Digital transformation in economic institutions and its role in improving sustainable performance - Saudi Aramco as a model -

Received: 05/08/2024; **Accepted:** 02/06/2026

Fatiha SOUKEUR [1*], Chahra ADISSA[2]

1Laboratory of Economics and Management Sciences- University mohamed khider (Algeria), fatiha.soukeur@univ-biskra.dz
2 Laboratory of Economics and Management Sciences -University mohamed khider (Algeria), c.adissa@univ-biskra.dz

التحول الرقمي في المؤسسات الإقتصادية ودوره في تحسين الأداء المستدام ـ شركة أرامكو السعودية نموذجا ـ

الكلمات المفتاحية:
تحول رقمي؛
أداء مستدام؛
ذكاء إصطناعي؛
شركة أرامكو؛

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز الأطر المفاهيمية والعلمية للتحول الرقمي ودوره المحوري في تحسين الأداء المستدام في شركة أرامكو، من خلال الكشف عن كيفية مساهمة التقنيات الرقمية في تحقيق الأهداف المستدامة للشركة، وللإجابة على إشكالية الدراسة تم الإعتماد على المنهج الوصفي لصياغة الجزء النظري، والتحليلي من خلال جمع المعلومات المتاحة في موقع الشركة وتقاريرها السنوية ومن ثم تحليلها من أجل توضيح دور التحول الرقمي في تحسين الأداء المستدام.

وقد توصلت الدراسة إلى جملة من النتائج أهمها أن التحول الرقمي ساهم في تخفيض التكاليف وزيادة الإيرادات من خلال فتح أسواق جديدة للمنتجات المبتكرة، بالإضافة إلى مساهمته في دعم توجه الشركة نحو تبني الأعمال المستدامة وتسخير التقنيات الرقمية وتعزيز الإبتكار وتوفير بيئة عمل تتميز بالمرونة والكفاءة وتساهم في تحسين الأداء المستدام.

Abstract

This study aims to define the theoretical and scientific concepts of digital transformation in addition to clarifying its essential role in improving sustainable performance in Aramco Company, by clarifying the contribution of digital technologies to achieving the company's sustainable goals. To answer the problem of rhe study , we used the descriptive approach in the theoretical aspect and also the analytical approach by collecting information on the company's website and reports with the aim of analyzing the role of digital transformation in achieving sustainable performance.

The study reached a several results, the most important of which is that digital transformation contributed to reducing costs and increasing revenues by opening new markets for innovative products, in addition to his contribution to supporting the company's direction towards sustainable Business, digital technologies and promoting innovation also, providing an efficient and flexible work environment that contributes to improving sustainable performance.

Keywords:
Digital transformation;
Sustainable performance;
Artificial intelligence;
Aramco Company;

* Corresponding author, e-mail: *fatiha.soukeur@univ-biskra.dz*

Doi:

© Constantine 1 University, Algeria, 2026.

I - مقدمة

مع التطور التكنولوجي الهائل الذي يشهده العالم والتوسع في استخدام الانترنت والحوسبة السحابية وتقنيات الذكاء الاصطناعي وغيرها من التقنيات التكنولوجية الحديثة، والتي ساهمت بشكل كبير في تغيير وتحسين مستوى وجودة حياة الأفراد، ظهر ما يعرف بالتحول الرقمي الذي يرتكز على تبني التكنولوجيا الحديثة ويضمن تحقيق تحسن جذري في مختلف المجالات، ومن بين هذه المجالات قطاع الأعمال والذي يعتبر جوهر التنمية الاقتصادية ومحركا أساسيا في عملية الإبداع والإبتكار، حيث شكل التحول الرقمي تحولا إستراتيجيا يتمثل في قدرة منظمات الأعمال على دمج التقنيات الرقمية الحديثة في أعمالها.

ويحدث ذلك تزامنا مع توجه منظمات الأعمال في الوقت الحالي نحو تبني المفاهيم التي تتعلق بالتنمية المستدامة بشكل متزايد، وذلك نظرا للضغوط المتزايدة من قبل المجتمع المحلي والدولي والحكومات من أجل الحد من التأثيرات السلبية على البيئة والمحافظة على الموارد الطبيعية، حيث أصبحت منظمات الأعمال تسعى نحو تبني استراتيجيات تهدف إلى تحسين أدائها المستدام من خلال تقليل النفايات، واستخدام الطاقة المتجددة، والاستثمار في التكنولوجيا النظيفة، وتحسين ظروف العمل، وهو ما يؤدي إلى تعزيز الالتزام بالمسؤولية الاجتماعية والبيئية.

وفي هذا الإطار فإن التحول الرقمي ليس مجرد تحديث تقني، بل يعتبر تحول شامل يؤثر على جميع جوانب العمل في منظمات الأعمال بما في ذلك الاستدامة، وبفضل التكنولوجيا الرقمية، أصبح بإمكان منظمات الأعمال التحسين من كفاءة استخدام الموارد، والتقليل من مخلفاتها، وكذا الحد من تأثيراتها السلبية على البيئة عن طريق الابتكار في العمليات والإنتاج، إضافة إلى تعزيز إلتزامها بالمسؤولية الإجتماعية والبيئية.

وباعتبار شركة أرامكو من بين الشركات الرائدة في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا والتي اتخذت خطوات جادة في مجال التنمية المستدامة وتضمين القضايا الاجتماعية والبيئية ضمن أهدافها ورؤيتها المستقبلية، كما تعد من أوائل الشركات التي اتخذت خطوات جادة في مجال التحول الرقمي من أجل تعزيز كفاءتها والاستمرار في تحقيق النمو إضافة إلى تعزيز مكانتها كشركة رائدة عالميا في مجال الطاقة، جاءت هذه الورقة العلمية لتسليط الضوء على أهم التقنيات الرقمية في شركة أرامكو ودورها في تحسين الأداء المستدام، وبناءا على ذلك يمكن صياغة إشكالية الدراسة كما يلي:

ما هو الدور الذي يلعبه التحول الرقمي من أجل تحسين الأداء المستدام في شركة أرامكو السعودية ؟

وللإجابة على إشكالية الدراسة تم صياغة الفرضية الرئيسية التالية:

يلعب التحول الرقمي في شركة أرامكو السعودية دورا مهما في تحسين الأداء المستدام.

وتتجزأ الفرضية الرئيسية إلى الفرضيات الفرعية التالية:

- تمتلك شركة أرامكو السعودية مراكز للإبتكار الرقمي.
- تستخدم شركة أرامكو السعودية العديد من التقنيات الرقمية التي تساهم في تحسين الأداء المستدام.

منهجية الدراسة: للإجابة على إشكالية الدراسة فقد تم إتباع المنهج الوصفي لصياغة الجزء النظري في حين تم إتباع المنهج التحليلي وذلك من خلال جمع المعلومات المتاحة في موقع شركة أرامكو وتقاريرها السنوية ومن ثم تحليلها من أجل توضيح دور التحول الرقمي في تحسين الأداء المستدام في شركة أرامكو السعودية.

أهمية الدراسة: تأتي أهمية الدراسة كونها أنها تناولت موضوع التحول الرقمي وعلاقته بالأداء المستدام والذي يعد من بين المواضيع التي تلقى اهتماما كبيرا من قبل المنظمات في بيئة الأعمال المعاصرة، حيث تم تسليط الضوء على الأداء المستدام الذي يعد من المفاهيم التي تتطلب جهودا خاصة من قبل القطاع العام والخاص وذلك من خلال تطوير إستراتيجات تعتمد على التكنولوجيا الحديثة تمكن من تحقيق ميزة تنافسية مستدامة.

أهداف الدراسة

- التعرف على الأسس النظرية للتحول الرقمي والأداء المستدام.
- التعرف على مدى إهتمام شركة أرامكو السعودية بالتحول الرقمي.
- التعرف على واقع الإلتزام بتحسين الأداء المستدام في شركة أرامكو السعودية.
- التعرف على دور التحول الرقمي في تحسين الأداء المستدام في شركة أرامكو السعودية.

الدراسات السابقة

- دراسة (Aghayari, Valmohammadi, & Alborzi, 2023) هدفت هذه الدراسة إلى توضيح العلاقة بين التحول الرقمي والاستدامة، ومن خلال مراجعة معمقة للأدبيات ذات العلاقة، وتحليل 97 إستبيان وزع على خبراء ومدراء واستشاريين، تم اختبار الفرضيات من خلال نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) باستخدام برنامج SmartPLS، وأظهرت النتائج أن التحول الرقمي أثر بشكل كبير على جوانب الاستدامة للمؤسسة من خلال العمليات، العملاء، نموذج الأعمال، التكنولوجيا، القوى العاملة والتعاون، كما توصلت الدراسة إلى عدة توصيات أهمها أنه يجب أن يشكل التحول الرقمي والاستدامة جزءا لا يتجزأ من الاستراتيجية التنظيمية.

- دراسة (Ul Haq & Huo, 2023) هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير الاستراتيجية الرقمية والرقمنة على الأداء البيئي في الشركات الصغيرة والمتوسطة الباكستانية خلال فترة وباء covid 19، واكتشاف الدور الوسيط لخمسة مقاييس لدرجة الرقمنة والمتمثلة في درجة الرقمنة الشاملة، أساليب الرقمنة، التكيف مع التكنولوجيا الرقمية، خدمات المنتجات الرقمية و العمليات الرقمية، وتم تحليل 298 إستبيان موجه للموظفين الإداريين والموظفين العاملين في الشركة لمدة 5 سنوات الماضية، عن طريق نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) باستخدام SmartPLS، وأظهرت النتائج أن الاستراتيجية الرقمية أظهرت تأثيرا إيجابيا على مقاييس الرقمنة ولكنها أثرت سلبا على الأداء البيئي العام.
- دراسة (Guandalini, 2022) هدفت هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على العلاقة بين التحول الرقمي وتحسين الاستدامة وذلك من خلال مراجعة منهجية لـ 153 مقالة أكاديمية بهدف تعزيز الأبحاث الحالية، فهم الروابط بين المواضيع المقدمة، تحديد الثغرات البحثية، ومن خلال الثغرات المحددة، توصلت الدراسة إلى جملة من النتائج أهمها التأكيد على التحديات والتأخر في تناول موضوع التحول الرقمي وعلاقته بتحسين الإستدامة في مجال إدارة الأعمال، كما تساهم هذه الدراسة في تطوير الموضوع وتتبنى نهجا استباقيا يستجيب للمطالبة العملية بالحصول على دعم لفهم كيفية استخدام التحول الرقمي لتحقيق أهداف الاستدامة.

