ISSN: 2519 – 6138 (Print)
E-ISSN: 2663 – 8983(On Line)

TUJR
مجلة جامعة تكريت للحقوق
Tikrit University Journal for Rights

IRAQI Academic Scientific Journals
العراقية المجلات الاكاديمية العلمية

Tikrit University Journal for Rights
Journal Homepage : http://tujr.tu.edu.iq/index.php/t

كلية القانون
College of Law

The impact of using artificial intelligence in seabed mining and oil and gas exploration (a study within the framework of international law of the sea)

Researcher: Shaimaa Ahmed Hussein

College of Law, University of Mosul, Nineveh, Iraq

shaimaa.23lwp26@student.uomosul.edu.iq

Prof. Dr. Suhad Abdel-Jamal Abdel-Karim

College of Law, University of Mosul, Nineveh, Iraq

Suhad.jamal@uomosul.edu.iq

Article info.

Article history:
- Received 22 March 2026
- Accepted 5 April 2026
-Available online 1 September2026

Keywords:
- Seabed, United Nations Convention on the Law of the Sea 1982
- Exploration
- Mining
- Oil and Gas
- Artificial Intelligence
- Cybersecurity
- International Authority.

Abstract: Mining and exploration are among the oldest professions in the world. Since ancient times, people have sought gold, silver, and other resources used in making coins, jewelry, and other items. However, technological advancements and available exploration methods have enabled countries and individuals interested in mining and exploration to quickly obtain the resources they need, whether from minerals buried beneath the seabed or in oil exploration. Artificial intelligence (AI) and machine learning have played a prominent role in transforming the methods for obtaining materials from the seabed. In the mining sector, AI supports the efficient extraction of mineral ores and allows for precise exploration of these resources. The use of AI

technology helps move away from old, labour-intensive methods towards more accurate, efficient processes. This is because mining generates a wealth of data that AI can use to make operations smoother and more efficient. AI also plays a crucial role in oil exploration and extraction processes, reducing effort, improving operational efficiency, lowering costs, and helping eliminate the need for traditional methods. AI enables companies to identify oil reserves and other areas where it impacts exploration. However, despite its advantages, AI also has some drawbacks. Negative for the environment, and may not be able to. Developing countries with limited financial resources cannot keep pace with these developments and exploit the seabed using artificial intelligence; they are not on equal footing with industrialized countries that possess superior financial capabilities.

© 2023 TUJR, College of Law, Tikrit University

أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين والتنقيب عن النفط والغاز في قاع البحار (دراسة في أطار القانون الدولي للبحار)

الباحثة. شيماء احمد حسين
كلية الحقوق ، جامعة الموصل ، نينوى، العراق
shaimaa.23lwp26@student.uomosul.edu.iq
أ.م.د. سهاد عبد الجمال عبد الكريم
كلية الحقوق ، جامعة الموصل ، نينوى، العراق
Suhad.jamal@uomosul.edu.iq

معلومات البحث :

تواريخ البحث:
- الاستلام : ٢٢ / اذار/ ٢٠٢٦
- القبول : ٥ / نيسان/ ٢٠٢٦
- النشر المباشر: ١/ايلول /٢٠٢٦

الكلمات المفتاحية :
- قاع البحار , اتفاقية الامم المتحدة للبحار ١٩٨٢
- التنقيب
- التعدين

الخلاصة: يعد التعدين والتنقيب من اقدم المهن في العالم حيث كانت الشعوب منذ القدم تبحث عن الذهب والفضة والموارد الأخرى المستخدمة في صنع العملات المعدنية والمجوهرات وغيرها ولكن التطورات التكنولوجيا والتنقيبات المتوفرة باتت تسعف الدول والأشخاص الراغبين في التعدين والاستكشاف من حيث السرعة في الحصول على الموارد التي يحتاجونها سواء كانت من المعادن المدفونة تحت قاع البحر ام في التنقيب عن النفط فكان للذكاء الاصطناعي والتعلم الالي الدور البارز في تغيير وسائل الحصول على المواد في قاع البحر، فالذكاء الاصطناعي في قطاع التعدين يدعم استخراج الخامات المعدنية بكفاءة عالية وتستكشف هذه الموارد بدقة، حيث يساعد استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على الابتعاد عن الأساليب

- النفط والغاز
- الذكاء الاصطناعي
- الامن السيبراني
- السلطة الدولية.

