفي الواقع، فإن معظم مشاريع التحول الرقمي إما تُؤجل، أو تُهمل تمامًا عند تراجع أسعار النفط، إلا أنها سرعان ما تنهض مجددًا مثل العنقاء بمجرد عودة أسعار النفط للارتفاع.

على الرغم من تقلبات الأسعار التي تؤثر على التحول الرقمي للجهات الفاعلة في مجال النفط والغاز، إلا أن التحول الرقمي للعمليات يعد أمرًا لا مفر منه، ومن المقرر أن يشهد المشهد العالمي للطاقة تحولًا كبيرًا في العقود القادمة، مما يجعله أكثر ترابطًا وموثوقية واستدامة. وقد استفاد كبار منتجي النفط والغاز من مزاياهم النسبية في إدارة المشاريع، والتفوق التشغيلي، وتكرار المشاريع الرقمية لأنها تشكل محور التحول في مجال الطاقة وإزالة الكربون. لذلك ظهرت مؤخرًا ثلاثة عناصر إستراتيجية تعالج تحولات الطاقة مع التحول الرقمي في مركز العملية.

منوعات الطاقة: كانت نماذج الأعمال الأولى بريادة الشركات الأوروبية الكبرى مثل "شل" و"بريتيش بتروليوم"، وتهدف إلى أن تصبح شركات طاقة متكاملة من خلال تحقيق جزء أكبر من سلسلة قيمة الطاقة، واستمداد القيمة من الإلكترونيات والجزئيات الهيدروكربونية.

المحسّنات: لا يزال مطورو مشاريع النفط والغاز الكبرى – مثل أرامكو السعودية وأوكسيدنتال – يركزون على عمليات النفط والغاز مع خفض انبعاثاتها في النطاقين (1 و2) من خلال الاستفادة من بالوعات الكربون الطبيعية. ويشمل هذا الجهود المبذولة للحد من الانبعاثات والحفاظ على البيئات البحرية وإصلاحها، ونشر مشاريع احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، والتوسع في مجال الطاقة الحرارية الأرضية.

المحفزات: ركز قليل من المشغلين مثل أورستد على مصادر الطاقة المتجددة على الأجلين القصير والمتوسط، وتحولوا بعيدًا عن الوقود الأحفوري. كما أنهم بنوا قدرات كبيرة في مجال الطاقة المتجددة من خلال كفاءتها واستخدامها تجاريًا في الدول التي يعملون فيها، فضلًا عن أنهم يستخدمون التعويضات الحكومية وأرصدة الكربون لتحقيق الحياض الكربوني.



يعد التحول الرقمي للعمليات أمرًا لا مفر منه ومن المقرر أن يشهد المشهد العالمي للطاقة تحولًا كبيرًا في العقود القادمة، مما يجعله أكثر ترابطاً وموثوقية واستدامة

يمكن للجهات الفاعلة الحالية الاضطلاع بدور كبير فيما يتعلق بالتحول الرقمي، وأن تتصدى في الوقت نفسه للتغير المناخي. إذ إن لهذه الشركات مصلحة كبيرة نسبياً في نتائج السياسات المناخية، وبالتالي فإن لها مصلحة ذاتية قوية في قيادة صناعة النفط والغاز بأكملها في مجال التصدي لتغير المناخ

لم تعد البيانات بحد ذاتها توفر مزايا تنافسية لحاملها، ذلك أن العامل الرئيسي الفارق في الوقت الراهن يتمثل في الاستخدام الفعال لهذه البيانات بوصفها عملة للتبادل

بغض النظر عن النماذج البارزة المشار إليها فيما سبق، فإن بإمكان الجهات الفاعلة الحالية إحداث أثر كبير فيما يتعلق بالتحول الرقمي، وأن يتصدوا في الوقت ذاته لتغير المناخ. ذلك أن لهذه الشركات مصلحة كبيرة نسبياً في نتائج السياسات المناخية، وبالتالي فإن لها مصلحة ذاتية قوية في تولي قيادة صناعة النفط والغاز بأكملها في مجال التصدي لتغير المناخ. بينما نجد في معظم مؤتمرات ومحافل النفط والغاز، أن الشركات القائمة غالباً ما تشير إلى الآخريين بشأن مدى أهمية تبني التحول الرقمي ليس للتصدي لتغير المناخ وحسب، وإنما أيضاً لتحسين أوجه الكفاءة التشغيلية وتحقيق الفوائد التي غالباً ما تُغفل. كما يتزايد اهتمام المستهلكين بالقضايا البيئية التي تؤثر على خياراتهم في مجال الطاقة. وفقاً للمستند التقني الذي نشره المنتدى الاقتصادي العالمي، وتتراوح القيم الداخلية والخارجية للتحول الرقمي في صناعة النفط والغاز ما بين (1.6 و 2.5) تريليون دولار. كما تنشأ القيم الداخلية عن المكاسب الناتجة عن زيادة الكفاءة، وتحقيق القيم الخارجية من خلال الالتزام بالمبادئ البيئية والاجتماعية وتلك المتعلقة بحوكمة الشركات (World Economic Forum 2017).