II. أساسيات حول التحول الرقمي

1. تعريف التحول الرقمي:

تعددت التعاريف حول التحول الرقمي ولم تتفق الهيئات الدولية والدراسات الأكاديمية على تقديم تعريف موحد للتحول الرقمي، حيث تعرفه منظمة التعاون والتنمية الإقتصادية سنة 2018 بأنه يشير إلى الآثار الاقتصادية والمجتمعية للرقمنة والتحول الرقمي، وتشير الرقمنة إلى تحويل البيانات والعمليات التناظرية إلى تنسيق يمكن قراءته بواسطة الآلة، وبالتالي فالرقمنة هي استخدام التقنيات والبيانات الرقمية بالإضافة إلى ترابطها مما يؤدي إلى أنشطة جديدة أو تغييرات في الأنشطة الحالية[1].

وعرفته IDC - International Data Corporation بأنه عبارة عن عملية مستمرة تعتمدها المنظمات من أجل التكيف مع متطلبات العملاء والبيئة الخارجية عن طريق استغلال القدرات الرقمية، حيث تهدف المنظمات من هذه العملية إلى إبتكار نماذج عمل جديدة، ومن ثم تطوير منتجات وخدمات تجمع بين الأعمال الرقمية والتقليدية بسلاسة، مع تحسين الكفاءة التشغيلية والأداء التنظيمي[2]

وعرفته المفوضية الأوروبية (2019) بأنه يتميز بدمج التقنيات المتقدمة وتكامل الأنظمة المادية والرقمية، وهيمنة نماذج الأعمال المبتكرة والعمليات الجديدة، وإنشاء منتجات وخدمات ذكية [3].

ويعرفه Bekkhus، (2016) بأنه استخدام التقنيات الرقمية لتحسين أداء الشركة بشكل جذري، في حين يعرفه Gruman, (2016) بأنه تطبيق التقنيات الرقمية للتأثير بشكل أساسي على جميع جوانب الأعمال والمجتمع[4] .

ويعرفه Hess and all ، (2016) بأنه عبارة عن التغييرات التي يمكن أن تحدثها التقنيات الرقمية في نموذج أعمال الشركة، والتي تؤدي إلى تغيير المنتجات أو الهياكل التنظيمية أو أتمتة العمليات[5]

ويعرفه Ismail, Khater, and Zaki، (2017) بأنه العملية التي من خلالها تدمج فيه الشركات بين العديد من التقنيات الرقمية الجديدة، معززة بالاتصال الشامل، بهدف الوصول إلى أداء متميز وميزة تنافسية مستدامة، من خلال تحويل أبعاد الأعمال المتعددة، بما في ذلك نموذج العمل، وتجربة العملاء (التي تشمل المنتجات والخدمات الرقمية)، العمليات (التي تشمل العمليات وإتخاذ القرار)، وفي نفس الوقت التأثير على الأشخاص (بما في ذلك المهارات، المواهب والثقافة) والشبكات (بما في ذلك نظام القيمة بأكمله)[6].

ويمكن تعريف التحول الرقمي على مستوى منظمات الأعمال بأنه عبارة عن عملية يتم فيها دمج التقنيات الرقمية بصفة مستمرة، من خلال إعادة تصميم نماذج الأعمال التي تهدف إلى تحسين الأداء وتعزيز التوجه نحو الإستدامة، وتقديم القيمة المضافة للعملاء وذلك عن طريق دمج جوانب الإستدامة ضمن توجهها نحو التحول الرقمي، مما يمنحها ميزة تنافسية وإستجابة للتغيرات السريعة في بيئة الأعمال الديناميكية.

2. المتطلبات الإستراتجية للتحول الرقمي:

إن إنتشار إستخدام التكنولوجيا الحديثة، فرض على الشركات ضرورة السعي نحو التحول الرقمي وذلك من أجل ضمان مكانتها في السوق، ورغم ذلك فإن عملية التحول الرقمي غير متاحة لجميع الشركات لما تستلزمه من قدرات ومتطلبات متنوعة، أهمها ما يلي[7]:

1.2 موارد المؤسسات وقدراتها الرقمية:

تتمثل الموارد الرقمية في الأصول والقدرات الرقمية التي تمتلكها الشركة، حيث تتمثل الأصول الرقمية في موارد الشركة من الأصول المادية والفكرية، في حين تتمثل القدرات في رأسمال البشري أو المعلوماتي أو التنظيمي وتتمثل أهم الأصول والقدرات الرقمية فيما يلي:

- **الأصول الرقمية:** تتمثل في تخزين البيانات والبنى التحتية للمعلومات والاتصالات والتقنيات التكنولوجية المشابهة.

- **الرشاقة الرقمية:** تمكن من إغتنام الفرص المتوفرة في الأسواق بصفة مستمرة التي تتيحها التكنولوجيا الحديثة، كما تعتبر الرشاقة الرقمية من الأصول والقدرات ضرورية من أجل تلبية تطلعات العملاء والمنافسة، في ضوء تقلب الأسواق في عصر التحول الرقمي.
- **الشبكات الرقمية**: تشير إلى قدرة الشركة على الربط بين المستخدمين المختلفين من أجل تلبية احتياجاتهم المشتركة عبر الوسائط الرقمية، كما تعد الشبكات الرقمية من الموارد الأكثر أهمية في عصر التحول الرقمي لتمكنها من تقليص الوقت والتكاليف.
- **القدرة على تحليل البيانات الضخمة:** تعتبر القدرة على تحليل البيانات من الموارد الهامة والضرورية في بيئة الأعمال التي يميزها التحول الرقمي وذلك لقدرتها على إتخاذ القرارات الملائمة.

2.2 الهيكل التنظيمي:

يعد تغيير الهيكل التنظيمي للمؤسسات من أهم العوامل التي تحقق التحول الرقمي وذلك من أجل أن يكون مرن وسريع للإستجابة لجملة التغيرات في ظل بيئة الأعمال الرقمية.

3.2 استراتيجيات النمو الرقمي:

تعتمد المؤسسات على مجموعة متنوعة من استراتيجيات النمو الرقمي، إلا أن المنصات الرقمية تعتبر من أبرز إستراتيجيات النمو الرقمي، الأمر الذي يفسر النمو المتسارع لعدد المنصات الرقمية.

4.2 طرق القياس والأهداف: من أجل ضبط نموذج العمل المناسب والتسهيل من عملية التعلم لا بد من تحديد وقياس القيمة الفعلية لعملية التحول الرقمي من خلال تحديد الأهداف بدقة وقياس تحسين الأداء.

3. مراحل التحول الرقمي:

حددت أغلب الدراسات ثلاث مراحل للتحول الرقمي تتمثل فيما يلي[8] :

1.3 الرقمنة (النمذجة) Digitization:

تعتبر الرقمنة أول مرحلة من مراحل عملية التحول الرقمي والتي تشير إلى تشفير المعلومات التناظرية إلى تنسيق رقمي (أي تحويلها إلى أصفار)، حيث يمكن من خلالها تخزين المعالجة ونقل المعلومات عبر أجهزة الحاسوب، وبالتالي فإن الرقمنة تشير إلى التغير من المهام التناظرية إلى المهام الرقمية، أو بعبارة أخرى دمج لتكنولوجيا المعلومات مع المهام التقليدية، وعلى نطاق واسع تعتبر الرقمنة عملية التطوير أو التمكين لتحسين أو إيجاد موارد فعالة تساهم في التقليل من التكاليف باستخدام تكنولوجيا المعلومات، وبناء على ما سبق تعرف الرقمنة بأنها عبارة عن إجراء يتم من خلاله تحويل القيم التمثيلية إلى قيم رقمية، ومثال ذلك استخدام النماذج الرقمية في عمليات الطلب، أو استخدام الإستبيانات الرقمية، أو استخدام التطبيقات الرقمية لإدارة وتحليل البيانات المالية الداخلية، وعادة ما تؤدي الرقمنة بشكل أساسي إلى رقمنة العمليات والوثائق داخل المؤسسة وخارجها، إلا أنها لا تعمل على تغييرأنشطة خلق القيمة.

2.3 الرقمنة (التمثيل الرقمي) Digitalization:

تشير هذه المرحلة إلى ما يعرف بمرحلة التمثيل الرقمي، والتي تبين الكيفية التي يتم من خلالها تغيير العمليات التجارية باستخدام تكنولوجيا المعلومات، وعادة ما يتضمن هذا التغيير تنظيم الهياكل الاجتماعية الجديدة مع المنتجات الرقمية والتي لم تكن متاحة بدون استخدام التقنيات الرقمية، وعلى ضوء مجالات التكنولوجيا الرقمية تساعد تقنية المعلومات بشكل رئيسي على تحقيق الإستفادة من الامكانيات المتوفرة في العمل الجديد عن طريق التغيير في العمليات التجارية الحالية والمتمثلة في الاتصالات، التوزيع وإدارة العلاقات التجارية، وعن طريق التمثيل الرقمي تستخدم الشركات التقنيات الرقمية من أجل تحسين العمليات التجارية الحالية من خلال التنسيق بطريقة أكثر فعالية فيما يتعلق بالعمليات أو من خلال خلق القيمة المضافة للعملاء، وهو ما لا يستدعي بالضرورة تحقيق الوفورات في التكاليف.