القديمة كثيفة العمالة الى عمليات اكثر دقة وكفاءة لتعتمد على التكنولوجيا وذلك لكون التعدين يولد ثروة من البيانات التي يمكن للذكاء الاصطناعي ان يجعل العمليات اكثر سلاسة وكفاءة، كما يكون للذكاء الاصطناعي دورا هاما في عمليات التنقيب عن النفط واستكشافه واستخراجه من حيث انه يوفر الجهد ويساعد في تحسين كفاءة العمليات وتقليل التكاليف ويساعد في التخلص من الأساليب القديمة التقليدية حيث يساعد الذكاء الاصطناعي الشركات في تحديد مواقع الاحتياطات النفطية المحتملة وكثير من المسائل التي اصبح الذكاء الاصطناعي له أثر في استكشافه ولكن رغم ذلك يلاحظ ان الذكاء الاصطناعي الى جانب محاسنه قد ينشأ أثار سلبية على البيئة وقد لا تستطيع الدول النامية ذات الامكانية المادية الضعيفة ان تواكب التطورات هذه وتستغل قاع البحر بطريقة الذكاء الاصطناعي و لا تتساوى مع الدول الصناعية ذات الامكانية المادية الفائقة فتعد هذه التطورات مسألة جديدة تحتاج الى تنظيم قانوني يواكب التطورات العلمية الحديثة.

. © ٢٠٢٣, كلية القانون، جامعة تكريت

المقدمة : أولاً: التعريف بموضوع البحث

اولا: التعريف بالموضوع

يتزايد اهمية استخدام التكنولوجيا والقانون الدولي في النظام البحري في سعيها لمواجهة التحديات التي تواجه البحار والمحيطات، وقد احدثت الثورة الصناعية الرابعة ثورة من قدرتها على رصد النظم البيئة البحرية وفهمها وادارتها, حيث ساعدتهم في توفير ادوات قيمة لجمع البيانات وتحليلها واتخاذ القرارات بصددها، ويلعب القانون الدولي دوراً هاماً في التنظيم القانوني للبيئة البحرية ومنها قواعد اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ التي تناولت في المادة ١٩٦ الاساس القانوني لاستخدام التكنولوجيا او ادخال الانواع الجديدة في استغلال قاع البحر على أن لا تسبب التكنولوجيا تلوثاً او تغيرات كبيرة في البيئة البحرية، فاوجبت المادة (٢٠٢) و (٢٠٣) من اتفاقية قانون البحار، وفي اطار المنطقة الدولية التي تعد تراثاً مشتركاً للانسانية بالعمل على تسهيل نقل التكنولوجيا البحرية في الدول الصناعية الكبرى الى الدول النامية وذلك لحماية البيئة البحرية فالاتفاقية لا تركز بصورة مباشرة على التكنولوجيا كقاعدة مستقلة ولكنها تناولتها من اجل تشجيع الدول على نقلها للدول النامية في مجالات محددة مثل حماية البيئة والموارد البحرية .

ثانيا: اهمية الدراسة

تنطلق اهمية الدراسة من اهمية استخدام التكنولوجيا في العصر الحالي بشكل متزايد وفي اطار البحث اصبح لهادور كبير قي صياغة السياسات البحرية الدولية ومواجهة الحديات الصعبة التي تعترض البحار والمحيطات , اذ ساهم الذكاء الاصطناعي في القدرة على رصد الموارد البحرية وادارتها وحمايتها والابتعاد عن الاساليب التقليدية التي اثرت سلبا على النظام البيئي البحري . فضلا عن اسغلال الثروات المعدنية في قاع البحار واستكشافها باساليب رقمية حديثة.

ثالثا: اشكالية الدراسة

الى اي مدى يتوافق استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليتي التنقيب عن النفط والغاز والتعدين في اعماق البحار مع مبادئ اتفاقية الامم المتحدة لقانون البحار لعام ١٩٨٢ وبالاخص استغلال المنطقة الدولية والتي تعد تراثا مشتركا للانسانية وتشهد تنافسا دوليا بين الدول العظمى؟ وماهو موقف الاتفاقية من التنقيب والتعدين في قاع البحار اذ انها تناولت تسهيل نقل التكنلوجيا البحرية من الدول الصناعية الى الدول النامية فضلا عن مدى التوفيق بين استخدام التكنلوجيا وحماية البيئة البحرية؟ واخيرا هل يشكل استخدام الذكاء الاصطناعي تهديدا لمبدأ العدالة في توزيع الموارد البحرية؟

رابعا: فرضية الدراسة:

تفترض الدراسة ان استخدام الذكاء الاصطناعي في التنقيب والتعدين له دورا مهما وحيويا في اسغلال المنطقة الدولية ويمثل نشاطا اقتصاديا دوليا ويحقق كفاءة عالية في استخراج الموارد المعدنية بشرط ان يتم ضمن أطار علمي وتقني منظم ويستند الى الضوابط البيئية الدولية وقد يقلل من اضرار التلوث الى حد ما ولكن مع ذلك قد يكون لها اثار سلبية مع غياب الرقابة الدولية والتي تساهم في زيادة المخاطر البيئية البحرية.