تضمن التقنيات الرقمية تحقيق المكاسب في مجالي السلامة والكفاءة، وتقليل الأثر البيئي للهيدروكربونات إلى أدنى حد ممكن، فضلاً عن تمكين اتخاذ القرارات الفعالة من خلال تعزيز القدرات على معالجة البيانات التقنية لصناعة النفط والغاز. غير أن عدم رغبة الموظفين في تغيير الممارسات التنظيمية وعدم كفايتها كانا عاملين رئيسيين يعوقان وتيرة التحول الرقمي. كما ركزت العمليات السابقة بدرجة أقل على الطلب القائم على السوق من أجل تحقيق التحول الرقمي، وركزت بدرجة أكبر على فرضها باستخدام طريقة العرض. مما أدى إلى ثني العديد من المشغلين عن جني فوائد التحول الرقمي وإبقائهم ملتزمين بالمعايير القديمة.

كذلك لم تعد البيانات بحد ذاتها توفر مزايا تنافسية لحاملها، ذلك أن العامل الرئيسي الفارق في الوقت الراهن يتمثل في الاستخدام الفعال لهذه البيانات بوصفها عملة للتبادل. وقد اعتادت شركات النفط والغاز على العمل في عزلة ودوائر مغلقة، والتحكم في كمية البيانات المشتركة بين مختلف الوظائف داخل المنظمة. بيد أن مشغلو النفط والغاز تعلموا بوتيرة بطيئة وتدرجياً كسر هذه الحواجز والتغلب على مشكلة تباين المعلومات لأنها تتطلب تكاليف غير ضرورية. فيما أبدى بعض المشغلين – مثل شركة إكوينور – استعداداً تاماً لتبني إضفاء الطابع الديمقراطي على البيانات. وتبادلت الشركة طوعاً كافة البيانات التشغيلية المتعلقة بحقول شركة "براون" النفطية المختارة، ومشاريع طاقة الرياح البحرية، ومشاريع احتجاز الكربون وتخزينه مع الأوساط الأكاديمية ومقدمي خدماتها. وكان ذلك من أجل إرساء ثقافة التغيير، وبناء الثقة، وتشجيع الابتكار، وتأكيد مدى التزامها بأن تصبح متنوعاً بارزاً في مجال الطاقة ومطورة للتقنية (Equinor 2022).

التحول الرقمي ومستقبل خالٍ من الانبعاثات

أدت متطلبات تغير المناخ إلى إخضاع تراخيص العمل في صناعة النفط والغاز للتدقيق ، حيث اضطر مشغلو النفط والغاز إلى خفض انبعاثاتهم، والوصول إلى مستوى صاف صفري للانبعاثات بحلول عام 2050م. فيما يرغب أصحاب المصلحة على الصعيد العالمي إضفاء المزيد من الوضوح على الأنشطة، والمخاطر، والفرص المتاحة في قطاع النفط والغاز. إلا أنه لا يمكن للعالم ببساطة أن "ينفصل" عن صناعة النفط والغاز من أجل الوفاء بالالتزامات المطلوبة حيال أهداف المناخ، بل إنه يحتاج كذلك إلى التركيز على أمن الطاقة والنمو الاقتصادي في الدول النامية. ويتعين على شركات النفط والغاز في الوقت الراهن أن تكون مبتكرة أكثر من قبل، حتى وإن كان هذا يعني السعي لتبادل التقنيات مع صناعات أخرى مثل صناعة الفضاء ، والسيارات، والطب للمساعدة في تعزيز الكفاءة، وزيادة الإنتاجية، وخفض الانبعاثات الكربونية.