3.3 التحول الرقمي Digital Transformation:

تعد هذه المرحلة الأكثر انتشارا والتي تعني التغيير على مستوى الشركات الذي ينتج عنه تطوير نماذج أعمال جديدة سواء للشركات الرائدة أو للصناعة بشكل عام، حيث تتنافس الشركات فيما بينها لتحقيق الميزة التنافسية من خلال تلك النماذج، إضافة إلى الطريقة التي يتم من خلالها إقامة المؤسسة وتقديم القيمة المضافة للعملاء، ومن ثم تحويل العوائد المتحصل عليها نتيجة استخدام التقنيات الرقمية إلى أرباح، ويوفر التحول الرقمي نموذج عمل جديد من خلال تطبيق منطق عمل جديد لخلق القيمة والحفاظ عليها.

III. *الأداء المستدام في المؤسسات الإقتصادية*

1. مفهوم الأداء المستدام:

يعتبر الأداء المستدام من المفاهيم شديدة الصعوبة من حيث التعريف والقياس، حيث لا يوجد تعريف متفق عليه بالرغم من تناوله من قبل العديد من الدراسات والبحوث، كما يعتبر الأداء المستدام من المفاهيم ذات الأبعاد المتعددة وتعتمد بدرجة كبيرة على ظروف السوق وأصحاب المصالح والضغوطات التي تتعرض لها المؤسسة سواء كانت داخلية أو خارجية، وقد عرفه البعض بأنه العملية التي تخلق من خلالها المؤسسة القيمة للمساهمين والمجتمع عن طريق التعظيم

من الإيجابيات والحد من آثار أنشطتها السلبية على المستوى البيئى والإجتماعى والاقتصادي[9] .

كما يعرف الأداء المستدام بأنه عبارة عن عملية تجميع للنتائج الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية، كما يعني أيضا أداء المؤسسة الذي لا يقتصر على تحقيق النتائج المالية الجيدة بل يتطلب مراعاة مصالح العاملين والمجتمع المحلي والبيئة المحيطة حاليا ومستقبلا حتى يكون مستداما[10].

ويعرف بأنه ذلك الأداء الذي يسمح للمؤسسة بقياس آثار أنشطتها على الوسط والبيئه التي تعمل فيها، وفي مجال المسؤولية الإجتماعية والبيئية فإن الأداء المستدام يمكن المؤسسات من التعرف على الكيفية التي تدير بها مسؤوليتها الإجتماعيه والبيئيه وقياسها والحكم عليها[11].

ويمكن تعريف الأداء المستدام بأنه النتائج التي تحققها المؤسسات في المجال الإقتصادي، الإجتماعي والبيئي نتيجة إلتزامها بمسؤوليتها الاجتماعية.

2. أبعاد الأداء المستدام:

تتم عملية تحديد وقياس وتقييم الأداء المستدام في المؤسسات الإقتصادية من خلال ثلاثة أبعاد أساسية، والمتمثلة في البعد الاقتصادي، البعد الاجتماعي والبعد البيئي، حيث استخدمت هذه الأبعاد في العديد من الأبحاث والدراسات، ويطلق عليها إسم ركائز الاستدامة، لمساهمتها في تقييم الأداء المستدام في المؤسسات الإقتصادية وذلك باعتبارها تساهم في تقديم معلومات مهمة ومفيدة للأطراف المعنية من أجل اتخاذ القرارات المناسبة، و تتمثل هذه الأبعاد فيما يلي[12]:

البعد الاقتصادي:

1.2 يركز هذا البعد على قيام المؤسسات الاقتصادية بتلبية متطلبات المساهمين، العملاء والمجهزين عن طريق إشباع رغباتهم وكسب ثقتهم، حيث يمكن قياس الأداء الاقتصادي من خلال النتائج التي تظهر في التقارير والقوائم المالية التي تعدها المؤسسات، كما يتم من خلاله تحقيق العوائد المالية المناسبة، وتحقيق الميزة التنافسية التي تمكن المؤسسة من مواجهة ومنافسة المؤسسات الأخرى بالإضافة إلى أنه يضمن استمرار وبقاء المؤسسة.

2.2 البعد الاجتماعي:

يركز هذا البعد على كفاءة المؤسسات الاقتصادية في الاستخدام الأمثل لمواردها البشرية من أجل جعلها أطرافا فاعلة في حماية البيئة، وتحقيق الازدهار والرفاهية الاقتصادية، إضافة إلى تحقيق العدالة الاجتماعية وتوفير مناصب عمل تلائم كل فئات المجتمع المختلفة ودعم الجمعيات الخيرية وتوفير فرص عمل لذوي الاحتياجات الخاصة وضمان مناخ عمل ملائم وتحقيق شروط الصحة والسلامة المهنية.

3.2 البعد البيئي:

يركز هذا البعد على المساهمة الفعالة للمؤسسات الإقتصادية في تنمية البيئة وتطويرها، وذلك من خلال تحمل المؤسسة لمسؤوليتها تجاه حماية الانسان، النبات والحيوان مثل التخفيض أو الحد من أضرار التلوث البيئي والتخلص من المخلفات والنفايات بطرق آمنة، إضافة إلى الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية والفهم الدقيق لتأثير أنشطة المؤسسة على البيئة والقدرة على تقدير وتقييم إلتزامات المؤسسة البيئية.

3 مؤشرات الأداء المستدام:

من أجل تقييم الأداء المستدام فقد قسمت مؤشرات الأداء المستدام إلى 3 فئات تتمثل فيما يلي[13]:

1.3 مؤشرات الأداء الإقتصادي والمالي:

تركز على الآثار الاقتصادية والمالية المباشرة على المساهمين، العملاء، الموردين، الموظفين، القطاع العام.

2.3 مؤشرات الأداء الإجتماعي:

تنقسم مؤشرات الأداء الإجتماعي إلى أربع فئات رئيسية تتمثل فيما يلي:

- ممارسات العمل والعمل اللائق وتشمل التوظيف، العلاقات بين الإدارة والعمال، الصحة والسلامة، التدريب والتعليم، التنوع والفرص.
- حقوق الإنسان وتشمل الاستراتيجية والإدارة، عدم التمييز، حرية تكوين الجمعيات والمفاوضة الجماعية، منع عمالة الاطفال، السخرة والعمل الجبري، ممارسات الإنضباط، الممارسات الأمنية، حقوق السكان الأصليين.
- المجتمع وتشمل تأثيرات الشركات على المجتمع المحلي، مكافحة الرشوة والفساد، المساهمات السياسية، المنافسة والأسعار.
- مسؤوليات المنتج وتشمل صحة وسلامة الزبائن وسلامة المنتجات والخدمات.

3.3 مؤشرات الأداء البيئي:

تتناول هذه المؤشرات الآثار البيئية التي تشمل المواد، الطاقة، الماء، التنوع البيولوجي، الإنبعاثات، النفايات السائلة، المخلفات، الموردين، المنتجات والخدمات، المواصلات، التأثيرات العامة.

4 دور التحول الرقمي في تحسين الأداء المستدام:

تعتبر التقنيات المستخدمة في التحول الرقمي عنصرا أساسيا لتحقيق التنمية المستدامة، بالمقارنة مع تقنيات الإنتاج التقليدية، كما يعوض تطبيق تلك التقنيات الاعتماد على الموارد غير المتجددة، ويساهم في مشاركة البيانات والمعلومات

بين الأطراف المختلفة في عملية الإنتاج وهو ما يقلل من استهلاك الموارد الطبيعية، حيث يساعد تطبيق التحول الرقمي الشركات على تحسين عمليات الإنتاج وتقنيات التصنيع وبالتالي تعزيز كفاءة الموارد، وتقليل تكاليف التشغيل، وتقليل النفايات على المدى الطويل، وهو ما يؤثر بشكل إيجابي على الأرباح ويساهم في بناء سمعة جيدة للشركة أمام أصحاب المصلحة، وبالتالي فإن التحول الرقمي يساهم في تعزيز الأداء المالي للشركات مع التقليل من الأضرار البيئية وتحسين الأداء البيئي، وبناء صورة جيدة للمؤسسة من خلال إلتزامها بالمسؤولية الاجتماعية، كما تساهم تكنولوجيا المعلومات في تبادل المعلومات والتكنولوجيا بين الشركات، مما يتيح الوصول إلى المزيد من الموارد التكنولوجية وتعزيز أداء الابتكار الأخضر، وبالتالي التخفيف من التأثير البيئي للانبعاثات والملوثات أثناء عملية الإنتاج، إضافة إلى ذلك تساعد تقنيات التحول الرقمي على تحسين عمليات الإنتاج الحالية ويمكن أن تساعد الشركات على الإعتماد على طريقة الإقتصاد الدائري، مما يؤدي إلى تحسين أساليب الإدارة والتي تتوافق مع مبادئ الإستدامة، ولا يؤدي ذلك إلى تعزيز كفاءة الإنتاج فحسب، بل أيضا يؤدي إلى تطوير البنية التحتية للحد من التلوث البيئي[14].