خامسا: نطاق الدراسة:

تتحدد نطاق الدراسة في استغلال قاع البحار (المنطقة **الدولية**) الذي يعد تراثا مشتركا للانسانية عن طريق التنقيب عن النفط والغاز باستخدام طرق تقنية حديثة استنادا الى نص المادة (٢٠٢) و(٢٠٣) من اتفاقية قانون البحار والتي اكدت على تسهيل نقل التكنولوجيا البحرية في الدول الصناعية الى الدول النامية لحماية البيئة البحرية.

سادسا : هيكلية الدراسة

المبحث الاول: استخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين والاشكالية المترتبة عليه

المطلب الاول: التعريف بالذكاء الاصطناعي والتعدين

المطلب الثاني: الاشكالية المترتبة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين

المبحث الثاني: استخدام الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز والاشكاليه المترتبة عليه

المطلب الاول: دور الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز

المطلب الثاني: الاشكاليات المترتبة عن استخدام تكنلوجيا الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز

المبحث الاول

استخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين والاشكالية المترتبة عليه

احدث الذكاء الاصطناعي ضجة كبيرة في كافة المجالات الصناعية وفي المجالات البحرية واصبح ذا اهمية بالغة عند الابحار في المحيطات والبحار العميقة واستخراج المعادن, حيث يساعد الذكاء الاصطناعي والتعلم الالي شركات التعدين في العثور على المعادن اللازمة لاستخراجها وهذا يعد عنصر رئيسي في عمليات التعدين الذكية اذ يمكن للذكاء الاصطناعي من الحد بشكل كبير من مخاطر الحوادث حسب الدراسات التي قدمت في هذا الجانب، كما ادى الطلب المتزايد على الفلزات والمعادن الموجودة في قاع البحار الى البحث عن التكنولوجيا التي تساعد في تعدين هذه المعادن ومنها الكبريتات والعقيدات المتعددة المعادن وقشرة الحديد والمنغنيز والكوبالت وغيرها من المعادن الموجودة في قاع البحر والتي استطاع التقدم التكنولوجي احداث وسائل جديدة لاستخراجها ومنها تكنلوجيا الذكاء الاصطناعي واستخدام انظمة الحاسوب في الاستكشاف والاستغلال, وذلك للتخلص من الوسائل القديمة التي كانت تتبع في السابق. ولغرض بيان اثر الذكاء الاصطناعي في التعدين وبيان الاشكالية التي تترتب على استخدام التكنولوجيا الحديثة في التعدين سنقسم المطلب الى فرعين نتناول في الفرع الاول مفهوم الذكاء الاصطناعي والتعدين ومن ثم الى نتناول الاشكاليات التي تترتب على استخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين .

المطلب الاول

التعريف بالذكاء الاصطناعي والتعدين

ان عمليات استكشاف المعادن عملية مهمه لتطوير المستوى الاقتصادي للبلدان سواء كانت دول نامية او دول صناعية كبرى وتقوم هذه الاستكشافات واستخراج المعادن على وسائل واساليب مختلفة منها تقليدية ومنها متطورة وقبل الخوض في هذه المسائل لابد من تناول تعريف الذكاء الاصطناعي الذي يعد من التطورات التكنولوجيا الحديثة في التعدين واستكشاف المعادن وكذلك تعريف التعدين ثم بين ايجابيات وسلبيات الذكاء الاصطناعي في التعدين: –

الفرع الاولً : مفهوم الذكاء الاصطناعي والتعدين

اولا: الذكاء الاصطناعي هو (مصطلح مستحدث ظهر في العقد الاخير من القرن الحالي ليشير الى قدرة الالآت والمعدات على القيام بالوظائف التي كان القيام بها مقتصر على من يمتلك القدرات العقلية البشرية فقط, ولكن مع تنامي تطور العلوم والمعارف استطاع الإنسان جعل الالات والمعدات تحاكي العقل البشري وتقوم بما تقوم به من اعمال وواجبات) [١].

([1])خالد ممدوح ابراهيم, الإدارة الالكترونية, ط١, الاسكندرية, الدار الجامعية للنشر والتوزيع, مصر, ٢٠١٠, ص٤٧ .

ويعرف ايضاً بانهُ (أحد التقنيات التكنلوجيا التي تتعلق بالقدرة على التفكير الفائق وتحليل البيانات وتعزيز القدرات والمساهمات البشرية بشكل كبير والتحول من العمل البشري الى العمل الالي الذكي) [١]. وهو علم يهتم بصناعة آلات تقوم بتصرفات يعتبرها الانسان تصرفات ذكية [٢].

ومن خلال التعريفات السابقة للذكاء الاصطناعي يمكن تعريفهُ بانه (مجموعة من التقنيات القادرة على محاكاة العقل البشري ومعالجة المعلومات وله القدرة على انشاء انظمة تتفاعل مع البيئة وفهم اللغة الطبيعة وتحقيق الاهداف المحددة).