تعمل الصناعة بنحو متزايد على رقمته عملياتها المتعلقة بإزالة الكربون، فضلاً عن سعيها إلى الحد من آثار انبعاثاتها من الغازات الدفيئة، مما يعد أمراً ضرورياً لحماية تراخيص الصناعة لتعمل في كل مرحلة من مراحل دورة حياة البئر. ويمكن لإزالة الكربون أن تتم من خلال الكشف عن الانبعاثات لكل قدم محفورة وخفضها، وتقليل استهلاك الطاقة الكهربائية، وتحسين آثار انبعاثات الآبار، وغيرها من الحلول.

كما تتيح الحلول الرقمية بعضاً من أفضل الفرص المتاحة في الصناعة لتحقيق مكاسب في الأداء وخفض مستويات الانبعاثات، ويمكن القيام بذلك باستخدام المنصات والتطبيقات المفتوحة والسحابية، والتقنيات المترابطة رقمياً، والحوسبة المتطورة، والأنظمة الذاتية التشغيل، وغيرها من التقنيات. وبما أن خفض انبعاثات الغازات الدفيئة أصبح من أهم الأولويات بالنسبة لشركات النفط والغاز، فإن رقمته العمليات أو الانتقال إلى ما يسمى بحقول النفط "المؤتمتة" أو "الذكية" أصبحت الآن ضرورة ملحة وليست خياراً. ويستخدم المشغلون، والشركاء، وشركات الخدمات في الوقت الراهن الحقول "المؤتمتة" للاستفادة من تحسين إدارة البيانات والمعارف، وتعزيز النظم التحليلية الآلية الآنية ، ونماذج الأعمال الأكثر كفاءة.

كذلك بدأت العديد من الشركات الاستثمار في احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه من أجل إزالة الانبعاثات الكربونية من عملياتها، ويأتي هذا في ظل الانتقال إلى الإنتاج البالغ النضج والمخاوف بشأن ارتفاع مستويات انبعاثات الغازات الدفيئة، لذلك أصبح تنفيذ مشاريع احتجاز الكربون وتخزينه أشد تركيزاً من أي وقت مضى، لا سيما في منطقة الشرق الأوسط. إذ تمتلك المملكة العربية السعودية وحدها ما يقرب من 500 خزان للنفط والغاز في جميع أنحاء المملكة (Shabaneh, Al Suwailem, and Roychoudhury 2020). كما

يتعين على شركات النفط والغاز في الوقت الراهن أن تكون مبتكرة أكثر من قبل، حتى وإن كان هذا يعني السعي لتبادل التقنيات مع صناعات أخرى مثل صناعة الفضاء ، والسيارات، والطب للمساعدة في تعزيز الكفاءة وزيادة الإنتاجية وخفض الانبعاثات الكربونية

يساعد استخدام التقنيات التحليلية مثل التعلّم الآلي في تقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه على التدقيق في نوعية الخزانات وتصميم معدلات مثلى لحقن الكربون بالنسبة للمشاريع المحتملة لاحتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه. أما بالنسبة للمشاريع القائمة، مثل مشروع احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه في منطقة العثمانية، فترصد التقنيات الرقمية - مثل أجهزة استشعار الألياف الضوئية - حقن الكربون على امتداد سلسلة احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، خاصة في ثقب البئر والحيزّ المسامي (Alhashboul, Almufti, and Kokal 2017).

الابتكار... مرتبط الفرس

حفزت الشركات الناشئة التحوّل الرقمي، كما حفز بعض من رواد الأعمال أعظم الإنجازات في التحوّل الرقمي، وعملوا على تغيير المشهد الرقمي، وأوجدوا طلبًا جديدًا على منتجاتهم وخدماتهم. غير أن هذا كان أمراً لا يبشر بالخير بالنسبة لصناعة عملت تاريخياً على مقاومة التغيير كما أسلفنا.

ويتمثل العائق الرئيس الذي يواجه صناعة النفط والغاز في تحقيق أهدافها الرقمية المرسومة لتحسين الكفاءة وتحقيق أهداف الانبعاثات الصفيرية في الافتقار إلى الابتكار في هذا القطاع الحيوي والمنظومة التي تنميه. فعندما تم تأسيس هذه الشركات، كان الفضول يقود منتجي النفط والغاز مما دفعهم ليطوروا منظومة تراعي الإخفاقات وتعتبرها دروساً مستفادة، وكلما ازدهرت هذه الشركات وأصبحت عملياتها أكثر تعقيداً، تراجعت وتيرة زيادة الأعمال.