IV. واقع التحول الرقمي في شركة أرامكو السعودية ودوره في دعم الأداء المستدام

أولا: التعريف بشركة أرامكو السعودية

تتبوأ أرامكو مكانة رائدة بوصفها إحدى أكبر شركات الطاقة والكيميائيات المتكاملة في العالم، حيث تسعى إلى إيجاد القيمة عبر مختلف مراحل سلسلة الأعمال الهيدروكربونية، إلى جانب دفعها لعجلة التنمية الاقتصادية والمجتمعية في المجتمعات حول العالم التي تعتمد على إمدادات الطاقة التي توفرها، ويمكن إيجاز تاريخ شركة أرامكو السعودية من خلال المراحل التالية[15]:

- 1933 كانت بداية أرامكو خلال سنوات الثلاثينات من القرن الماضي عن طريق إبرام إتفاقية الإمتياز بين السعودية وشركة (SOCAL) الأمريكية من أجل إنشاء شركة تابعة سميت (CASOC).
- 1980 الحكومة السعودية تستكمل شراء أرامكو(التأميم بالكامل).
- 1986 بداية سعي شركة أرامكو نحو المبادرات البيئية والإيكولوجية الكبرى.
- 2001 تدشين الشبكة البيئية الرئيسية .
- 2015 أرامكو السعودية تتعهد بتخفيض كثافة الغازات المسببة للإحتباس الحراري.
- 2022 إصدار تقرير الإستدامة الأول.

وتجدر الإشارة إلى أن شركة أرامكو تمتلك رؤية تتوافق مع رؤية المملكة العربية السعودية لسنة 2030 تتجلى في سبع عناصر أساسية حددتها الشركة يمكن توضيحها فيما يلي[16]:

- المحافظة على مكانتها كأكبر منتج للنفط الخام بالعالم من حيث كميات الإنتاج وتخفيض تكاليف الإنتاج.
- تحقيق القيمة من خلال تعزيز التكامل الاستراتيجي وتنوع الأعمال.
- التوسع في أعمال الغاز في المملكة وعلى مستوى العالم.
- تعزيز العلامات التجارية للشركة على الساحة العالمية.
- تخصيص الحد الكافي من رؤوس الأموال للإستثمار بفعالية والمحافظة على مركز مالي مرن.
- إستدامة الأعمال بتسخير التقنية وتعزيز الإبتكار وتوفير توزيعات أرباح مستدامة ومتنامية بمختلف دورات أسعار النفط الخام.

ثانيا: مراكز الإبتكار الرقمي في شركة أرامكو السعودية

يعد الدور الذي تلعبه مراكز الإبتكار الموجودة في شركة أرامكو من أهم العوامل التي تعزز من عملية التحول الرقمي من خلال عمليات تطوير وإستخدام التقنيات الضرورية للإندماج في الثورة الصناعية الرابعة، إضافة إلى دعم القائمين على الابتكارات الرقمية والباحثين وكذا أصحاب المشاريع، و يمكن عرض مراكز الإبتكار الموجودة في شركة أرامكو من خلال ما يلي[17]:

1. مركز الإبتكار وتطوير الإنتاج (LAB 7):

تم تصميم هذا المركز من أجل إستقطاب المبتكرين من كافة أنحاء العالم من أجل إبتكار المنتجات الرقمية والصناعية القائمة على التقنية، ويتم التركيز في هذا المركز على خمس قطاعات أساسية مستهدفة تشمل الإستدامة، التصنيع، الرقمنة، القطاع الصناعي، إضافة إلى إبتكارات إجتماعية وتقديم الدعم من أجل تسويق أفضل الأفكار.

2. مركز الإبتكار في مجمع الملك سلمان المختص في الصناعات البحرية:

يقوم المركز بتوفير منصة تعاونية من أجل إستقطاب المواهب المتخصصة في الرقمنة والرائدة في مجال الأعمال، تم تصميم هذا المركز من أجل أن يكون عبارة عن منظومة رقمية رائدة في مجال الصناعة وتعمل على جذب المستثمرين من أجل التحسين من نمو الصناعة والمشاريع الصغيرة والمتوسطة في قطاع الطاقة في المملكة العربية السعودية، كما يعمل هذا المركز على تزويد المستأجرين بخدمات ذات مستوى عالي وأدوات رقمية، وهو ما يساهم في خلق بيئة مثالية تساعد على الإبتكار في مجال تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

3. مركز الثورة الصناعية الرابعة:

تم تأسيس هذا المركز سنة 2019، وذلك ضمن الجهود التي تبذلها الشركة من أجل أن تصبح شركة رائدة رقميا في مجال الطاقة على المستوى العالمي، ويستخدم هذا المركز العديد من أدوات التحليل المتقدمة من أجل تحقيق جملة من الأهداف الإستراتيجية، والتي تتضمن التحسين من كفاءة إستهلاك الوقود، التقليل من تكاليف الإنتاج، دعم الأمن والسلامة في مواقع العمل، التخفيض من الإنبعاثات الكربونية، كما طورت الشركة حلا لمراقبة إحتراق الغاز في الشعلات، مهمته التنبؤ بإجمالي الحرق دون الحاجة إلى أدوات أخرى أو إستثمارات رأسمالية، وقد تمكن هذا الحل من التخفيض من إجمالي الحرق بما يتجاوز 60 %.

4. مركز إبتكارات التنقيب والإنتاج:

تم إنشاء هذا المركز من أجل التسريع من وتيرة تطوير الحلول المتعلقة بقطاع التنقيب والإنتاج ودعم التحول الرقمي، وبالتالي فمن خلال إستخدام أحدث التقنيات التي تتعلق بالثورة الصناعة الرابعة، أصبح بإمكان المهندسين في شركة أرامكو والعلماء الجيولوجيين الذين ينتمون إليها تحسين خطط التطوير ومسار حفر الآبار، والإدارة الجيدة لإنتاج المياه، والحد من إنبعاثات الكربون، وبالتالي فإن هذه الجهود تؤدي إلى الزيادة في عملية التنقيب والإستخلاص، كما تضمن الموثوقية والأمن والسلامة، والتقليل من التكاليف، ودعم قدرة الشركة فيما يتعلق بمجال الإستدامة إلى الحدود القصوى.

5. مركز التحكم في سلسلة التوريد:

يعتبر هذا المركز كمبادرة إستراتيجية تم تصميمها من أجل تحويل سلاسل التوريد في شركة أرامكو عن طريق دمجها وأتمتتها، والتحسين من عملية توصيل الموارد أثناء تنفيذ الأعمال، ويقوم هذا المركز باستخدام جملة من تقنيات الثورة الصناعية الرابعة المتنوعة والتي تدعم التحول الرقمي فيما يتعلق بسلاسل التوريد، ومن أمثلتها حلول الذكاء الاصطناعي والتي توفر التحذير الفوري لمنع تعطل الأعمال، وكذا التتبع اللوجيستي بطريقة مباشرة لعمليات الشحن التي تقوم بها شركة أرامكو تجاه جميع أنحاء العالم.

ثالثا: التقنيات الرقمية في شركة أرامكو السعودية ودورها في تحسين الأداء المستدام

بدأت شركة أرامكو في تنفيذ برنامج التحول الرقمي سنة 2017، وفيما يلي أهم التقنيات الرقمية التي تستخدمها الشركة من أجل تحسين الإنتاجية والحد من الآثار السلبية لأنشطتها على البيئة فضلا عن دعم الابتكار سعيا منها إلى فتح أسواق جديدة من أجل النمو والتوسع.

1. الذكاء الإصطناعي

يعد الذكاء الإصطناعي مصطلحا واسع النطاق حيث يصف استخدام أجهزة الحاسوب والروبوتات ومختلف الأجهزة الرقمية من أجل إتمام المهام التي كانت تحتاج سابقا إلى ذكاء المورد البشري، ويعد إستخدام الخوارزميات الذكية أحد أهم الأشكال الشائعة للذكاء الإصطناعي وذلك من أجل تحليل البيانات التشغيلية وإستنتاج الأفكار ومن ثم تطبيق التحسينات بشكل تلقائي على العمليات لتحسين الكفاءة.

والجدول التالي يوضح الدور الذي يلعبه الذكاء الاصطناعي في شركة أرامكو في حماية البيئة وتعزيز الأمن والسلامة

الجدول 1الذكاء الإصطناعي ودوره في حماية البيئة وتعزيز الأمن والسلامة

البيان	2018	2019	2020	2021	2022
كثافة حرق الغاز في الشعلات (مليون قدم مكعبة قياسية لكل برميل مكافئ نفطي)	5.77	5.54	5.95	5.51	4.6
معدل الإصابات المهدرة للوقت (عدد الإصابات المهدرة للوقت× 200,000 / إجمالي ساعات العمل)	0.014	0.016	0.011	0.017	0.014

المصدر: من إعداد الباحثان بالإعتماد على تقرير الإستدامة لشركة أرامكو

وتقوم الشركة باستخدام التقنيات الآنية للمراقبة في مركز الثورة الصناعية 4 في مدينة الظهران، حيث ساهم ذلك في توقف الشركة بصورة شبه تامة عن عمليات الحرق الروتينية للغاز في الشعلات، وقد كانت نسبة حرق الغاز أقل من 1 % من إجمالي إنتاج الغاز الخام وذلك منذ سنة 2012، وتقوم شركة أرامكو بتقييم جملة من الحلول والتقنيات للكشف عن بعد من أجل إستخدامها في عملية الكشف عن التسريبات وإصلاحها، ومثال ذلك الأقمار الصناعية الخاصة بعملية مراقبة الإنبعاثات، ويوجد في الشركة 18 ألف مصدر من مصادر البيانات التي توفر المعلومات التي تتيح للشركة مراقبة أنشطة حرق الغاز وكذا التنبؤ بها، وقد إستطاعت أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تم تطويرها بالتنبؤ بالمدة الزمنية التي يتوقع أن تتجاوز فيه أحد المرافق الحدود القصوى من عمليات حرق الغاز وذلك من أجل اتخاذ القرارات التصحيحية قبل حدوث التجاوز، وقد نتج عن ذلك إنخفاض حرق الغاز بنسبة تتجاوز 50 % منذ سنة 2010، وهو ما ساهم في حفاظ

