

عنوان البحث

(دور التحول الرقمي في تحسين كفاءة العمليات الصناعية في قطاع التعدين
بالمملكة العربية السعودية)

إعداد الطالب/

عبدالعزیز بن محمد فايز الشهري

٢٤١٠٠٢٣٤٠

إشراف/

د.فايز جراد

د. الفیصل عبد الحمید

العام الدراسي:

١٤١٦-٢٠٢٤ هـ

مقدمة

منذ اندلاع الثورة الصناعية الأولى بعد اختراع المحرك البخاري، ظهرت التغييرات الجذرية التالية مثل الآلات الرقمية وبيئة التصنيع الآلية، وتسببت في تأثيرات كبيرة على الإنتاجية، وظهرت تطورات هائلة مثل الويب ٢.٠ والتطبيقات والهواتف الذكية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والطابعات ثلاثية الأبعاد، مما خلق إمكانات كبيرة في تطوير الاقتصادات (Ustundag & Cevikcan, 2017). حيث تعمل التقنيات الرقمية، مثل الهاتف المحمول، والسحابة، والبيانات الضخمة، والتحليلات، وأجهزة الاستشعار، وإنترنت الأشياء (IoT)، والذكاء الاصطناعي (AI)، مع إمكانية الجمع بينها بطرق مبتكرة، على تسريع التقدم بشكل كبير من خلال ما يسمى عملية التحول الرقمي مع تأثير كبير على الأعمال والمجتمع، و بالتالي يصف التحول الرقمي عملية التغيير الشاملة التي تمر بها الشركة أو نموذج الأعمال نتيجة لتطبيق التقنيات الرقمية (البلوشية 2020، et al.)، و يعد التحول الرقمي أحد ركائز الثورة الصناعية الرابعة "الصناعة ٤.٠" (السمري & المحيمد، ٢٠٢٤).

بفضل إمكاناته الواسعة في تحسين العمليات وتحفيز النمو، أثار التحول الرقمي اهتماماً كبيراً من جانب الشركات في جميع أنحاء العالم بما فيها الدول العربية. حيث تطبق الشركات مبادرة التحول الرقمي من خلال تغيير طريقة عملها وتعلمها وتواصلها وتعاونها، وذلك بهدف تحديد القيم ذات الصلة بالعملاء بشكل أسهل وإعادة تصميم نماذج الأعمال والتشغيل على أساس الاحتمالات الجديدة، مما يؤدي إلى زيادة القدرة التنافسية (Dragičević & Bošnjak, 2019)، مثل تطوير القطاع المصرفي لتحقيق التنمية المستدامة (السمري & المحيمد، ٢٠٢٤)، وتطبيق التحول الرقمي في المدن الذكية (مجر & غنيم، ٢٠٢٢). وقد وُجد أن التحول الرقمي له تأثير أكثر استدامة على الأداء التشغيلي مقارنة بالأداء المالي، كما أصبحت الشروط المطلوبة (أي بيئة السياسات والابتكار) لتحسين الأداء التشغيلي من خلال التحول الرقمي أكثر سهولة (Guo & Xu, 2021). وتم تقديم التحول الرقمي باعتباره فرصة استراتيجية تتيح خدمات جديدة وفرصاً لخلق القيمة للشركات (Gao et al., 2019).

ومن بين القطاعات المهمة للشركات التي تسعى إلى تبني التحول الرقمي، يبرز المجال الصناعي. ففي العديد من الصناعات، أصبح التحول الرقمي عاملاً حاسماً، حيث يغير نماذج الأعمال التقليدية ويفتح آفاق تطوير لم يسمع بها من قبل، مثل قطاع صناعة الطاقة (الياسري وآخرون، 2024) والصناعات الغذائية (صالح، ٢٠٢٤) وصناعة السيارات (Llopis-Albert et al., 2021) والصناعة الزراعية (Shamin et al., ٢٠٢٤).

(2019). حيث تشمل المكونات الرئيسية للتحويل الرقمي للإنتاج الصناعي في سياق "الصناعة ٤.٠": إدخال تقنيات تكنولوجيا المعلومات، والتي تنطوي على استخدام البيانات الضخمة (Big Data)، وتقنيات سلسلة الكتل (Blockchain) في الإنتاج، والروبوتات، وأنظمة التصميم بمساعدة الكمبيوتر، وتخطيط الموارد لمؤسسات التجمعات الصناعية، وإدارة دورة حياة المنتج، وكذلك عملية أنظمة التحكم في عمليات الإنتاج (Dalenogare et al., 2018; Tashenova et al., 2019)، وفي هذا السياق، تعتبر "الصناعة ٤.٠" مرحلة صناعية جديدة يمكن من خلالها لتكامل عمليات التصنيع الرأسية والأفقية وربط المنتجات أن يساعد الشركات على تحقيق أداء صناعي أعلى. وفي السنوات الأخيرة، أصبحت الشركات تدرك بشكل متزايد إمكانات "الصناعة ٤.٠"، وترى الشركات أن التحويل الرقمي فرصة لاكتساب ميزة تنافسية حتى تتمكن من أن تصبح رائدة في السوق أو تعزيز ريادتها السوقية الحالية (Schuh et al., 2020).