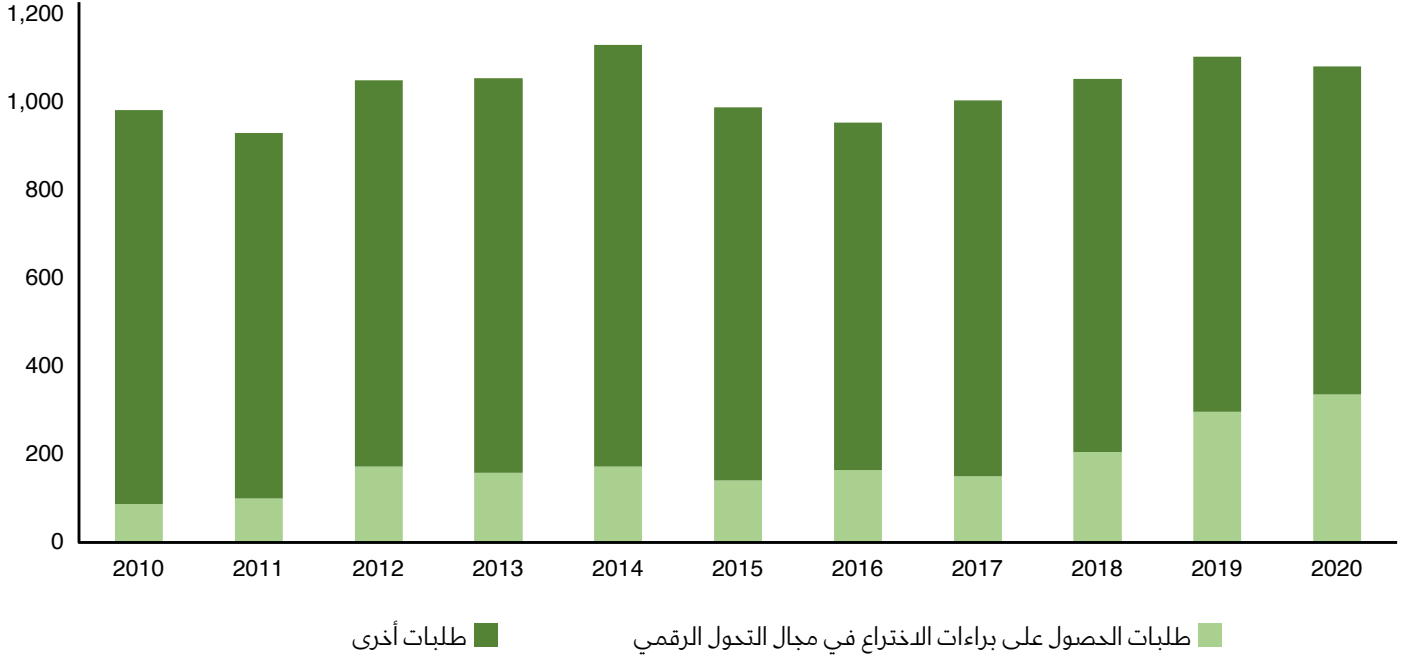
أيضاً تتبع معظم التقنيات منحنى الأداء على شكل "S" خلال حياتها، ويبدو معدل انتشار أي تقنية جديدة بطيئاً للغاية في البداية، ثم يصل إلى نقطة تحوّل، حيث تكتسب هذه التقنية القبول ويزيد انتشارها في الكثير من الأسواق. ويستمر هذا التسارع حتى تنضج التقنية. غير أننا نلاحظ أن وتيرة تبني التقنية وانتشارها في صناعة النفط والغاز أبطأ مقارنة بالصناعات الأخرى. فعلى سبيل المثال، حُفرت أول بئر أفقية في تكساس في عام 1929م، وأُجريت أول تجربة للتكسير الهيدروليكي في عام 1947م، وتم تسويقها تجارياً في عام 1949م. وعلى الرغم من أن هذه التقنيات كانت معروفة تجارياً، إلا أن الأمر استغرق ما يقرب من نصف قرن لتوسيع نطاقها في قطاع النفط الصخري (Al Suwailem and Williams 2022).