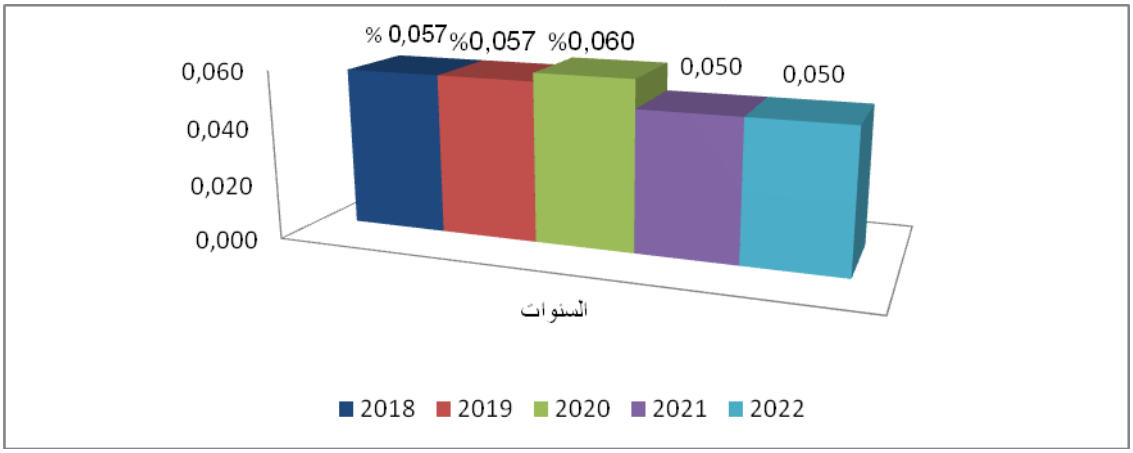
الشركة على ريادتها فيما يتعلق بحرق الغاز بنسبة تقل عن 1 % من إجمالي إنتاج الغاز الخام منذ سنة 2012، كما قامت الشركة بتطوير منتجا داخليا للسلامة سنة 2022 يسمى بـ (i4Safety 2.0) يعمل بتقنيات الذكاء الاصطناعي، ويعتبرأداة يتم من خلالها توقع المخاطر والحوادث، كما يعمل هذا المنتج من خلال الإعتماد على البيانات السابقة ليقوم بعدها بتوقع المخاطر والحوادث محتملة الوقوع في موقع العمل على نحوٍ يضمن للشركة الرفع من مستوى السلامة والكفاءة في أنشطتها[18].

وهو ما يظهر واضحا من خلال بيانات الجدول أعلاه إنخفاض في كثافة حرق الغاز في الشعلات من 5.77 مليون قدم مكعبة قياسية لكل برميل مكافئ نفطي لسنة 2018 الى 4,6 مليون قدم مكعبة قياسية لكل برميل مكافئ نفطي لسنة 2022 وهي في إنخفاض مستمر منذ 2012، وفي مجال الصحة والسلامة المهنية يلاحظ استقرار في معدل الإصابات المهدرة للوقت لكل 200 الف ساعة عمل حيث تراوحت بين 0.011 إلى 0.017 منذ سنة 2018.

كما يعتبر التصدي لإنبعاثات غاز الميثان من أنجع الطرق وأسرعها وأكثرها فاعلية من أجل التحكم في ظاهرة الإحتباس الحراري.

والشكل الموالي يوضح إلتزام الشركة بتخفيض كثافة إنبعاثات غاز الميثان

الشكل 1 كثافة إنبعاثات غاز الميثان لشركة أرامكو السعودية



المصدر (Aramco, 2022)

وتقوم الشركة باستخدام الطائرات المسيرة بدون طيار من أجل رصد إنبعاثات غاز الميثان في مرافقها التشغيلية ومن ثم قياسها، وقد سجل معدل كثافة انبعاثات غاز الميثان في كل من قطاع التنقيب والإنتاج في الشركة انخفاض مستمر منذ سنة 2018 إلى أن وصل لأدنى معدل لسنة 2022 و 2021 حيث بلغت نسبته 0.05 %، وتظل هذه النسب أقل من هدف المبادرة التي أطلقتها شركات النفط والغاز بالمملكة العربية السعودية والمتعلقة بالمناخ والتي تهدف إلى خفض إنبعاثات غاز الميثان إلى 0.20 % بحلول 2025 .

2. البلوكتشين:

يشير كل من Christidis و Devetsikiotis عام 2016 إلى أن البلوكتشين يعد من الأنواع الخاصة لقواعد البيانات، حيث يتميز باللامركزية في تخزين البيانات، وبالتالي فإن التخزين يكون فيه توزيعيا من خلال العديد من النقاط المنتشرة على الشبكة والتي تسمى العقد (Nodes)، وهي عبارة عن مجموعة من الأجهزة والحاسبات التي تتمتع بقدرات عالية في التخزين والمعالجة، في حين أن الأنظمة العادية تقوم بتخزين بياناتها على أجهزة مركزية يطلق عليها إسم (Servers)[19]

وتجدر الإشارة إلى أن تقنية البلوكتشين في شركة أرامكو عبارة عن سجل حسابات رقمي مهمته تسجيل المعلومات، ومن خلاله يصعب أو يستحيل اختراق المعلومات أو تغييرها، كما يمكن استخدام البلوكتشين في عملية تسوية العقود الذكية، والتي تعد عقود رقمية محمية أمنيا بالإضافة إلى أنها ذاتية التنفيذ، وبالتالي يمكن عن طريق تقنية البلوكتشين تنفيذ اتفاقية كاملة أو جزء منها مع أحد الموردين وذلك بمجرد إستيفاء الشروط المحددة، إضافة إلى ذلك توفر هذه التقنية طرق آمنة من أجل تخزين السجلات وعملية تبادل المستندات، كما طورت الشركة تقنيات البلوكتشين داخل حقول النفط والمصافي وذلك من أجل تحسين الأداء وتسوية العقود مع الأطراف التي تقوم بتزويد الشركة بالخدمات، وقد أقرت مجلة فوربس بأن شركة أرامكو تعد من أوائل الشركات على المستوى العالمي التي تبنت هذه التقنية[20].

وبالتالي تساعد هذه التقنية على تحقيق أمن المعلومات والتقليل من مخاطر الإختراق مما يساهم في زيادة ثقة الأطراف المتعاملة مع الشركة، كما أن إستخدام هذه التقنية يساهم في الإسراع من تنفيذ العقود وكذا التقليل من تكاليفها والمخاطر المرتبطة بها.

3. **الخدمات السحابية:**

يتم تقديم الخدمات السحابية من خلال منصة رقمية تتميز بالتكاليف المنخفظة والقابلية للتطوير والمرونة في إستضافة وتشغيل التقنيات المتعلقة بالثورة الصناعية 4 والتي تشمل الذكاء الاصطناعي والأدوات التحليلية للبيانات الضخمة وإنترنت الأشياء للقطاع الصناعي، كما يمكن لاستخدام هذه التقنية أن يخفض وبشكل كبير من الإنفاق الرأسمالي للشركة على أجهزة ومعدات الحاسوب، كما تساعد على جعل التخزين الرقمي والصيانة والحلول المتعلقة بالأمن السيبراني أكثر فاعلية من حيث التكلفة، وتسعى شركة أرامكو عن طريق هذه التقنية إلى تحسين أعمال سلسلة التوريد، وتحويل مستنداتها إلى بيانات سحابية من خلال إنشاء سوق إلكتروني (e-Marketplace) وهو ما يساهم في تقديم إمكانيات رقمية هامة لسلاسل التوريد [21].

ومن أهم مميزات الخدمات السحابية التقليل من النفقات والكوادر الفنية والمجهودات المبذولة، حيث تستفيد الشركات من الخدمات السحابية في العديد من المجالات يمكن إيجازها فيما يلي [22]:

- **تمكنها من التنبؤ بالتكاليف**: يتم عادة دفع تكاليف الخدمات السحابية على أساس شهري أو على أساس الإستخدام بمبالغ أولية ضئيلة أو معدومة، وهذا يعني أنه بدلا من القيام باستثمار رأسمالي كبير، يتم شراء التكنولوجيا أو الخدمات من خلال تكاليف التشغيل الحالية.
- **التخفيض من التكاليف الإجمالية**: وذلك من خلال فوائد الخدمات السحابية المستمدة من وفورات الحجم التي يمكن لمزود الخدمة تحقيقها.
- **الحصول على أفضل التقنيات**: تمكن الخدمات السحابية المؤسسات من الاستفادة من أفضل التقنيات، دون تكبد أي تكاليف أولية.
- **فرض الرسوم أثناء الاستخدام فقط**: في نموذج الخدمات السحابية، تدفع المؤسسات مقابل الاستخدام الفعلي وليس الحد الأقصى.

4. **تقنية التوأمة الرقمية:**

هي عبارة عن نموذج افتراضي لإيجاد حلول رقمية متكاملة تم تصميمها من أجل تمثيل أصول الشركة المادية وذلك في الزمن الآني، سواء كانت تلك الأصول مواد أو أنظمة أو عمليات[23].

وقد أصبح استخدام التوائم الرقمية منتشرا في عصر رقمنة الآلات وأنظمة الإنتاج في الصناعات التحويلية، وذلك بداية من أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، ويرى Michael Grieves بأن التوأم الرقمي، عبارة عن تمثيل افتراضي لما تم إنتاجه بالفعل، ويعتبر مكونا رئيسيا لدورة حياة المنتج المغلقة على مستوى الشركة والذي من شأنه تقليل التكاليف وتعزيز الإبتكار وتحسين الإنتاجية وضمان جودة المنتجات[24] .