لقد تطورت تقنيات وتكنولوجيات التعدين وتحسنت بمرور الوقت (على سبيل المثال، إدخال المتفجرات واستخدام معدات التعدين الآلية والآلية خلال الثورة الصناعية وقد أدى كل إنجاز تقني وتنفيذه في مواقع المناجم، في الماضي، إلى ممارسات أفضل ونمو صناعي قوي، ويواجه قطاع التعدين اليوم تنفيذ الابتكارات الرقمية (Barnewold & Lottermoser, 2020). حيث يهدف تطبيق التحويل الرقمي في هذا القطاع إلى تحسين العلاقة بين جوانب مختلفة تماماً من العمل تعمل على تغيير طبيعة الشركات وتفاعلاتها مع العمال والمجتمعات والحكومات والبيئة في كل مرحلة من مراحل سلسلة القيمة، بدءاً من استكشاف المعادن وتقييمها إلى التعدين والاستفادة منها وإنتاج المعادن، فضلاً عن المبيعات والتوزيع النهائي (Abdellah et al., 2022). وخضعت صناعة التعدين في السنوات الأخيرة لتحويل رقمي يعيد تشكيل عملياتها وكفاءتها، حيث فتح دمج التقنيات المتقدمة إمكانيات جديدة لتحسين العمليات وتحسين السلامة وزيادة الاستدامة وتقليل التكاليف والمراقبة في الوقت الفعلي والصيانة التنبؤية (Kalenov & Kukushkin, 2021; Kunkel & Matthess, 2020).

وعلى مستوى المملكة العربية السعودية تشير رؤيتها الطموحة ٢٠٣٠ إلى تطوير البنية التحتية الخاصة بالاتصالات وتقنية المعلومات، وتعزيز الاستثمارات في الاقتصاد الرقمي، وكذلك تعزيز حوكمة التحويل الرقمي. وفي قطاع التعدين، تشير رؤية المملكة إلى تنميته للمساهمة في الاقتصاد الوطني من خلال تشجيع التنقيب عن الثروات المعدنية والاستفادة منها (KSA, 2016). ومع هذا التوجه بتطوير التحويل الرقمي للقطاع الصناعي وتطبيق تقنيات وممارسات التصنيع الحديث، لتحقيق المستهدفات الاستثمارية، فقد

أطلقت وزارة الصناعة والثروة المعدنية برنامج "مصانع المستقبل" من خلال تبني التحول الرقمي (مركز-الاقتصاد-الرقمي، ٢٠٢٤).

وعلى الرغم من الأهمية المتزايدة لتبني التحول الرقمي في مختلف الأنشطة الاقتصادية مواكبة للتحولات العالمية الرقمية لتحقيق التنافسية و زيادة الإنتاج و تحقيق الاستدامة، وبالرغم من الجهود الحثيثة لحكومة المملكة لمواكبة هذه التغيرات المتسارعة للتكنولوجيا الرقمية المتقدمة في مختلف جوانب الحياة من أجل إنجاز أهداف رؤية ٢٠٣٠، إلا أنه لا توجد دراسات محلية تناولت دور التحول الرقمي في تطوير قطاع التعدين في المملكة، وعليه ستسعى هذه الدراسة إلى استكشاف دور التحول الرقمي في تطوير هذا القطاع الحيوي للمملكة بما يخص مجال تحسين كفاءة العمليات الصناعية.

مشكلة وفكرة الدراسة

في الصناعات الأساسية، التي تقدم منتجات مادية أو منتجات شبه مادية أو مواد خام، مثل التعدين، تبدأ عملية التطوير التكنولوجي عموماً بمبادرات تهدف إلى تحسين كفاءة العمليات، أي العمليات الصناعية الداخلية، بحيث يتماشى نموذج التشغيل مع تفضيلات العملاء ومتطلباتهم بشكل يؤثر على كل نشاط في سلسلة القيمة (Dragičević & Bošnjak, 2019). ولكي تنجح الشركات الحديثة في بيئة شديدة الديناميكية والتعقيد، فمن الضروري لها أن تراقب وتحلل اتجاهات تكنولوجيا الصناعة على أساس مستمر، وأن تُطوّر أنشطة موجهة نحو الابتكار تركز على المستقبل وتسمح للشركة بالتكيف مع التغيير وعدم اليقين. وفي الوقت الحاضر، تُعتبر عملية التحول الرقمي واحدة من أهم العوامل المركزية لتطوير قطاع التعدين، فلقد أصبحت الرقمنة ضرورة تجارية، حيث تستفيد من أحدث التطورات التكنولوجية لتحسين العمليات التشغيلية من أجل ضمان القدرة التنافسية الاستراتيجية، وتقليل المخاطر، وزيادة أداء الأعمال، والمساهمة في حماية البيئة والاستغلال المستدام للموارد المعدنية (Lazarenko et al., 2021).