الجدير بالذكر أن بإمكان التقنيات الرقمية تحفيز الابتكار في صناعة النفط والغاز، ويمكنها بالتالي تعزيز رؤية عامة أكثر إيجابية. وتتمثل إحدى الطرق المفيدة لقياس وتيرة الابتكار وتحديد الاتجاهات التقنية في الصناعة في تقديم طلبات الحصول على براءات الاختراع. يوضح الشكل (2) عدد طلبات الحصول على براءات الاختراع المقدمة من أكبر 10 شركات للنفط والغاز من حيث القيمة السوقية. وعلى الرغم من تقلبات أسعار النفط، إلا أن عدد براءات الاختراع ظل ثابتاً نسبياً بمعدل يقرب من ألف طلب في السنة. وقد اكتسبت طلبات الحصول على براءات الاختراع لتقنيات

يتمثل العائق الرئيس
الذي يواجه صناعة
النفط والغاز في
تحقيق أهدافها الرقمية
المرسومة لتحسين
الكفاءة وتحقيق أهداف
الانبعاثات الصفيرية في
الافتقار إلى الابتكار
في هذا القطاع الحيوي
والمنظومة التي تنميه

التحول الرقمي منذ عام 2017م زخمًا بنحو ملحوظ، وشكلت ما يقرب من ثلث الطلبات المقدمة لبراءات الاختراع في عام 2020م (الشكل 2).

الشكل 2. عدد طلبات براءات الاختراع المقدمة من أكبر 10 شركات للنفط من حيث القيمة السوقية اعتبارًا من شهر أكتوبر في عام 2021.



المصدر: تحليل كابسارك استنادًا إلى طلبات براءات الاختراع في المنظمة العالمية للملكية الفكرية.

ملاحظة: اعتبارًا من شهر أكتوبر في عام 2021، أكبر 10 شركات للنفط من حيث القيمة السوقية: أرامكو السعودية، وإكسون موبيل، وشيفرون، وشل، وبتروتشاينا، وتوتال إنرجيز، وغازبروم، وكونوكو فيليبس، وبريتش بتروليوم، وروسنفت (Bhutada 2021).

تمثل إدارة البيانات الضخمة - مجال من مجالات الخبرة الأوثق صلة بالشركات مثل شركتي جوجل ومايكروسوفت - تحديًا آخر لصناعة النفط والغاز. فقد مثلت البيانات الضخمة مشكلة في صناعة النفط والغاز، وخاصة البيانات الزلزالية "السيزمية". كما أن أكبر مراكز البيانات في صناعة النفط والغاز تملكها شركات لتفسير البيانات الزلزالية، مثل شركة "لاندمارك جرافكس" (تسمى الآن "هالبرتون جرافكس")، التي تناضل من أجل إدارتها بنحو سليم. كذلك أدى التحول الرقمي للعمليات إلى بروز تحديات جديدة في إدارة وتحليل البيانات الزلزالية من الاستخدام الأمثل للموارد، وإدارة عمليات الآبار، وتحسين أداء الخزانات، وتجنب الاضطرابات. وللتغلب على هذه التحديات، أقام العديد من المشغلين شراكات مع مقدمي خدمات التخزين السحابية لتخزين كميات كبيرة من البيانات وإدارتها وتحليلها، ومن الأمثلة على ذلك الشراكة بين أرامكو السعودية ومنصة جوجل السحابية، والشراكة بين شركتي توتال إنرجيز و أمازون (Arab News 2020; TotalEnergies 2021).

تمثل إدارة البيانات الضخمة - مجال من مجالات الخبرة الأوثق صلة بالشركات مثل شركتي جوجل ومايكروسوفت - تحديًا آخر لصناعة النفط والغاز

يري جيل الألفية وجيل (زد) أن " وظائف الصناعة غير مستقرة، وعمالية (خاصة بالطبقة الكادحة)، وصعبة، وخطيرة، ومضرة بالمجتمع "

قد تؤثر الأهمية المتنامية للبيانات الضخمة على المهارات المطلوبة في العمليات، وكيفية تعليم المهنيين في مجال البترول في الجامعات. كما فقدت هذه الصناعة جاذبيتها بين جيل الألفية، مما أدى إلى نقص في الأشخاص ذوي المهارات العالية، لا سيما أولئك ذوي المهارات التقنية. فيما تميل الأجيال الأصغر سنًا إلى تجنب الانضمام إلى صناعة النفط والغاز بسبب وجود تاريخ طويل من فترات الانتعاش والكساد.