ثانيا: تعريف التعدين

التعدين في اعماق البحار هو عملية استخراج المعادن الثمينة من قاع البحار والمحيطات. وهي العملية التي يتم فيها البحث عن المعادن المهمة من سطح الارض او تحت قيعان البحار والمحيطات، وذلك عن طريق الحفر للوصول الى المعادن ويشكل التعدين مصدراً ربحياً كبيراً للدول [٣]. ويعرف علم التعدين (بانهُ علم وفن استخراج المعادن (الحديد، النحاس، القصدير....الخ) من خاماتها وجعلها صالحة للاستخدامات التطبيقية والتجارية فهو يدرس عملية تحويل المعادن من الحالة الطبيعية التي كانت عليه وهي مدفونة في قاع البحار والمحيطات الى حالتها النقية ويستفيد هذا العلم من القوانين الكيميائية والفيزيائية).

ويعرف التعدين ايضاً بانهُ استخراج الموارد المعدنية المختلفة من صخور القشرة الارضية بغض النظر عن طبيعة المعدن الموجود هل هو فلزي او لافلزي [٤].

وبذلك نلاحظ ان التعريف الاكثر وضوح للتعدين هو عملية استخراج المعادن منها الفضة والذهب والنحاس وغيرها من المعادن والموارد التي تحتاجها الدول في الصناعات المختلفة وذلك بوسائل منها التقليدية والحديثة حسب الامكانية المادية للدولة وفي ضوء القوانين واللوائح المنظمة لهذا الغرض.

وكما ذكرنا ان التعدين استخرج المعادن من باطن الارض وتحت قاع البحار والمحيطات , تتم عمليات التعدين بواسطة الشركات الوطنية او الدولية, ويعد التعدين من اقدم الانشطة التي مارسها الانسان وذلك لاهمية المعادن الموجودة في قاع البحار وتحت سطح الارض لاستخدامات البشر وكانت الاساليب التقليدية التي تتمثل بالتجريف باستخدام آلة كبيرة تحت الماء تعمل على سحب الرواسب من باطن قاع المحيطات والبحار ثم تقوم بضخها الى السطح لمعالجتها. وكذلك التعدين الهيدروليكي والذي يقوم باستخدام نفاثات ذات الضغط العالي تعمل على تفتيت قاع البحار والمحيطات ومن ثم استخراج المعادن, ومن الطرق

---

(1) نور خليل بوخالد, أثر الذكاء الاصطناعي على التوظيف في الشركات عالية التقانة في السوق الاردني, رسالة ماجستير, كلية الاعمال, قسم ادارة اعمال جامعه الشرق الاوسط, الاردن, ٢٠٢٠, ص٢٦ .

(2) د. عادل عبد النور بن عبد النور, مدخل الى عالم الذكاء الاصطناعي, مدينة عبد الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية, السعودية, ٢٠٠٥, ص٧ .

(3)George B.Clark,William And vew.Hustrulid John, Lawrance mevo, "mining" WWW.britannica.com , Retieved 2025-4.27 Edited .

(4) عبد الله بن محمد العمري, المعادن والتعدين, ط١, مكتبة الملك فهد الوطنية, الرياض, ٢٠٢٣, ص٩ .