يشكل التقدم في التغيير التكنولوجي داخل صناعة التعدين جزءاً لا يتجزأ من العصر الصناعي الرابع، مما أدى إلى زيادة أتمتة المهام التشغيلية وعمليات الإنتاج المحددة، وبالتالي تطبيق شبكات الذكاء الجاهزة لربط العديد من مكونات سلسلة القيمة (Abdellah et al., 2022; Kynytska et al., 2024). وتشير الرقمنة في التعدين إلى استخدام الأجهزة أو الأنظمة المحوسبة والبيانات الرقمية التي تهدف إلى تقليل

التكاليف وتحسين إنتاجية الأعمال وتحويل ممارسات التعدين (Barnewold & Lottermoser, 2020). وقد أصبحت الرقمنة عاملاً حاسماً سيمكن الشركات في قطاع التعدين من البقاء قادرة على المنافسة في المستقبل (Kalenov & Kukushkin, 2021). وفي هذا السياق، يشير (Young and Rogers, 2019) إلى أهمية التحول الرقمي في قطاع التعدين متمثلاً بالعملية التي تتكيف بها الشركات مع التكنولوجيا الرقمية (الأتمتة، والكاميرات، وأجهزة الاستشعار، والشاشات التي تعمل باللمس، والذكاء الاصطناعي، وما إلى ذلك)، وفي جميع مجالات التعدين (الإدارة والتخطيط والاستكشاف والنقل والمعالجة وتخصيب المعادن والتعاون والدعوة للاستثمار والمبيعات وخدمة العملاء... الخ). وغالباً ما يُنظر إلى التحول الرقمي، كأحد مكونات الثورة التكنولوجية الرابعة، على أنه عملية التغيير من نموذج الأعمال التقليدي إلى نموذج رقمي من خلال تطبيق تقنيات جديدة مثل البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء (IoT) والحوسبة السحابية (Cloud) لتغيير طريقة التشغيل والقيادة وعملية العمل وثقافة الشركة (Van Hau et al., 2022).

وفي المملكة العربية السعودية، يحظى قطاع التعدين بدعم واهتمام الدولة، حيث يشكل الركيزة الثالثة للصناعة السعودية ويعمل على توفير الفرص الوظيفية للشباب السعودي، وتحقيق التنمية المتوازنة بين المناطق، وتشكيل مدن جديدة على طراز حديث يواكب المدن الصناعية العالمية، بما يحقق أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠ في الاستفادة القصوى من الثروات الوطنية (الخريف، ٢٠٢٣). وقد انبثق عن رؤية المملكة الطموحة ٢٠٣٠ "برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية" الذي يهدف إلى تحويل المملكة إلى قوة صناعية رائدة ومنصة لوجستية عالمية، وتعظيم القيمة المتحققة من قطاعي التعدين والطاقة، والمحتوى المحلي والثورة الصناعية الرابعة، ليساهم البرنامج بشكل كبير في تعظيم الأثر الاقتصادي وتنويعه للقطاعات المستهدفة، واستدامة نمو تلك القطاعات وتحقيق ريادتها، وخلق بيئة استثمارية جاذبة فيها (رؤية-٢٠٣٠، ٢٠٢١). وفي هذا السياق، أدركت شركة "معادن" أن التحول الرقمي عنصر أساسي في مستقبلها وفي جميع أنشطة الشركة، وأحرزت تقدماً كبيراً في عام ٢٠٢٠ نحو تحقيق هدفها المتمثل في دمج التحول الرقمي كعنصر أساسي في جميع أعمالها (معادن، ٢٠٢٠)، ففي عام ٢٠١٨، وقعت شركة "معادن" مذكرة تفاهم استراتيجية مع "جنرال إلكتريك" تركز على بحث الفرص الممكنة لدعم التحول الرقمي في القطاع الصناعي (معادن، ٢٠١٨).

ومما سبق جاءت فكره هذه الدراسة للكشف عن دور التحول الرقمي في تحسين كفاءة العمليات الصناعية في قطاع التعدين في المملكة العربية السعودية، وذلك في ظل التغيرات التكنولوجية الرقمية المتسارعة حالياً. ويرى الباحث أنه على الرغم من الجهود البحثية المتنوعة التي تناولت موضوع التحول الرقمي في قطاع التعدين عالمياً، إلا أنه لا توجد دراسات عربية سابقة تناولت هذا الموضوع، كما يوجد حاجة ملحة لإثراء هذا الموضوع، وذلك مواكبة للتغيرات التكنولوجية الرقمية المتطورة بشكل كبير في جميع القطاعات الصناعية عموماً وقطاع التعدين خصوصاً.

وعليه جاءت هذه الدراسة لتجيب عن السؤال الرئيسي الآتي: ما دور التحول الرقمي في تحسين كفاءة العمليات الصناعية في قطاع التعدين في المملكة العربية؟ ويتفرع من هذا التساؤل الأسئلة الفرعية الآتية:

- ما هو واقع تنفيذ التحول الرقمي في العمليات الصناعية ضمن قطاع التعدين في المملكة العربية السعودية؟
- ما هي التحديات الرئيسية لتنفيذ التحول الرقمي في العمليات الصناعية ضمن قطاع التعدين في المملكة العربية السعودية؟
- هل يؤثر تطبيق التكنولوجيا الرقمية في تحسين كفاءة العمليات الصناعية ضمن قطاع التعدين في المملكة العربية السعودية، من وجهة نظر الموظفين في شركات التعدين؟

التعريفات الإجرائية

التحول الرقمي: مشروع حكومي يشمل كافة خدمات المؤسسات والقطاعات المختلفة بالدولة، ويتمثل في تحويل الخدمات الحيوية والأساسية المرتبطة بخدمة الأفراد، والمؤسسات، والاستثمارات المختلفة، من شكلها التقليدي إلى الشكل الإلكتروني الذكي، بالاعتماد على التقنيات الحديثة والمتطورة (البلوشية و آخرون , 2020).