وتمكن هذه التقنية شركة أرامكو من تحويل الكثير من العمليات الصناعية إلى النظام الرقمي، بما في ذلك تصميم المشروع الهندسي، والتخطيط لتنفيذ الإنشاءات، وسلاسل التوريد، وأعمال مناولة المواد، وعمليات المرفق وصيانته، وقد استخدمت شركة أرامكو هذه التقنية في حقل الحصبا، وتبذل جهودا من أجل التوسع في استخدامها في دوائرها الهندسية ودوائر إدارة المشاريع، وقد قام مركز كمبيوتر التنقيب وهندسة البترول (إكسبك) بتطوير حلا من أجل تخفيض كثافة استهلاك الطاقة والتقليل من الانبعاثات المرتبطة بأعمال الشركة التشغيلية لأنظمة الرفع الاصطناعية في جوف الأرض، وكذا الاستفادة من هذه التقنية في عملية التحسين من أداء المضخات الكهربائية الغاطسة، وقد خضع هذا النظام لاختبارات تجريبية على المضخات الكهربائية الغاطسة لـ 42 بئرا، وقد نتج عن ذلك انخفاض في متوسط استهلاك الكهرباء بنسبة 22 %، وهو ما يعادل تحقيق وفورات في الطاقة الكهربائية والتي بلغت 12 غيغاواط/ساعة خلال سنة 2022، ومن المتوقع أن ينتج من خلال تعميم استخدام هذا الحل في جميع الحقول التابعة للشركة إلى التخفيض من متوسط إستهلاك الطاقة للرفع الاصطناعي إلى حدود 25 % [25].

5. **أتمتة العمليات التشغيلية باستخدام الروبوتات:**

وهي عبارة عن روبوت برمجي تم تطويره لأتمتة المهام والوظائف التي يقوم بها المورد البشري، ويوفر عدة مزايا تشمل تحسين التجربة مع العملاء، وتقديم خدمات ذات جودة عالية، والتحسين من إنتاجية الفريق، وتحسين الكفاءة وتخفيض التكاليف، وتجري الآن الشركة أعمال بحثية من أجل استكشاف إمكانية أتمتة عدد كبير من ساعات العمل من أجل منح الموظفين مجال للقيام بمهام أكثر أهمية ومتعة، كما تمتلك الشركة العديد من الروبوتات والتي تم ابتكارها في الشركة والمتمثلة في: روبوت فحص وتفتيش أنابيب وخزانات النفط، من أجل التأكد من سلامتها، روبوت تنظيف اللوحات الشمسية من الغبار والشوائب، روبوت الفحص والتفتيش في المياه الضحلة، والقادر على فحص أنابيب النفط الموجودة تحت سطح البحر وروبوت معايرة حجم خزانات النفط، والذي يقوم بقياس كميات النفط المباعة بدقة من خلال استخدام أشعة الليزر[26].

إن إعتماد الشركة على أتمتة العمليات التشغيلية باستخدام الروبوتات مكنها من دعم أدائها المستدام من خلال عدة نقاط يمكن التطرق لبعض منها فيما يلي:

- **دعم الأداء الإقتصادي**: التحسين من الإنتاجية وكفاءة العمليات وكذا خفض التكاليف الغير ضرورية حيث يكلف توظيف موارد بشرية من أجل القيام بالأعمال الروتينية دفع مصاريف تتمثل في الرواتب والحوافز ومصاريف التدريب على الأعمال الروتينية، وبالتالي من خلال عملية الأتمتة يمكن الإعتماد على الروبوتات من أجل القيام بتلك الأعمال وتوجيه العنصر البشري إلى تعلم مهارات مهمة في الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة.
- **دعم الأداء الإجتماعي**: التحسين من جودة الحياة الوظيفية للعمال ودعم الرضى الوظيفي من خلال إعفاءهم من المهام الروتينية وتركيز إهتماماتهم على جوانب أكثر أهمية ومتعة، بالإضافة إلى الحفاظ على أمن وسلامة العاملين من خلال إعفائهم من القيام بمهام التفتيش والفحص في أنابيب وخزانات النفط والمياه الضحلة والتي قد تحتوي على مخاطر كبيرة.
- **دعم الأداء البيئي**: يتم ذلك من خلال التقليل من التلوث البيئي ومن أمثلة الروبوتات لأتمتة العمليات هو روبوت التفتيش البحري Swim-R، والذي تم تصميمه من أجل المعاينة والمراقبة في المياه الضحلة، حيث يمكنه إنجاز الفحص بسرعة تفوق سرعة الغواصين بأربع مرات، وبالتالي نظرا لدقته وسرعته في إنجاز المهام يساعد Swim-R في التقليل من الحوادث البيئية والتبؤ بها قبل حدوثها وهو ما يساهم في التقليل من التأثيرات البيئية السلبية لصناعة النفط والغاز والتحكم فيها وحصرها قبل حدوثها.

6. إنترنت الأشياء وإنترنت الأشياء للقطاع الصناعي

التعريف المتعارف عليه لإنترنت الأشياء هو شبكة من الأشياء المادية وليس مجرد شبكة من أجهزة الكمبيوتر، بل تطور أيضا إلى شبكة من الأجهزة بجميع أنواعها وأحجامها مثل المركبات، الهواتف الذكية، الأجهزة المنزلية، لعب الأطفال، الكاميرات، الأدوات الطبية، الأنظمة الصناعية، الحيوانات، الأشخاص والمباني، جميعها متصلة، وتتواصل وتتشارك المعلومات بناء على البروتوكولات المنصوص عليها من أجل تحقيق إعادة التنظيم الذكي وتحديد المواقع والتتبع والمراقبة الشخصية عبر الإنترنت في الوقت الفعلي والتحكم في العمليات وإدارتها، ويمكن القول أن الهدف من إنترنت الأشياء هو تمكين الأشياء ماديا وافتراضيا، حيث يجب أن تكون الأشياء متصلة في أي وقت وفي أي مكان وبأي شيء ومع أي شخص يستخدم أي مسار/شبكة/خدمة بشكل مثالي لتحقيق هدف إنترنت الأشياء (IoT)، كما يوجد مزيج من الأجهزة والبرامج وتكنولوجيا الاتصالات المختلفة المدمجة معا لتوفير الحلول التي تسمح باستشعار الأجسام أو التحكم فيها عن بعد عبر البنية التحتية للشبكة الحالية[27].

ويمكن تعريف إنترنت الأشياء بطريقة مبسطة وفقا لمبادرة معايير إنترنت الأشياء (IoTGSI) بأنه البنية التحتية لمجتمع المعلومات[28].

كما أن إنترنت الأشياء للقطاع الصناعي أو IIoT، هو استخدام تقنيات إنترنت الأشياء لتعزيز التصنيع والعمليات الصناعية، يتضمن إنترنت الأشياء الصناعية (المعروف أيضا باسم الإنترنت الصناعي والصناعة 4.0 والمصنع الذكي) التعلم الآلي والتعلم العميق وتقنيات البيانات الضخمة لتسخير بيانات الاستشعار وتقنيات الاتصال من آلة إلى آلة (M2M) والأتمتة التي كانت موجودة في البيئات الصناعية لعدة سنوات، ويشمل هذا المفهوم جميع الأجسام المادية في المصانع، وذلك بهدف تعزيز الكفاءة التشغيلية للعمليات، وفي السنوات الأخيرة حدثت تطورات كبيرة فيما يتعلق بإنترنت الأشياء الصناعية والمجالات ذات الصلة، مثل الشبكات اللاسلكية الصناعية (IWNs)، والبيانات الضخمة، والحوسبة السحابية/الضبابية وما إلى ذلك، وتجلب هذه التقنيات الناشئة فرصا أكبر لتعزيز التحديثات الصناعية والسماح بإدخالها للثورة الصناعية الرابعة وهي الصناعة 4.0، ويساعد الإنترنت الصناعي على تطوير المؤسسات المتصلة من خلال دمج المعلومات والقطاعات التشغيلية للصناعة، حيث يؤدي ذلك إلى تحسين الرؤية وتعزيز الكفاءة التشغيلية وزيادة الإنتاجية وتقليل تعقيد العمليات في الصناعة، وبالتالي تساعد إنترنت الأشياء الصناعية في وضع استراتيجيات التصنيع والإنتاج التحويلي والتي تساعد بشكل أكبر على تحسين الجودة والإنتاجية والسلامة للقوى العاملة، وعلى سبيل المثال، يمكن للآلة تقديم إخطار مسبق للمالكين أو المشغلين بشأن حدوث عطل وشيك أو بداية بيئة غير مقبولة (على سبيل المثال، ارتفاع درجة الحرارة إلى ما هو أبعد من الحدود المسموح بها)، وفي مجالات أخرى يمكن للنظارات الذكية أن تسمح للفنيين الميدانيين العمل دون استخدام اليدين بينما يتم إرشادهم من قبل المشرفين عن بعد إلى الحلول، ويمكن توصيل أرضيات المصنع الذكية بمنصة سحابية للحصول على حالة تقدم المواد الخام في الوقت الفعلي، وتعكس هذه الأمثلة كيف يمكن لوحدة التصنيع أن تتحول بمساعدة إنترنت الأشياء الصناعية[29].

وعموما فإن شبكة إنترنت الأشياء وإنترنت الأشياء في قطاع الصناعي عبارة عن نظامان يتكونان من جملة من الحواسيب والآلات المتصلة والمرتبطة فيما بينها رقميا من أجل تحسين الأداء وإدارة وتحسين العمليات الصناعية، ومثال ذلك يتم إستخدام أجهزة استشعار إنترنت الأشياء في القطاع الصناعي في عملية جمع البيانات الآنية من بئر النفط، كما يمكن ربط أجهزة الاستشعار بأدوات تحليل أخرى رقمية وأدوات تشخيص ذاتية من أجل مراقبة أداء البئر تلقائيا والعمل على التحسين من كفاءته وفعاليته، حيث قامت الشركة بتطوير تقنية حديثة قادرة على الكشف عن الغاز وذلك باستخدام

أجهزة الإستشعار الكهروكيميائية، حيث تستخدم أداة الكشف عن الغاز الذكية تقنيات إنترنت الأشياء في القطاع الصناعي عن طريق تقديم التشخيص الذاتي الفائق الدقة بالمقارنة مع أجهزة الكشف التقليدية [30].