التقليدية أيضا الحفر تحت سطح البحر وفي قاع المحيطات والبحار للوصول الى المعادن المتمركزة في قاع البحار ويمثل التعدين تدميراً كبيراً لاعماق البحار وذلك لانه محيط بالمخاطر التي يصعب التنبؤ بها ومنها الاثار البيئية على الموائل البحرية حيث استغرقت العقيدات التي تحتوي على رواسب معدنية سنوات لتشكيلها والتي تعد عنصراً رئيسياً للحياة في اعماق البحار فعند القيام بالحفر والجرف في اعماق البحر يتم التعدي على هذه الموائل والسلسلة الغذائية التي تعتمد عليها . وكما يؤدي استخراج المعادن والرواسب الى تدمير التنوع البايلوجي للكائنات الموجودة في قاع البحار والتي يستفاد منها بشكل كبير مثل اسماك القرش . وكذلك يؤثر التعدين على المناخ من حيث انه اعماق البحار والمحيطات يمتص ويخزن اكثر من ٩٠٪ من الحرارة الزائده وكذلك ٤٠٪ من ثاني اوكسيد الكربون الذي ينتج من الاستخدام البشري. وكما لهُ تأثير في احداث الضوضاء في قاع البحر والذي لهُ تأثير كبير على الثدييات البحرية التي تستعين بالصوت كوسيلة للتحسس في اعماق البحر, فضلاً عن التلوث الذي يحدثهُ التعدين في اعماق البحر والتي لها تأثير كبير على الاسماك التي تشكل الغذاء وسبل العيش لعديد من السكان[١]. حيث يعد التصريف الحمضي من اكثر العوامل التي تساعد على تلوث المناجم وذلك عندما تتعرض معادن الكبريتيد للهواء والماء فتتفاعل مع الاوكسجين والماء مما يؤدي الى اطلاق حامض الكبريتيك الذي يلوث المسطحات المائية ويؤثر على حياة الكائنات في الماء. وكذلك النفايات التي تنتج اثناء عملية التعدين لها دور في تلوث المياه وذلك لاحتوائها على مواد سامة وخطرة للكائنات الحية, كما ان عمليات التفجير والحفر ونقل المعادن تؤدي الى انطلاق جسيمات دقيقة في الهواء مسببة تلوث في الهواء الخارجي مؤثرة على صحة الاشخاص الذين يسكنون بالقرب من المناجم[٢]. كل ذلك من الاسباب التي دعت الباحثين للتحول من التعدين بالطريقة التقليدية الى التعدين بطريقة الذكاء الاصطناعي والذي يتم عن طريق الابتكارات الحديثة لاستخراج المعادن من قاع البحار بشكل متزايد مثل قياس الاعماق بالسونار لاتاحة رسم خرائط مفصلة لدراسة قاع البحار بصورة اكثر دقة واقل جهد وتكليف من خلال جمع البيانات وتحليلها بشكل اكثر دقة وكفاءة وكذلك يتيح السونار اخذ صوراً عالية الدقة لتحديد المناطق الغنية بالموارد المراد استخرجها حيث لم تكسب مشاريع التعدين في قاع البحار العميقة سابقاً الاهمية الكبيرة وذلك بسبب تكاليف التكنلوجيا والمعدات اللازمة للتعدين في قاع البحار والمحيطات التي كانت باهظة الثمن وكان يتم الاعتماد على الطرق التقليدية التي ذكرناها سابقاً. ومع تحسن التكنلوجيا وادخال الذكاء الاصطناعي في عمليات التعدين اصبح التعدين تحت سطح البحر اكثر اقتصادي مما دفع الكثير من الشركات بتكثيف وبناء اساطيل كاملة من الاساليب والمركبات غير المأهولة لكي تقوم بالاستكشاف في قاع

([1])"Deep- sea bed mining- whatyon need to know" www.greenpeace.org.uk. Retieved 2025-4-28Edited.

([2]) Environmental impact of mining on oir quality –How can we measure if.articaale paplishrd on the electranik link, in January 31, 2023. https//www.kanakaiv.com. Retrioved 2025-4-3Edited.

البحار والمحيطات[١]. وتعد المركبات تحت الماء المصممة لجمع المعادن بكفاءة عنصراً اساسياً في التنمية الاقتصادية التي تقوم على فكرة الذكاء الاصطناعي اذ تتطلب هذه المركبات هندسة معقدة وتعمل في بيئات بحرية عميقة تصل الى اعماق حوالي (٦٠٠٠) متر ويصل الضغط فيه الى (٦٠) ميكا باسكال. وهناك عدة انواع من المركبات التي تعمل بتقنية الذكاء الاصطناعي والتي تساعد على استخراج والكشف عن المعادن منها المركبات ذاتية القيادة تحت الماء(Auvs) وكذلك المركبات التي يتم التحكم بها عن بعد(Rovs) وكذلك المركبات التجارية الصغيرة (باتانيا)[٢]. سنتناول هذه المركبات في المبحث القادم ويتم استخراج المعادن من قاع البحر بواسطة هذه المركبات التي تعد احدى تقنيات الذكاء الاصطناعي والتي تعد تطوراً ملحوظاً على الوسائل التقليدية التي كانت تستعمل سابقاً .

الفرع الثاني : الدور الايجابي والسلبي للذكاء الاصطناعي في التعدين

يعد التعدين واستخراج المعادن من القطاعات الحيوية في الحياة لانهُ يقوم بتنظيم الاقتصاد في البلاد والذي ينعكس على الحياة اليومية للإنسان وقد شهدت عملية التعدين العديد من التطورات بدءاً من استخدام الادوات الحجرية الى الآلات الضخمة الى حين الوصول الى التطورات القائمة على شكل الذكاء الاصطناعي والذي يقوم على منح الآلات القدرة على رؤية وفهم ما يحيط بها واعطاء نتائج لكل ما يتعلق بالتعدين واستخراج المعادن, ولتوضيح دور الذكاء الاصطناعي في التعدين لا بد من بيان ايجابيات الذكاء الاصطناعي في التعدين ومن ثم ذكر الجانب السلبي لهذه التقنية على التعدين:-

اولا: الدور الايجابي للذكاء الاصطناعي في التعدين

هناك الكثير من الادوار الايجابية التي استطاع التقدم التكنولوجي ومنهُ الذكاء الاصطناعي ان يقدمهُ في مجال الاستكشاف والتعدين عن المعادن الثمينة ومنها:-

١. ضمان دقة وكفاءة الادوات المستخدمة: يعد استخدام عمليات كبيرة ومتنوعة من المعلومات والبيانات لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التعدين امراً ضرورياً، وذلك لتحقيق نتائج أكثر فاعلية في استكشاف واستخراج المعادن.
٢. زيادة الانتاجية: تعزز الاتمتة المدعومة بالذكاء الاصطناعي من قوة الانتاجية وذلك من خلال تسهيل وتبسيط المهام المتكررة وتحسن سير العمل[٣].