ويُعرف التحول الرقمي إجرائياً وفق هذه الدراسة بأنه: طريقة لتحسين صناعة التعدين وإحداث تغييرات كبيرة في خصائصها من خلال دمج تقنيات الاتصالات والحوسبة مثل: البيانات الضخمة والجوال والذكاء الاصطناعي والروبوتات وأجهزة الاستشعار في العمليات الصناعية ضمن هذه الصناعة في المملكة العربية السعودية.

العمليات الصناعية في التعدين: استخراج المعادن من على سطح الأرض أو باطنها أو من البحر، وذلك بهدف تسويقها أو تكريرها أو تحويلها (Maheswari et al., 2020).

وتعرّف العمليات الصناعية في التعدين إجرائياً وفق هذه الدراسة بأنها: جميع مراحل سلسلة القيمة (عمليات المسح والاستكشاف، وعمليات التكرير والصهر، وتصنيع المنتجات المعدنية).

أهمية الدراسة

- ستسعى هذه الدراسة بالاعتماد على الأسس النظرية لكل من التحول الرقمي والعمليات الصناعية في التعدين في إغناء المكتبة البحثية بتأطير تطبيق التحول الرقمي في قطاع التعدين من خلال دراسة واقع تنفيذه في شركات التعدين السعودية بما يضمن تحسين كفاءة العمليات الصناعية لقطاع التعدين.
- تنبثق الأهمية العملية لهذه الدراسة من خلال الدراسة الميدانية في شركات التعدين السعودية وتقصّي واقع تنفيذ التحول الرقمي بهدف تحسين كفاءة العمليات الصناعية، وذلك بما يتناسب ويلائم التكنولوجيا الرقمية المعاصرة والتي تنمو وتتطور بسرعة لتلبية حاجة بيئة الأعمال في تحسين كفاءتها من كل الجوانب الاقتصادية والفنية والبشرية والتسويقية والإعلامية وغيرها. كما ستسعى هذه الدراسة لتقديم مساهمة عملية في إطار تحقيق أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠ بما يخص تطوير قطاع التعدين وتنفيذ التحول الرقمي في هذا القطاع.
- قد تساعد الدراسة في تقديم فهم واضح للتحديات والآثار المرتبطة بتطبيق تقنيات التحول الرقمي في قطاع التعدين، وبشكل خاص في المملكة العربية السعودية، مما يؤدي في النهاية إلى تحسين كفاءة العمليات الصناعية ضمن هذا المجال.
- قد تساعد نتائج وتوصيات الدراسة حول أهمية التحول الرقمي والتحديات التي تعوق استخدام تقنياته في المجال الصناعي عموماً وفي قطاع التعدين خصوصاً، في توجيه أنظار صناع القرار لاتخاذ التدابير اللازمة على المستويين الحكومي والمؤسسي ووضع سياسات فاعلة لضمان تطبيق التحول الرقمي في مجال قطاع التعدين، وبالتالي التخفيف من التحديات المحتملة التي قد تعيق عملية التطبيق في المستقبل.

أهداف الدراسة

تسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

١. الكشف عن واقع تنفيذ التحول الرقمي في العمليات الصناعية ضمن قطاع التعدين في المملكة العربية السعودية.

٢. الكشف عن التحديات الرئيسية لتنفيذ التحول الرقمي في العمليات الصناعية ضمن قطاع التعدين في المملكة العربية السعودية.

٣. الكشف عن دور تطبيق التكنولوجيا الرقمية في تحسين كفاءة العمليات الصناعية ضمن قطاع التعدين في المملكة العربية السعودية، من وجهة نظر الموظفين في شركات التعدين.

ويوضح الشكل (١) هيكلية الدراسة.



الدراسات المرجعية

فيما يلي استعراض للدراسات السابقة العربية والأجنبية المتعلقة بموضوع الدراسة وفق التسلسل الزمني من الأقدم إلى الأحدث كالتالي:

- دراسة Dragičević and Bošnjak (2019) بعنوان: التحول الرقمي في مؤسسات

التعدين: دراسة تجريبية

هدفت هذه الدراسة إلى فهم أفضل للجوانب الرئيسية المتعلقة ببدء وتنفيذ مبادرات التحول الرقمي في صناعة التعدين، بالإضافة إلى تحديد التحديات وعوامل النجاح في هذا السياق. تم إجراء بحث تجريبي في شركة تعدين كبيرة ومتنوعة - شركة بوكسيت (صربيا). ولتلبية احتياجات البحث، تم اختيار حالة تطوير وتنفيذ نظام برمجيات الأعمال التحليلية لوحدة تنظيم المناجم السطحية. من أجل دراسة مشكلة البحث من منظور الأعمال وتكنولوجيا المعلومات، تم إجراء مقابلة شبه منظمة مع الأشخاص الرئيسيين المسؤولين عن تنفيذ مبادرة التحول الرقمي. تشير نتائج الدراسة إلى حتمية التحول الرقمي وأهمية مبادرة التحليل الرقمي في صناعة التعدين، حيث أن التنفيذ الفعال لمبادرة التحليل الرقمي، مثل تطوير وتنفيذ نظام برمجي تحليلي يعتمد على تقنيات السحابة والجوال، يمكن أن يساهم بشكل كبير في تحسين النموذج التشغيلي في مؤسسة التعدين. وتؤكد النتائج أن مشروع التعدين في تنفيذ مبادرة التحول الرقمي يواجه تحديات كبيرة التي لا تتعلق بالتكنولوجيا فقط، نظراً لتعقيد العمليات والأتمتة والأمان، بل تتعلق أيضاً بتشغيل استراتيجية الأعمال، وخاصة في ربط الأهداف بالمعلومات والبيانات المترابطة. بالإضافة إلى ذلك، ترتبط التحديات الكبيرة بإدارة التغيير، وخاصة عندما يتعلق الأمر بالكفاءات وتعاون الموظفين عبر الحدود التنظيمية، والقيود الخارجية المتعلقة بالعلاقات مع شركاء الأعمال، وبيئة العمل القاسية، واللوائح القانونية، وقضايا الاتصال.