وفيما يلي جدول يوضح تطور إنتاج المواد الغازية والغاز الطبيعي لسنة 2022 مقارنة بسنة 2021 وذلك باعتمادها على إنترنت الأشياء في قطاع الصناعي في عملية التنقيب.

الجدول: إنتاج الغاز الطبيعي والمواد الغازية لسنة 2021 و 2022

البيان	2021	2022
إجمالي إنتاج المواد الغازية (مليار قدم مكعبة قياسية في اليوم)	10.1	10.6
الغاز الطبيعي (مليار قدم مكعبة قياسية في اليوم)	10.8	11.3

المصدر (Aramco, 2023)

وتجدر الإشارة إلى أن الشركة حققت رقما قياسيا تاريخيا من إنتاج الغاز الطبيعي وذلك خلال يوم واحد سنة 2022 بواقع 11.3 مليار قدم مكعبة قياسية في اليوم.

7. الروبوتات والطائرات بدون طيار(الأتمتة)

تساهم عملية الأتمتة واستعمال الطائرات بدون طيار في عمليات الفحص الأكثر سلامة وكفاءة، كما تساعد على إمكانية الكشف المبكر عن التسرب في حقول النفط ، إضافة إلى ذلك تساعد الطائرات بدون طيار في رسم الخرائط على المستوى الجوي وأعمال اللحام تحت المياه والمراقبة البيئية، وفحص الأصول المادية للشركة مثل فحص الأنابيب البحرية في المناطق صعبة الوصول، ومن بين الروبوتات التي تساعد على الفحص في المياه الضحلة روبوت الفحص Swim-R حيث يساهم في توفير العديد من الحلول للتحديات التي تواجه قطاع التنقيب كالكشف عن أي خلل يعترض خطوط الأنابيب بكفاءة وأمان وأقل تكلفة وأقل وقت مستغرق في عملية الفحص.

كما قامت الشركة بإجراء العديد من التجارب باستخدام تقنية الطائرات بدون طيار في مجال دعم إلتزاماتها البيئية من بينها ما يلي:

- زراعة الأشجار ومراقبة نموها مثل أشجار المانجروف والتي لها تأثيرات إيجابية على البيئة ودعم النظم البيئية كتنقية المياه من المواد العالقة والملوثات والقدرة العالية على امتصاص ثاني أوكسيد الكربون.
- استخدام أسلوب تحسين إنبات البذور في عملية الزراعة.
- إجراء تحليل التربة والمياه عن طريق الطائرات بدون طيار.
- زراعة 100 ألف شجرة محلية باستخدام الطائرات بدون طيار.
- ساهمت الطائرات بدون طيار في إنجاح عملية الزراعة بنسبة تتجاوز 88 ٪.
- رصد إنبعاثات غاز الميثان باستخدام الطائرات بدون طيار والأقمار الصناعية.

8. الواقع الإفتراضي والواقع المعزز

لقد أصبح الواقع الافتراضي (VR) مهما بشكل متزايد لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات(ICT) ، ويعرف بأنه بيئة تم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر حيث يمكن للمستخدمين تجربة واستكشاف الأشياء بشكل تفاعلي، ومع ذلك فإن إمكانية تفاعل المستخدمين مع عالم افتراضي كامل يمكن أن يؤدي إلى العديد من السلبيات مثل التكلفة العالية للأجهزة، وصعوبة الحصول عليها، والجهد الكبير المطلوب لإنشاء المحتوى الافتراضي، وضرورة امتلاك مهارات برمجة ونمذجة عالية، وعدم واقعية التفاعل وغيرها، وعلى النقيض من الواقع الافتراضي، وللتغلب على المعوقات السابقة ظهرت تقنية الواقع المعزز حيث لا يحاكي الواقع المعزز (AR) الواقع، بل توضع بيانات سياقية فوقه دون تغيير الواقع نفسه، الواقع المعزز هو تقنية تسمح للمستخدمين برؤية العالم الحقيقي مع وضع كائنات افتراضية فوقه، وهذه الكائنات عبارة عن رسومات حاسوبية موجودة بشكل افتراضي أو تأثيري ولكنها ليست ملموسة، وقد صاغ Thomas Caudell المصطلح في عام 1990، مشيرا إلى شاشة عرض رأسية (HMD) وجهت العمال خلال تجميع الأسلاك الكهربائية في الطائرات[31].

وفي شركة أرامكو تقوم خوذة الواقع الإفتراضي والواقع المعزز والتي يمكن إستخدامها دون الحاجة إلى إستخدام اليد بتزويد الموظفين بالبيانات الآنية ومقاطع الفيديو ثلاثية الأبعاد، كما يمكن للشركة التحسين في برامج التدريب المتعلقة بسلامة الموظفين من خلال استخدام الواقع الإفتراضي والواقع المعزز، حيث يتم إستخدام هذه التقنية من أجل ربط الموظفين في ميادين العمل بزملائهم الآخرين وهو ما يتيح التواصل والتعاون فيما بينهم في الوقت الفعلي، وذلك عن طريق المحاكاة التفاعلية باستخدام الواقع الافتراضي، وقامت الشركة بتقديم بيئة تدريبية تعاونية تسمح لأكثر من فرد أن يشارك في عمليات المحاكاة في الوقت نفسه، كما قامت الشركة باستخدام بيئة الواقع الافتراضي من أجل أن تمكن الموظفين فيها الخضوع لاختبارات عملية بشكل افتراضي، ومثال ذلك تم إختبار مشرفي ومفتشي السقالات في بيئة واقعية إفتراضية، حيث توفر هذ التقنية العديد من المزايا بالمقارنة مع أساليب التدريب التقليدية، وتجمع هذه المزايا بين

التكلفة المناسبة والتعلم خلال مدة قصيرة في مواجهة الأخطار ذات العواقب الوخيمة، ففي سنة 2022 قامت الشركة بإجراء أكثر من 1100 تمرين على حالات الطوارئ من أجل تدريب الموظفين وتقييم فرص التطوير[32].

9. الطباعة ثلاثية الأبعاد

تعرف الطباعة ثلاثية الأبعاد باسم التصنيع المضاف، هي طريقة تهدف إلى إنتاج جسم ثلاثي الأبعاد، وذلك من خلال طبقة تلو الأخرى باستخدام تصاميم في الحاسوب، كما يمكن استخدام هذه التقنية في تبسيط عملية إنتاج مكونات معقدة أو تطوير نماذج أولية، إضافة إلى ذلك تمكن هذه التقنية من تصنيع قطع الغيار في المواقع النائية[33].
ومن مزايا الطباعة ثلاثية الأبعاد ما يلي [34]:

– **التقليل من إستخدام الموارد والإنبعاثات الملوثة للبيئة:** والتي تعد من أهم مميزات الإقتصاد الدائري، كما تعد الطباعة ثلاثية الأبعاد تقنية تصنيع إضافية رائدة تقوم بإنتاج المنتجات عن طريق تراكم طبقات متتالية من المواد المنصهرة، وبفضل هذه الآلية يمكن للطباعة ثلاثية الأبعاد إنتاج أجزاء وأشكال هندسية معقدة مباشرة من خلال بيانات التصميم الرقمي المخزنة على الحاسوب، دون الحاجة إلى معدات أو قوالب تصنيع تقليدية، وعلى عكس عمليات التصنيع العادية التي تتسبب في إهدار المواد الخام بسبب عملية النحت أو الحفر لإنتاج الشكل المطلوب، فإن الطباعة ثلاثية الأبعاد تتيح الإستخدام الأمثل للمواد الخام، مما يقلل من النفايات، بالإضافة إلى ذلك، تتميز الطباعة ثلاثية الأبعاد بأنها تساهم في تقليل إنبعاثات الكربون بسبب إستهلاك أقل للطاقة خلال عملية التصنيع مقارنة بالطرق التقليدية.
إعادة الإستخدام: من خلال تطبيق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، بدأت الشركات تدرك إمكاناتها في مجال إصلاح المنتجات وإطالة دورة حياة المنتج، وفي الوقت الحالي يمكن دمج الطباعة ثلاثية الأبعاد مع المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد والنمذجة ثلاثية الأبعاد لإصلاح أجزاء المنتجات التالفة، وبالتالي إطالة عمر خدمة المنتجات وتجنب التخلص منها، كما يمكن للطباعة ثلاثية الأبعاد أيضا الطباعة مباشرة على سطح بعض المنتجات، مثل طباعة الأجزاء المفقودة مباشرة على أجزاء المنتجات التالفة، مما سيوفر المزيد من المواد الخام والطاقة

– **إعادة التدوير**: مميزات الطباعة ثلاثية الأبعاد في إطار الاقتصاد الدائري إعادة التدوير وهو المبدأ الثالث للاقتصاد الدائري، والذي يهدف إلى إعادة تدوير النفايات مرة أخرى لتقليل الاستخدام النهائي، حيث تتطور مواد الطباعة ثلاثية الأبعاد في الوقت الحالي في مجال الإستدامة، كما تصنع مواد الطباعة الجديدة عن طريق إعادة تدوير منتجات الطباعة والقطع البلاستيكية وعبوات المياه المعدنية وغيرها من النفايات، وذلك لإعادة تحويل النفايات إلى مواد خام ومواصلة إنتاج المنتجات.