فالتعدين بطبيعته عملية محاطة بالمخاطر بسبب ضيق مساحة العمل وضعف الاضاءة، وقلة نسبة الهواء وتراكم الفلزات السامة في قاع البحار وكذلك النفايات الخطرة وتراكم جزيئات من المواد السامة والمواد

([1])التعدين تحت سطح البحر- عمليات التعدين في اعماق البحار وتجريف قاع البحر, مقال منشور على الرابط الالكتروني https://www.eddypump.com تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٢

([2]) Ilya Epikhin, carlostella, and others, Seabed mining: A820, tyillion opportunity (the future of resource extraction) artical, Retvived 2025-5-1 Edited. https://www.adlittle.com.

([3]) أبيرامي فينا. الذكاء الاصطناعي في صناعة التعدين من الخام الى التحسين, مقال منشور بتاريخ ٢٦/ نوفمبر/ ٢٠٢٤ على الرابط الالكتروني:https://www.ultralyt.cs.com. . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٢/٣

المشعة واستخدام المتفجرات من اجل التوصل الى المواد الثمينة والمعادن كل ذلك ساعد على اللجوء الى الذكاء الاصطناعي والتعلم الالي من اجل االحصول على المعادن الثمينة بعيداً عن الاثار السلبية السابقة التي يحدثها التعدين بالطرق التقليدية [١].

٣. بامكان الذكاء الاصطناعي تطوير حفارات ذاتية التشغيل تستطيع تحديد المواقع التي سبق وان تم تحديدها في مرحلة الاستكشاف ومن ثم القيام بعمليات الحفر وتزويد النظام ببيانات سجل الحفر, حيث يتم تطبيق الذكاء الاصطناعي في عمليات الحفر الانتاجي وذلك عن طريق أتمتة العمليات السابقة التي كانت تتضمن دورة الحفر ونقل الموارد التي تم استكشافها الى الموقع المطلوب وتجهيزهُ ومن ثم تسوية الارض بعد الحفر ووضع حمل او طاقة كافية للحفر وفقاً لمتطلبات الصخور ومن ثم القيام بعمليات تنظيف الموارد المستخرجة والثقوب وغيرها من الاجراءات التي كانت تأخذ من الوقت والجهد ما بهِ الكفاية ولكن هذه العمليات اصبحت في الوقت الحاضر اكثر سهولة باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي[٢].

٤. يستطيع الذكاء الاصطناعي الكشف عن المخاطر وخاصة الغازات السامة والاشعاعات في المنجم حيث تقوم الخوارزميات في انظمه الذكاء الاصطناعي بفحص موقع العمل قبل وصول العمال الى الموقع باستخدام الروبوتات واجهزة الاستشعار وجمع المعلومات والبيانات من محطات المراقبة التي سبق وان تم تثبيتها حيث تقوم هذه المحطات باصدار تنبيهات وانذارات واشعارات تحذيرية من اجل اغلاق المنطقة المتضررة والحد من المخاطر وتوسعها. وبامكان انظمة الذكاء الاصطناعي توجيه تدفق الهواء وزيادة او تقليل كمية الهواء, من اجل الحد من انتشار الغازات الخطرة وتوجيه مخاطر هذه الغازات الى خارج المناجم حيث تساهم هذه العملية في تحسين سلامة عمليه التعدبن ويخفض من الحوادث التي قد تحدث[٣]. حيث تعد عمليات التعدين بيئة خطرة وذلك للمساحة الضيقة التي تتم فيها العملية وكثرة النفايات والغازات السامة واستنشاق الجسيمات لذلك تقدم تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الادوات اللازمة للحد من تعرض العمال لهذه المواد الخطرة وذلك عن طريق الات تراقب الغلاف الجوي بشكل مستقل وتقوم بارسال اشارات وتحذيرات للقائمين بالمراقبة للحد من هذه المخاطر [٤].

بذلك نلاحظ ان للتقدم التكنولوجي الذي رافق عمليات التعدين في استخراج المعادن من قاع البحار دور ايجابي من خلال كسب الوقت وتوفير الجهد ومراقبة الاماكن التي تحتوي على المعادن عن بعد

---

(1) Heidi Vella.H.(2017)the fourth industrial vevolntion. Bringing AT to mining Technology, Retvived from. https://www.miningtechnology.com. /feature/fourthindustvial- vevolution-bringing-ai-mining. 2025-5-3 .

(2) Zashan Hyder. Missaun.university of science and technobgy. And another, Artificial In telligonce, Mach ine leavning, and Antonomous technologies in mining Industry, Journal of Database management. Volum 30. Issue 2, April-June 2019.P.68.