- دراسة Van Hau et al. (2022) بعنوان: التحول الرقمي في قطاع التعدين في فيتنام

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن واقع تنفيذ التحول الرقمي في قطاع التعدين في فيتنام. تم استخدام أسلوب التحليل المستند إلى الوثائق (المراجعة المكتبية) لتحليل وتقييم الوضع الحالي للتحول الرقمي لصناعة تعدين الفحم والمعادن وتحديد الإنجازات وكذلك القيود المفروضة على عملية التحول الرقمي في صناعة تعدين الفحم والمعادن في فيتنام. قدمت الدراسة القضايا التالية: (١) بعض القضايا العامة حول التحول الرقمي، والتي تم فيها توضيح مفهوم التحول الرقمي؛ معنى التحول الرقمي في مجال تعدين الفحم والمعادن؛ متطلبات التحول الرقمي في مجال تعدين الفحم والمعادن. (٢) الوضع الحالي للتحول الرقمي في تعدين الفحم والمعادن في فيتنام،

بما في ذلك تطبيق التقنيات المتقدمة في الاستكشاف والتعدين، وتطبيق التقنيات المتقدمة في التعدين وحماية البيئة. و بفضل التحول الرقمي، حققت شركات تعدين الفحم الفيتنامية العديد من النجاحات، مثل التحول من التعدين التقليدي إلى نموذج التعدين الذكي الذي يساعد بدوره على تحسين الإنتاجية وكفاءة العمل والسلامة. وفي الوقت نفسه، ساعد التحول الرقمي عملية التعدين على تقليل التأثيرات السلبية على البيئة، وضمان التنمية المستدامة.

- دراسة (Mthimkhulu (2023 بعنوان: فرص وتحديات التحول الرقمي في قطاع التعدين في جنوب أفريقيا

هدفت هذه الدراسة إلى فهم التقنيات والحلول الرقمية المحتملة التي يمكن لقطاع التعدين في جنوب إفريقيا اعتمادها، بالإضافة إلى استكشاف بعض المحركات والحوافز المتصورة لاعتمادها في عمليات التعدين والتشغيل. تم استخدام أسلوب بحثي استكشافي نوعي لإجراء الدراسة، وتم استخدام تحليل النهج الموضوعي لاستكشاف هدف الدراسة. تمت مقابلة تسعة مشاركين من شركات تعدين مختلفة في جنوب إفريقيا تعمل في سلع مختلفة، وتم اختيار المشاركين فقط في أدوار الإدارة العليا والمتوسطة والصغيرة لهذه الدراسة. تم تسجيل استجابات المشاركين للمقابلة ونسخها، وتم تطبيق تحليل البيانات باستخدام نهج موضوعي. وقد برزت ستة موضوعات من تحليل البيانات؛ وتألفت هذه الموضوعات من خمسة وعشرين فئة. وقد تم تحديد هذه الفئات كمحركات وحوافز لشركات التعدين في جنوب إفريقيا لتبني التكنولوجيا والحلول الرقمية المحتملة في التعدين وعملياتها. وقد تم تحديد الحوافز الناجمة عن البيئة المعقدة لقطاع التعدين في جنوب إفريقيا كأسباب لبطء تبني التكنولوجيا والحلول الرقمية من قبل قطاع التعدين. وقد تبين أنه للتحول الرقمي دوراً إيجابياً في مجال قطاع التعدين من خلال تحسين الصحة والسلامة، وتحسين عمليات التعدين والإنتاج، واحتواء التكاليف وخفضها، واستدامة التعدين والعمليات، والصيانة الوقائية والتنبؤية، وسلسلة قيمة التعدين والعمليات الذكية.

- دراسة (Kunytska et al. (2024 بعنوان: تقنيات النمذجة الرقمية في صناعة التعدين: فعالية و آفاق التحول الرقمي لمؤسسات التعدين المفتوح

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل النماذج الرقمية المتكاملة لتحسين تشغيل مؤسسات التعدين المفتوحة، بهدف زيادة الإنتاجية وضمان السلامة والحد من التأثير البيئي في أوكرانيا. ومن بين الأساليب المستخدمة، اعتمدت الدراسة طرقاً مختلفة مثل الطريقة التحليلية وطريقة التصنيف والطريقة الوظيفية والطريقة الإحصائية وطريقة التوليف وغيرها. خلال البحث، تم إجراء تحليل للنماذج الرقمية المتكاملة لتحسين تشغيل مؤسسات التعدين المفتوحة. أدى تنفيذ النماذج الرقمية المتكاملة في مؤسسات التعدين إلى زيادة كبيرة في مستوى إنتاجية استخراج