حيث يري جيل الألفية وجيل (زد) أن: " وظائف الصناعة غير مستقرة، وعمالية (خاصة بالطبقة الكادحة)، وصعبة، وخطيرة، ومضرة بالمجتمع"، ويرى 62% من المراهقين الذين تتراوح أعمارهم ما بين (16 و19) عامًا أن المهنة في النفط والغاز تعتبر غير جذابة، ووفقًا لدراسة استقصائية أجريت على عينة ضمت 1200 شاب أمريكي، فإن 39% من المستطلعين يرون أن الصناعة تعد غير جذابة للمرة (EY 2017).

كذلك مما يؤسف عليه أن صناعة النفط والغاز تواجه في الوقت الحالي مشكلة في اجتذاب المواهب، إذ إن أعداداً كبيرة من العاملين ذوي الخبرة - منهم المهندسون المدربون تدريباً عالياً - يتقاعدون من هذه الصناعة، ويحل القليل من الملتحقين الجدد محلهم. بالإضافة إلى ذلك، فإن البعض منهم يتقاعدون وهم على علم بالانحسار المملوكة أو الموروثة التي لم تعد تحظى بدعم البائعين. ومع ذلك، فقد تجد شركات النفط والغاز طريقة للتغلب على هذه التحديات المزدوجة من خلال تبني التحوّل الرقمي.

الأمن السيبراني في صناعة النفط والغاز

يساعد التحوّل الرقمي هذا القطاع على التصدي لتغير المناخ، وتحسين العمليات للحد من الانبعاثات، والمساعدة على إزالة الانبعاثات الكربونية. ومع ذلك يعتبر الأمن السيبراني قضية رئيسة تعززها الهجمات السيبرانية المتزايدة على مرافق الطاقة في كافة أنحاء العالم، ومن آخر ضحايا الاختراقات السيبرانية خط أنابيب "كولونيال" في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2021م، الذي أثر على إمدادات النفط والغاز في أجزاء من البلاد وإعلان بعض الولايات عن حالات الطوارئ، فضلاً عن حوادث خزانات النفط في منشآت "سي تانك" الألمانية في أنتويرب في بلجيكا وشركات "إيفوس" في هولندا، التي أثرت على مرافق تخزين النفط ونقله على مستوى العالم. وقد أصبح الأمن السيبراني تحديًا حقيقيًا، خاصة أن الهجمات أصبحت أكثر تعقيدًا وتطورًا.

كذلك تتطلب معالجة الأمن السيبراني بالتزامن مع تقدم التحوّل الرقمي المرنة ووضع التدابير والضمانات الأمنية موضع التنفيذ، يجب أن تكون الاستجابات للهجمات السيبرانية متعددة الطبقات، مما يؤدي إلى صد الهجمات الأكثر شيوعًا، متزامنة مع اتباع نهج دقيق لناقلات التهديدات المتقدمة والناشئة. كما يتعين على المنظمات معالجة أمن بيئات التقنية المعلوماتية والبيئية التقليدية، والتعامل مع التعقيدات الإضافية لإنترنت الأشياء من أجل حماية المعلومات البالغة الأهمية.

كما أنها قد تدمج العوامل المعيقة لأساليب الأعمال الرقمية المبتكرة، مثل أتمتة العمليات الروبوتية، وقواعد البيانات المتسلسلة، والذكاء الاصطناعي. ولم يكن من المهم أبداً في السابق ضمان دمج الجهود الأمنية في كل جانب من جوانب عمليات المنظمة.

الملاحظات الختامية

بما أن الثورة الصناعية الرابعة تعمل على تشكيل الطريقة التي نعيش بها، فقد أصبح التحوّل الرقمي للتشغيل التبادلي للنفط والغاز حقيقة واقعية وعلى أعتاب الثورة. كما أن هذا التحوّل الرقمي لا يتطلب نقل بيانات الشركات إلى المنصات السحابية فحسب، بل يتطلب أيضاً تعديل الطريقة التي تعمل وفقها الشركات من خلال دمج التقنيات الرقمية الجديدة في كل جانب من جوانب أعمالها.