(1)ZashHyder,PreviousSource,p70−69

(4)Caitlin Corrigun and pal oma laye, The use of AL in the Mininig Indnstry-Insights and Ethical con sideration, Technical Univirsty of Munich school of social science and Technology in Arlical intelligence, December 2022, P.3 .

باستخدام ادوات واجهزة ومركبات ذاتية القيادة من الممكن تحافظ على حياة العمال في المناجم وكما تساعد على اكتشاف المخاطر وكذلك تساعد هذه التقنية بالحصول على المزيد من المكاسب الاقتصادية وخاصة للدول التي لها امكانية على توفير المواد الاولية لهذه التقنية وتطويرها عن طريق توفير كادر فني يقوم بتوظيف البيانات والمعلومات اللازمة التي تساعد على استكشاف المعادن واستثمارها، ولكن هل هذه الامكانيات متوفرة في جميع الدول؟ وهل بامكان الدول الاخرى وخاصة النامية ان تستطيع استخدام الذكاء الاصطناعي كما تستخدمها الدول الصناعية الكبرى والاستفادة من ثروات قاع البحار وهل يمكن ان تتوفر المساوة بينهم؟ والكثير من الاسئلة التي تحاول البحث عن اجابتها في ثنايا الدراسة.

ثانيا:**الدور السلبي للذكاء الاصطناعي في عملية التعدين**

رغم ما ذكرناه من الدور الايجابي الذي يلعبهُ دخول تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في التعدين واستخراج المعادن الا انهُ كان هناك جانباً سلبياً لهذا الدور والذي يتمثل بالنقاط الاتية: –

١. واجه الذكاء الاصطناعي في مجال التعدين رفض من قبل اصحاب المصلحة الذين يمثلون العمال والمستخدمين في عمليات الحفر واستخرج المعادن حول كيفية تأثير هذه الادوات سلباً على توفر الوظائف وذلك خوفاً ان تأخذ مهام الأتمتة دور البشر داخل القوى العاملة في هذا المجال، حيث تتمتع المركبات الية التشغل والانظمة المخصصة للمراقبة بامكانية استبدال السائقين او العمال البشر بادوات وروبوتات تقوم بالمهام التي تقع على عاتق البشر مما يؤدي الى الوصول الى مرحلة البطالة وضعف في النشاط الاقتصادي للبلدان [١]. والخوف من فقدان الوظائف بسبب التكنولوجيا والسلوك الغير معروف للذكاء الاصطناعي والانظمة ذاتية التشغيل والمستقبل الغير واضح في تطبيقها [٢].
٢. صعوبة اتخاذ القرارات في انظمة الذكاء الاصطناعي في المسائل المصيرية ودعم القرارات الفردية او الجماعية وذلك لاعتماد النظام على الاتمتة، وكذلك صعوبة الحصول على الموافقات التنظيمية في الاستثمار.
٣. نقص الخبرة في مجال الذكاء الاصطناعي والتعلم الالي وقلة القوى العاملة الماهرة اللازمة للتنفيذ مما يشكل احد السلبيات في استخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين وخاصة في الدول النامية.
٤. يحتاج تطبيق تكنولوجية الذكاء الاصطناعي في التعدين راس المال الكبير اللازم لأتمتة الانظمة والعمليات, حيث اثبتت الدراسات بان الشركات التعدين لا تمتلك جميعها راس المال الكافي لتطبيق هذه التقنيات خاصة عندما تكون هناك ايدي عاملة وعمالة ارخص نسبياً للقيام بالتعدين[٣].

---

(1) Cazes,S The impoct of articial intelligence on The Labour market, whatdo weknowso far? OECD. https://www.oecd.org./pulication/ The- impact-of-artificial- intelligence-on-the-labour-market- 7c8 95724-en.htm.Retrived 2025-5-4, Edited .

(2) Siau.K.wang. W Bu lding trust in artificial intolligance. Machine learma. And robotics Cutter Business technolgy Jaurnal.2018.31 (2). 47- P.3.

(3)Zeshan Hyder.missoun- Univirsty of Science and Technology and others, P.67 .نفس المصدر

٥. كذلك عند الحديث عن امكانية الذكاء الاصطناعي في توفير اليات رصد الانتهاكات البيئية ومراقبة المناجم وعمل العمال فان الحكومات الصغيرة او ذات الامكانية المادية القليلة او الاقل نمواً لا تمتلك راس المال اللازم لتطوير او استخدام هذه الادوات بنفس مستوى دول التعدين الكبرى مثل كندا والولايات المتحدة الامريكية والنمسا. وهذا يخل بالتوازن والمساواة في استخدام الموارد في قاع البحار. وكذلك الامكانية التي تتمتع بها الدول الكبرى وشركاتها الكبيرة في استخراج المعادن بطريقة الذكاء الاصطناعي يجعلها تتغلب على الشركات الصغيرة في استخراج المعادن والافراط في التعدين على حساب الدول النامية [١].