الموارد، مما يوفر تنظيمًا أكثر كفاءة لعمليات العمل. كما تم تحديد التحسن في نظام السلامة، حيث سمحت هذه النماذج بالكشف عن المخاطر المحتملة وإدارتها في الوقت المناسب. بالإضافة إلى ذلك، ساهم تطبيق تقنيات النمذجة الرقمية في تقليل التأثير السلبي على البيئة الطبيعية بشكل كبير، وتنفيذ طرق أكثر استدامة بيئيًا لاستخراج الموارد ومعالجتها. سمح دمج التقنيات الرقمية بتحسين عمليات العمل، مما يجعلها أكثر كفاءة ومرونة. كما تؤكد الدراسة على أهمية استخدام النماذج الرقمية في سياق التحليل التنبئي واتخاذ القرار.

- دراسة الياسري و آخرون (2024) بعنوان: التحول الرقمي ودوره في تنشيط تقنيات صناعة الطاقة

هدفت هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على قدرة التحول الرقمي في تعزيز القدرة التنافسية للشركات من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، وتعظيم الإنتاجية، وذلك باستخدام التكنولوجيا الرقمية مثل الذكاء الصناعي والفضاء السحابي والحوسبة السحابية، وتحليلات البيانات الضخمة والروبوتات التكميلية، والواقع المعزز، وانتزيت الأشياء الصناعي، وتطبيقها على انتاج وتنشيط الطاقات التقليدية والمتجددة. استخدمت الدراسة الأسلوب الوصفي والتحليلي عن طريق طرح مختلف التطورات في التحول الرقمي في مجال الطاقة بمختلف مصادرها. وتوصلت إلى مجموعة من الاستنتاجات: يشهد العالم حاليًا تحول رقمي في جميع نواحي حياتنا بما فيها الحوسبة السحابية والربط بين أجهزة الهاتف الجوال والذكاء الصناعي والبيانات الضخمة، إذ يعيش موجة من التقدم التكنولوجي السريع الذي قلل المسافات بين المجالات الفيزيائية والرقمية والبيولوجية. ويعد ظهور هذا التحول بحد ذاته انجاز، وذلك لأنه يؤدي إلى تحسين الأنشطة التشغيلية وتقليل العنصر البشري في الأنشطة عالية الخطورة، وتحسين كفاءة استخدامات الوقود الاحفوري الذي بات يشكل خطراً على البشرية، وعلى الرغم من تحسن كفاءة استخدام الوقود الاحفوري إلا ان اغلب المؤسسات لجأت الى استخدام الطاقات المتجددة وذلك لتحقيق التميز في أدائها والعمل على تعزيز قدرتها في مجال تنشيط الطاقة المتجددة باستخدام التحول الرقمي. وبذلك يعد التحول الرقمي نقطة انطلاق لتطوير جميع الاعمال في مجال الطاقة، حيث خلق تحول جذري في كيفية تزويد العالم ليس فقط بطاقة (النفط، والغاز) وإنما في تنشيط الطاقة المتجددة، حيث أثر التحول الرقمي في استراتيجيات الشركات وذلك في خمسة مجالات رئيسة (الزبائن، والمنافسة، والبيانات، والابتكار، والقيمة)، وهذه المجالات يمكن للتقنيات الرقمية من تغيير القواعد التي يجب ان تعمل بها المؤسسات لغرض تحقيق أهدافها المنشودة ومنها قطاع الطاقة. والتي تبدأ من مرحلة الاستكشاف عبر مواقع الحفر والتنقيب وصولاً إلى الإنتاج عبر مراكز التوزيع ومن ثم إلى العملاء، حيث تمكن التحول الرقمي من خدمة هذا القطاع وذلك عن طريق التشغيل الآلي الكامل لمنصات الإنتاج،

والرصد الثابت لتدفق النفط الخام وتكوينه ودراسة وتأكيد العثور على احتياطيات جديدة ممكنة. ولذلك قامت العديد من الدول بالعمل على تطوير وتوسيع استخدام الطاقة المتجددة من أجل مواكبة التطور الحاصل في التحول إلى الطاقة النظيفة.

التعقيب على الدراسات السابقة

من خلال الاستعراض السابق للدراسات المتعلقة بموضوع الدراسة يتبين أنه تتفق هذه الدراسات من حيث إبراز الدور الإيجابي الذي يلعبه تنفيذ التحول الرقمي في مجال صناعة الطاقة (الياسري وآخرون، 2024) وفي مجال قطاع التعدين بشكل خاص (Dragičević & Bošnjak, 2019; Kunytska et al., 2024; Mthimkhulu, 2023; Van Hau et al., 2022). حيث تبين أنه لتطبيق التحول الرقمي دوراً مهماً في تحسين النموذج التشغيلي في مؤسسة التعدين (Dragičević & Bošnjak, 2019)، وتحسين الإنتاجية وكفاءة العمل والسلامة وضمان التنمية المستدامة (Van Hau et al., 2022)، وتحسين الصحة والسلامة، وتحسين عمليات التعدين والإنتاج، واحتواء التكاليف وخفضها، واستدامة التعدين والعمليات، والصيانة الوقائية والتنبؤية، وسلسلة قيمة التعدين والعمليات الذكية (Kunytska et al., 2024; Mthimkhulu, 2023)، وتعزيز القدرة التنافسية للشركات في مجال صناعة الطاقة من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، وتعظيم الإنتاجية (الياسري وآخرون، 2024).