كما أصبحت الضغوط المتزايدة على الجهات الفاعلة في الصناعة من أجل خفض انبعاثات الغازات الدفيئة أولوية قصوى بالنسبة لشركات النفط والغاز. وسيساعد التحوّل الرقمي للعمليات على تيسير تحقيق هذا الهدف. بالإضافة إلى ذلك، يتيح ارتفاع أسعار الطاقة للصناعة فرصة مواتية لزيادة تعزيز جهودها في مجال التحوّل الرقمي وتعزيز أمنها السيبراني. ومن ثم فإن التحوّل الرقمي ليس أملاً لهذه الصناعة فحسب، وإنما ضرورة إستراتيجية لكي تزدهر في تحولات الطاقة وتستعيد نشاطها.

شكر وتقدير

يزجي المؤلفون أسمى آيات الشكر والتقدير للزملاء الأعزاء كولن وارد، وشاهد حسن، وتركي الرقاص، ولينا الحمدان على توجيهاتهم وتحليلاتهم التي كانت خير عون لإعداد هذه الدراسة.

الهوامش

¹ غالباً ما يُخلط بين التحوّل الرقمي والرقمنة، إذ تركز الرقمنة على جمع البيانات وإدارتها فقط، في حين أن التحوّل الرقمي أوسع نطاقاً ويشمل تدفقات العمل، والعمليات، وكيفية تحسينها وتعزيزها لزيادة مكاسب الكفاءة وتوليد الإيرادات.

² "ون بترو" هي شركة لتجميع البيانات وليست دار نشر، لديها أشمل مكتبة إلكترونية للمؤلفات التقنية لصناعة استكشاف وإنتاج النفط والغاز، تضم أكثر من 200,000 منشور.

**تتطلب معالجة الأمن
السيبراني بالتزامن مع
تقدم التحوّل الرقمي
المرونة ووضع التدابير
والضمانات الأمنية
موضع التنفيذ**

**التحوّل الرقمي ليس
أملاً مرجحاً لهذه الصناعة
فحسب، وإنما ضرورة
إستراتيجية لكي تزدهر
في تحولات الطاقة
وتستعيد نشاطها**

Al Suwailem, Majed, and Bertrand Williams. 2022. "Integrated Oil Companies and the Requiem for A Transition: How Are They Coping with Climate Change?" KAPSARC.

Al-Dossary, Faisal, Abdulrahman Ahmed Al-Ghamdi, and Abdulrahman Saeed Al-Ahmari. 2008. "Experiences and Benefits are Gained by the Implementation of the First Intelligent Field in Saudi Aramco, (QTIF field)." Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. Society of Petroleum Engineers.

Alhashboul, Almohannad, Abdullatef Almufti, and Sunil Kokal. 2017. "Surface Facilities Design for the First CO2 EOR Demonstration Project in Saudi Arabia." EAGE Conference and Exhibition, Paris. Society of Petroleum Engineers.

Alturki, Fahad, Abdulmohsen Alkhalaf, Tadeusz Patzek, Majed Alsuwailem, Bert Williams, Frank Felder, and Ahmed Mehdi. 2022. "How Can Governments, Oil and Gas Enterprises, and Research Institutions Collaborate to End Routine Gas Flaring?" KAPSARC.

Arab News. 2020. "Saudi Aramco teams up with Google Cloud to offer services to customers in Saudi Arabia" *Arab News*, December 21. <https://www.arabnews.com/node/1780631/business-economy>

Bhutada, Govind. 2021. "Ranked: The Largest Oil and Gas Companies in the World." *Visual Capitalist*, October 25. <https://www.visualcapitalist.com/ranked-the-largest-oil-and-gas-companies-in-the-world/>

Bloomberg, Jason. 2018. "Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril." *Forbes*, April 29. <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/?sh=1a6776102f2c>

Casat, Gianfranco, Vedrana Savic, Valentin de Miguel, Trevor Gruzin, and Yoshinori Tachibana. 2021. "Youthquake meets green economy: Why businesses need to care." Accenture.

Equinor. 2022. "Data sharing in Equinor." <https://www.equinor.com/en/what-we-do/data-sharing.html>

EY. 2017. "How do we regenerate this generation's view of oil and gas?"