وبالنسبة لشركة أرامكو ومن أجل الحفاظ على توفر قطع غيار المعدات بتكاليف معقولة، فقد قامت الشركة بإنشاء مخزون رقمي داخل الشركة من قطع غيار المعدات، بحيث تقوم الشركة بتطوير المخزون الرقمي عن طريق جملة من عمليات الهندسة العكسية الآلية، وقد تم تطوير حوالي 500 قطعة رقمية والتي تعد كتجربة أولية، وقد خططت الشركة لإنتاج الآلاف من قطع الغيارسنة 2023، ولتنفيذ ذلك تم تأهيل 11 مورد محلي من أجل إنتاج قطع غيار عن طريق المخزون الرقمي وذلك كلما دعت الحاجة لذلك، وبالتالي نتيجة لهذا النظام الجديد تمكنت شركة أرامكو من إنشاء مصدرٍ جديد لإنتاج قطع الغيار وذلك لضمان توفرها بتكالبف منخفضة خلال فترة زمنية أقل .[35]

V. <u>الخاتمة:</u>

أصبح موضوع التحول الرقمي و الأداء المستدام يحتل مكانة كبيرة لدى منظمات الأعمال في وقتنا الحالي لما له من دور في تحقيق التميز، والمساهمة في تحقيق الميزة التنافسية التي تجعل تلك المنظمات قادرة على الصمود في بيئة تتميز بشدة المنافسة، لذلك سعت العديد من الأبحاث والدراسات إلى إبراز الدور الفعال الذي يلعبه التحول الرقمي في تحسين الأداء المستدام وتحقيق العديد من الفوائد التي تؤثر على إستقرار المؤسسة وبقائها، وباعتبار شركة أرامكو من بين أكثر الشركات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إهتماما بالإستدامة والتحول الرقمي فقد حاولت هذه الدراسة إبراز كيف تمكنت شركة أرامكو من دمج التحول الرقمي في جميع جوانب العمل من أجل تحسين الأداء المستدام ، وقد تم التوصل لجملة من النتائج يمكن إيجازها في النقاط التالية:

– ساهم التحول الرقمي من خلال أتمتة العمليات واستخدام الحوسبة السحابية في تحسين إدارة الموارد وتعزيز الكفاءة التشغيلية وتقليل الأخطاء البشرية وتعزيز الإبتكار وفتح أسواق جدبدة مما أدى إلى تخفيض التكاليف وزيادة الإيرادات وبالتالي تحسين الأداء الإقتصادي والمالي
– ساهم التحول الرقمي من تحقيق الكفاءة في إستخدام الطاقة من خلال والذي ساهم تقليل التكاليف البيئية.
– تمكنت الشركة من خلال التقنيات الرقمية من التقليل من الإنبعاثات والتقليل من تأثيرها السلبي وهو ما ساهم في دعم الإستدامة البيئية.

- ساهمت التقنيات الرقمية وتوجه الشركة نحو دمج جوانب الاستدامة في عملية التحول الرقمي في تعزيز أنظمة السلامة وتحسين ظروف العمل من خلال تعزيز سلامة وأمن العمال، كما ساهمت التقنيات الرقمية في تطوير البرامج التدريبية وهو ما مكن من تحسين مهارات العاملين بشكل أدق وأسرع.
- تسعى الشركة من خلال دمج التحول الرقمي مع الإستدامة إلى أن تكون الشركة الرائدة عالميا في مجال الطاقة وتحقيق القيمة للمساهمين والمجتمع الذي تعمل فيه.

كما توصلت الدراسة إلى التوصيات التالية:

- ضرورة الإستثمار في الموارد البشرية من أجل جعلها أكثر تكيفا ومواكبة للتقنيات الرقمية.
- ضرورة نقل تجارب الشركة لتصبح مرجعا تستفيد منه الشركات الأخرى في دمج التحول الرقمي مع الإستدامة من خلال توثيق تجربتها بالتعاون مع مراكز البحث والجامعات، المشاركة في المؤتمرات والفعاليات الدولية على المستوى الإقليمي والدولي، تقديم الإستشارات والتدريب.
- ضرورة العمل على عقد شراكات من أجل تعزيز وتسريع عملية الابتكار وتعزيز القيمة على نطاقٍ غير مسبوقٍ.
- ضرورة أن تتميز الشركة بقدرات تنافسية عالية في مجال التحكم في التكاليف والتحكم في انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري بشكل أكبر.

المراجع

1- Verina, N, Titko, J, **Digital transformation**: conceptual framework. International Scientific Conference CONTEMPORARY ISSUES IN BUSINESS, MANAGEMENT AND ECONOMICS ENGINEERING , Vilnius, Lithuania: Vilnius Gediminas Technical University,(2019, May 9-10).

2 - زمورة جمال، دور التحول الرقمي في تحسين أداء المنظمات العمومية ، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، تخصص إدارة عامة، جامعة محمد خيضر بسكرة، 2024، ص 5.

3- Verina, N, Titko, J, op. cit

4- Cheng Gong, Vincent Ribiere, **Developing a unified definition of digital transformation**, Technovation Journal,vol 102, no 1, 2021,p6.

5- Ziboud Van Veldhoven, Jan Vanthienen **, Designing a Comprehensive Understanding of Digital Transformation and its Impact**, 32nd bled econference humanizing technology for a sustainable societyjune (2019, june 16-19) , bled, Slovenia, p749

6 - Verina, N, Titko, J, op. cit

7 - مصطفى خوصة، نورالدين قرايري، **التحول الرقمي في قطاع الأعمال: مفاهيم أساسية**، المجلة الجزائرية للعولمة والسياسات الاقتصادية جامعة الجزائر 3،المجلد 14، العدد1، 2023، ص 53-54.

8 - سناء محمد عبدالغني، **انعكاسات التحول الرقمى على تعزيز النمو الإقتصادى في مصر**، مجلة كلية السياسة والاقتصاد جامعة بني سويف،المجلد 15، العدد14، 2022، ص 57-58.

9 - أسماء عبد الحميد محمد عزمي، **التسويق المستدام كمتغير وسيط في العلاقة بين ممارسات إدارة سلسلة التوريد المستدامة والأداء المستدام لشركات صناعة المواد الغذائية**، المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية،المجلد 2 العدد2، 2021، ص 849.

10 - ليلى قطاف، العربي عمران، **دور ادارة المعرفه في تحسين الأداء المستدام في المؤسسه الاقتصاديه دراسه حاله شركه مناجم الفوسفات SOMIPHOS**، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية جامعة المسيلة،المجلد 10، العدد2017،18 ، ص 327.

11 - وهيبة سراج، **أثر جودة تطبيقات نظم معلومات الموارد البشرية و رأس المال الفكري على تحسين الأداء المستدام للمؤسسات الإقتصادية : دراسة تطبيقية على مستوى مجمع بن حمادي برج بوعريريج**، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير تخصص علوم التسيير، سطيف، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر: جامعة فرحات عباس، 2021، ص 137

12- حيدر عطا زبين، ضياء محسن فارس راضي، **تقويم الأداء المستدام للوحدة الاقتصادية**. مجلة الريادة للمال والأعمال، المجلد 3، العدد1، 2022، ص137.

13 - حيدر علي جراد المسعودي، هبة نبيل حميد المسعودي، **تطبيق نموذج TBL للإفصاح عن الأداء المستدام في الوحدات الاقتصادية "بحث تطبيقي في معمل اسمنت الكوفة**، المجلة العراقية للعلوم الادارية،المجلد 14، العدد55 ، 2020، ص ص 67-68.

14- Sun, L., Ong, T. S., Teh, B. H., Vaio, A. D , **Sustainable performance measurement through digital transformation within the sustainable development framework: The mediating effect of supply chain concentration**, Récupéré sur WILLEY online library: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.3007

15- Aramco, (2023). Aramco Saudi Arabia. Récupéré sur https://www.aramco.com/ar/about-us/our-history

16 - سيد احمد مجاهد، جميلة ساحلي، **المسؤولية الاجتماعية للمؤسسات الاقتصادية في ظل التوجهات الإستراتيجية – دراسة حالة شركة أرامكو السعودية-** مجلة البحوث الاقتصادية المتقدمة، المجلد 7، العدد2، 2022، ص 302.

17- Aramco, (2023), op. cit.

18- Aramco, (2023), op. cit

19- نهلة محمد السيد إبراهيم، محمد أحمد محمد العمير، **تأثير تقنية سلاسل الكتل Blocktchain على صناعة الخدمات المالية وإنعكاسها على الإقتصاد الرقمي بالسوق السعودي**، المجلة العربية للإدارة،المجلد 43، العدد1، 2023، ص 26.

20 -Aramco, (2023), op. cit.

21 -Aramco, (2023), op. cit.

22 -Schwertner, K , Digital **transformation of business**. Trakia Journal of Sciences,vol 15 , no10,2017,p 361

23 -Aramco, (2023), op. cit

24- El Saddik, A, Digital Twins: **The Convergence of Multimedia Technologies**, IEEE MultiMedia ,2018 , vol 25 , no 2,p 87. Récupéré sur IEEE MultiMedia: https://ieeexplore.ieee.org/document/8424832/authors#authors

25- Aramco,(2022). **We invest for growth, innovate for safety**, Sustainability Report, Saudi: Aramco Company.

26 -Aramco, (2023), op. cit

27- Sultan, T, **Internet of things-IOT: definition, architecture and applications**. Egyptian Journal of Applied Science,2019,vol 34, no1, pp 81-82.

28- Schwertner,2017, op. cit

29- Madakam, S., & Uchiya, **T,Industrial Internet of Things (IIoT): Principles, Processes and Protocols. Dans M. Zaigham, The Internet of Things in the Industrial Sector Security and Device Connectivity, Smart Environments, and Industry 4.0** , Germany: Springer Cham, 2019 ,p37

30- Aramco, (2023), op. cit

31- Villegas, O. O., Sánchez, V. G., & Rodríguez, R, Recent **ADvances in Augmented Reality (RADAR)**, International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics, 2016, vol 7, no3, p2.

32- Aramco, (2023), op. cit

33- Aramco, (2023), op. cit

34- Chen, Y, **Advantages of 3D Printing for Circular Economy and Its Influence on Designers**, INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE. Cambridge University Press and Assessment, United kingdom, . (2022, mai 26),pp 993-994 .

35- Aramco, (2022), op. cit