وقد اختلفت هذه الدراسات فيما بينها من حيث النوع، فكانت كل من دراسة Dragičević and Bošnjak (2019) و Mthimkhulu (2023) ميدانية مستخدمة المقابلات لجمع البيانات، بينما كانت الدراسات الأخرى نظرية تعتمد على تحليل المصادر المنشورة و الوثائق الرسمية.

وتتفق الدراسة الحالية مع كل من دراسة Dragičević and Bošnjak (2019) و Mthimkhulu (2023) من حيث الهدف المتمثل بالكشف عن دور التحول الرقمي في تحسين كفاءة العمليات الصناعية في قطاع التعدين، و تختلف مع كل الدراسات السابقة من حيث بيئة التطبيق.

أوجه الاستفادة من الدراسات السابقة

- إثراء الإطار النظري للدراسة.
- القدرة على تحديد منهج الدراسة بوضوح، فضلاً عن تحديد أدوات الدراسة.

- الاستفادة من الدراسات السابقة في صياغة مشكلة وتساؤلات الدراسة وتوضيحها بشكل جيد.
- الاستفادة من الدراسات السابقة في دعم نتائج الدراسة الحالية ووضع التوصيات.

ما يميز الدراسة الحالية

تبرز الفجوة البحثية من عدم وجود دراسات محلية تناولت دور التحول الرقمي في تطوير قطاع التعدين. وبذلك، تتميز الدراسة الحالية في تناول موضوع " دور التحول الرقمي في تحسين كفاءة العمليات الصناعية في قطاع التعدين بالمملكة العربية السعودية ".

إجراءات الدراسة

منهج الدراسة

بناء على طبيعة موضوع هذه الدراسة، ومن أجل تحقيق أهدافها والإجابة على مشكلتها، فسيتم اعتماد المنهج النوعي الذي يخدم هذا النوع من الأبحاث بهدف معرفة دور استخدام التحول الرقمي في تحسين كفاءة العمليات الصناعية ضمن قطاع التعدين في المملكة. يقوم هذا المنهج على استكشاف و تقديم رؤى أعمق حول مشاكل العالم الحقيقي (بودشيشة، ٢٠٢٢)، و يجمع تجارب المشاركين وتصوراتهم وسلوكهم، ويجب على الكيفية والسبب بدلاً من العدد أو المقدار (Hennink et al., 2020).

مجتمع وعينة الدراسة

• مجتمع الدراسة:

يتكون المجتمع الكامل لهذه الدراسة من شركات التعدين في المملكة العربية السعودية التي نفذت أو هي في طور تنفيذ التكنولوجيا الرقمية وتبني الحلول الرقمية في العمليات الصناعية.

• عينة الدراسة:

يتألف المشاركون من مستويات الإدارة العليا والمتوسطة والصغيرة المتعلقة بالعمليات الصناعية داخل شركات التعدين في المملكة العربية السعودية.

وسائل جمع بيانات الدراسة

- أ- الجانب النظري: سوف يتم الاعتماد على عدد من المراجع العربية والأجنبية (الكتب-الدوريات-المجلات العلمية) في مجال الدراسة.

ب- الجانب الميداني: سوف يتم جمع البيانات من خلال استخدام الاستبانة التي توجه إلى عينة من قيادات الشركات عينة الدراسة.

خطوات تنفيذ خطة الدراسة

أ- أداة الدراسة

سوف تعتمد الدراسة على الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات من عينة الدراسة.

ب- الأساليب الإحصائية

سوف تستخدم الدراسة الأساليب الإحصائية التالية:

١- التكرارات والنسب المئوية.

٢- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية.

٣- معامل ارتباط بيرسون، ومعامل الفا كرونباخ.