Gupta, Sen Mark. 2020. "What is Digitization, Digitalization, and Digital Transformation?" ARC Advisory Group, March 24. <https://www.arcweb.com/blog/what-digitization-digitalization-digital-transformation>

Henni, Abdelghani. 2015. "Crossover Technologies Enhance Innovation in Oil Industry." *Journal of Petroleum Technology* Vol. 67, p 80–82. doi: <https://doi.org/10.2118/0915-0080-JPT>

Hudson, John. 2012. "Technology Focus: Intelligent Fields Technology." *Journal of Petroleum Technology*, Vol. 64 (2012): 98. doi: <https://doi.org/10.2118/0512-0098-JPT>

Mittal, Anshu, Andrew Slaughter, and Vivek Bansal. 2017. "From Bytes to Barrels: The Digital Transformation in Upstream Oil & Gas." Deloitte Center for Energy Solutions.

Parshall, Joel. 2017. "After Years, 'Big Crew Change' Has Passed, But Learning, Training Challenges Remain." *Journal of Petroleum Technology*, June 28.

Roberts, Ruby, Rhona Flin, David Millar, and Luca Corradi. 2021. "Psychological factors influencing technology adoption: A case study from the oil and gas industry." *Technovation* Vol. 102. no 102219. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102219>

Shabaneh, Rami, Majed Al Suwailem, and Jitendra Roychoudhury. 2020. "World's First Blue Ammonia Shipment Signals Prospective New Low-Carbon Energy Trade for Saudi Arabia." KAPSARC.

TotalEnergies. 2021. "TotalEnergies and Amazon announce strategic collaboration." July 29. <https://totalenergies.com/media/news/press-releases/totalenergies-and-amazon-announce-strategic-collaboration>

Tsvetanov, Tsvetan, and Srishti Slaria. 2021. "The effect of the Colonial Pipeline shutdown on gasoline prices." *Economic Letters* Vol. 209. no 110122. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.110122>

World Economic Forum. 2017. "White Paper: Digital Transformation Initiative - Oil and Gas Industry."

---. 2017. "World Economic Forum: Digital Transformation Initiative." PowerPoint presentation.

Wright, Blake. 2021. "Hide and Seek: The Orphan Well Problem in North America." *Journal of Petroleum Technology* 8: 30-34. <https://doi.org/10.2118/0821-0030-JPT>

Yu, Daneeva Yu, A. Glebova, O. Daneev, and E. Zvonova. 2019. "Digital Transformation of Oil and Gas Companies: Energy Transition." *Advances in Economics, Business and Management Research*, 199-205. Atlantis Press.

نبذة عن المشروع

أدخلت المملكة العربية السعودية مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون باعتباره نهجاً شاملاً لإدارة دورة الكربون والتصدي لتغير المناخ. ويستكشف مشروع المحاسبة الرقمية للكربون كيفية دعم الأدوات الرقمية للإبلاغ عن دورات الكربون والتحقق منها، ويركز على تحسين شفافية ممارسات ومعايير محاسبة الكربون في كافة سلاسل الإمداد بالسلع الأساسية من أجل تعزيز وتمكين الجهود الرامية إلى تقييم إدارة الكربون ضمن إطار العمل العالمي للاقتصاد الدائري للكربون.

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) هو مركز عالمي غير ربحي يجري بحوثاً مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بشتى أنواعها بالإضافة إلى الدراسات البيئية المرتبطة بها. وتتمثل مهمة كابسارك في تعزيز فهم تحديات الطاقة والفرص التي تواجه العالم اليوم وفي المستقبل من خلال بحوث غير منحازة ومستقلة وعالية الجودة لما فيه صالح المجتمع، ويقع كابسارك في الرياض بالمملكة العربية السعودية.

إشعار قانوني

© حقوق النشر 2022 محفوظة لمركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبته بشكل ملائم لكابسارك. كما لا يجوز إعادة إنتاج هذا المستند أو جزء منه دون إذن خطي من كابسارك. ولا ينشأ عن المعلومات الواردة في هذا المستند أي ضمان أو تعهد أو أي مسؤولية قانونية -سواء مباشرة أو غير مباشرة- تجاه دقتها أو اكتمالها أو فائدتها. كما لا يجوز أن يعتبر هذا المستند -أو أي جزء منه- أو أن يفسر كنصيحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدّي الدراسة. ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.



مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية
King Abdullah Petroleum Studies and Research Center

www.kapsarc.org