- البلوشية، نوال، الحراسي، نيهان، & العوفي، علي. (٢٠٢٠). واقع التحول الرقمي في المؤسسات العمانية. *Journal of Information Studies and Technology*, 2020(1), 2.
- الخريف، بندر. (٢٠٢٣). الصناعة و التعدين في المملكة العربية السعودية: الواقع و التحديات و التوجهات المستقبلية. ملتقى اسبار. <https://2u.pw/5ZIrCcCe>
- السمري، منى، & المحيمد، محمد. (٢٠٢٤). التحول الرقمي وأثره في تحقيق البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة دراسة تطبيقية على قطاع البنوك التجارية بالمملكة العربية السعودية. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية*، ١٥ (١)، ٢١٧-٢٤٨.
- الياسري، أحمد، الدليمي، حيدر، جبار، إبراهيم، خضير، رعد، الناجي، زينب، & كاظم، زهير. (٢٠٢٤). التحول الرقمي ودوره في تنشيط تقنيات صناعة الطاقة. *Gharee for Economics & Administration Sciences*, 20.
- بودشيشة، أحمد. (٢٠٢٢). انعكاسات الحجر الصحي على هابيتوس الأفراد، ودور المؤسسات في الجوائر زمن كوفيد-١٩. دراسة ميدانية وفق المنهج النوعي. *المجلة العربية لعلم الاجتماع*، ١٥ (٣٠)، ٨٧-١٤٤.
- رؤية-٢٠٣٠. (٢٠٢١). برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية خطة تنفيذ. https://daleel.gov.sa/wp-content/uploads/2023/05/210623_DPMV_WIP29.pdf
- صالح، صافيناز. (٢٠٢٤). اثر التحول الرقمي على الهاشاشة المالية دراسة تطبيقية على قطاع الصناعات الغذائية بمصر. *المجلة العلمية للبحوث التجارية (جامعة المنوفية)*.
- مجر، أحمد، & غنيم، صفاء. (٢٠٢٢). تطوير أداة لقياس كفاءة التحول الرقمي للمدن العربية نحو المدن الذكية بالتطبيق على حالتين دراسيتين: مدينة ينبع البحر و مدينة ينبع الصناعية بالمملكة العربية السعودية. *المجلة الدولية للتنمية*، ١١ (١)، ٦١-٨٢.
- مركز-الاقتصاد-الرقمي. (٢٠٢٤). الصناعة الذكية في المملكة العربية السعودية: خريطة الانتشار و استراتيجية التحول.
- معادن. (٢٠١٨). معادن تعزز استراتيجياتها في التحول الرقمي بمذكرة تفاهم مع جنرال إلكتريك. Retrieved from <https://www.maaden.com.sa/ar/news/details/408> 18 أكتوبر
- معادن. (٢٠٢٠). التقرير السنوي ٢٠٢٠. <https://www.maaden.com.sa/annualreport/ar/digitalisation.php>
- Abdellah, W. R., Kim, J.-G., Hassan, M. M., & Ali, M. A. (2022). The key challenges towards the effective implementation of digital transformation in the mining industry. *Geosystem Engineering*, 25(1-2), 44-52 .
- Barnewold, L., & Lottermoser, B. G. (2020). Identification of digital technologies and digitalisation trends in the mining industry. *International journal of mining science and technology*, 30(6), 747-757 .
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of production economics*, 204, 383-394 .
- Dragičević, Z., & Bošnjak, S. (2019). Digital transformation in the mining enterprise: The empirical study. *Mining and Metallurgy Engineering Bor*(1-2), 73-90 .
- Gao, S., Hakanen, E., Töytäri, P., & Rajala, R. (2019). Digital transformation in asset-intensive businesses: Lessons learned from the metals and mining industry. The 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii.
- Guo, L., & Xu, L. (2021). The effects of digital transformation on firm performance: Evidence from China's manufacturing sector. *Sustainability*, 13(22), 12844 .
- Hennink, M., Hutter, I., & Bailey, A. (2020). *Qualitative research methods*. Sage .
- Kalenov, O., & Kukushkin, S. (2021). Digital transformation of mining enterprises. E3S Web of Conferences ،
- KSA. (2016). رؤية السعودية ٢٠٣٠. (Retrieved 19 أكتوبر from <https://www.vision2030.gov.sa/>)
- Kunkel, S., & Matthess, M. (2020). Digital transformation and environmental sustainability in industry: Putting expectations in Asian and African policies into perspective. *Environmental science & policy*, 112, 318-329 .

- Kunyt'ska, M., Piskun, I., Koten'ko, V., & Kryvoruchko, A. (2024). Digital modelling technologies in the mining industry: Effectiveness and prospects of digitalisation of open-pit mining enterprises. *BULLETIN of Cherkasy State Technological University*, 29(1), 52-61 .
- Lazarenko, Y., Garafonova, O., Marhasova, V., & Tkalenko, N. (2021). Digital transformation in the mining sector: Exploring global technology trends and managerial issues. *E3S Web of Conferences* .
- Llopi's-Albert, C., Rubio, F., & Valero, F. (2021). Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120343 .
- Maheswari, C., Priyanka, E., Thangavel, S., Vignesh, S. R., & Poongodi, C. (2020). Multiple regression analysis for the prediction of extraction efficiency in mining industry with industrial IoT. *Production Engineering*, 14, 457-471 .
- Mthimkhulu, N. (2023). *Digital Transformation Opportunities and Challenges in the South African Mining Sector* University of the Witwatersrand]. South Africa .
- Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., Ten Hompe'l, M., & Wahlster, W. (2020). *Industrie 4.0 maturity index: Managing the digital transformation of companies*. a. STUDY. <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/>
- Seale, C., & Charteris-Black, J. (2010). Keyword analysis: A new tool for qualitative research. *The SAGE handbook of qualitative methods in health research*, 536-556 .
- Shamin, A., Frolova, O., Makarychev, V., Yashkova, N., Kornilova, L., & Akimov, A. (2019). Digital transformation of agricultural industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* .
- Tashenova, L., Babkin, A., & Mamrayeva, D. (2019). Digital transformation of industrial production in the context of Industry 4.0. *Bulletin of the Karaganda university Economy series*, 96(4), 154-162 .
- Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2017). *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Springer .
- Vaismoradi, M., Jones, J., Turunen, H., & Snelgrove, S. (2016). Theme development in qualitative content analysis and thematic analysis .
- Van Hau, N., Khanh Ly, C. T., Quynh Nga, N., Hong Duyen, N. T., & Huong Hue, T. T. (2022). Digital Transformation in Mining Sector in Vietnam. *Inżynieria Mineralna*(2), 21-30 .
- Young, A & 'Rogers, P. (2019). A review of digital transformation in mining. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 36(4), 683-699 .