٦. بالاضافة الى ما سبق، فاذا استخدمت ادوات المراقبة لرصد البيئة او سلامة العمال او مراقبة محيط مواقع التعدين من قبل ادوات الذكاء الاصطناعي هناك امكانية كبيرة لتوسيع نطاق استخدام هذه الادوات لتتجاوز الاستخدام المحدد لهُ وذلك من خلال مراقبة العمال والمجتمعات المحيطة به بطريقة تتعارض مع المبادئ الاخلاقية فيجب مراعاة معايير الحفاظ على الخصوصية وحقوق الانسان عند استخدام هذه التكنلوجيا في التعدين [٢].

عليه بعد ان تناولنا الجانب الايجابي والسلبي في استخدام تكنلوجيا الذكاء الاصطناعي في التعدين يتضح لنا رغم الجانب الايجابي الذي تقوم عليه هذه التقنية الا انه هناك جانب سلبي يتمثل بضعف امكانية الدول في استخدام هذه التقنية سواء امكانيات مادية او امكانيات فنية وقلة العلم والمعرفة والذي يتطلب الكثير من الدورات في اتقان استخدام نظام الاتمتة في استغلال قاع البحار وكذلك يؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين الى تعطيل الكثير من العمال الذين يتم توظيفهم في هذا المجال وتحل الالة بدل الإنسان في العمل في هذا الجانب مما يسبب تدهور في الجانب الاقتصادي والمعيشي لهم وكذلك اختلال التوازن والكفاءة بين الشركات التي تقوم بعملية التعدين سواء الشركات الكبرى او الصغرى حيث تستطيع الشركات الكبرى من القيام بالتعدين بسرعة اكبر وفائدة اكثر تعود لها وبالمقابل فان الشركات الصغيرة لا تستطيع ان تقوم بذات الانتاج وهنا تكون امام عدم المساواة في استغلال ثروات المنطقة في ظل تكنلوجيا الذكاء الاصطناعي .

المطلب الثاني

الاشكالية المترتبة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في التعدين

كما ذكر سابقاً بان للذكاء الاصطناعي جانب ايجابي يتمثل بالسرعة وقلة الجهد والدقة في تحديد الهدف الا انهُ هناك جوانب سلبية اثارت المخاوف في عمليات التعدين للمعادن ومنها ارتفاع التكاليف الادوات والاجهزة المستخدمة التي شكل تحدياً كبيراً لشركات التعدين الصغيرة بالاضافة الى الظروف البيئة

(١) Victor, D.G.How Artifical intelligeace will affect the future of Energy and clim ate.ABluepie for the future of AL.Brookings institute,10 Janaory 2019. https://www.brookings.edn/lartictes. Revived. 2025-5-4 Edied.

(٢) fontes, C, Hohma.E.corrigan, c.c. and liitge. C.(2022).AL-powered,public surveillance systems whg we (might)need them and how we want them.Technology and Society, 71 https://dor.org.llo.lolq. J.techsoc.02137. Retrived.2025-5-4 Edited.

القاسية بسبب تداخل الغبار والاضاءة المنخفضة والطقس القاسي الذي يؤثر على الكاميرات عند تحديد اماكن الموارد المراد استكشافها واستخراجها وهذا مما يؤثر على دقة انظمة الذكاء الاصطناعي, ولذا نرى بالاضافة الى هذه الجوانب الايجابية والسلبية لاستخدام انظمة الذكاء الاصطناعي في مجال التعدين الا انهُ هناك الكثير من الاشكاليات التي تعد من الاسباب المقنعة التي تؤثر على ارادة الدول في اللجوء الى هذه التكنولوجيا في استغلال قاع البحار ومن هذه الاشكاليات:-

الفرع الاول : التلوث البيئي الناشئ بسبب تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في التعدين

كما ذكرنا ان التعدين من العمليات المهمة للحصول على المعادن النادرة مثل (النيكل والكوبالت والمنغنيز وغيرها) في الصناعات العالية التقنية والطاقة الجديدة فان اللغوص الى اعماق البحار للحصول على هذه المعادن امر لابد منهُ لتطوير الجانب الاقتصادي وكذلك الحصول على هذه المعادن الهامة في اعماق البحار [١]. ان عملية التعدين والبحث عن المعادن حسب الطرق التقليدية تترتب عليها اضراراً كثيرة وتلوثاً في اعماق البحار والمحيطات ومنها التلوث الضوضائي حيث يلحق الضجيج الصادر من الالات المستخدمة في تعدين قاع البحار الضرر بالثديات مثل الحيتان حيث تعتمد الثدييات على الصوت للحصول على طعامها وعند التعدين وضجيج صوت الالآت فان سلوك هذه الثدييات تتأثر مما يؤثر سلباً على حياتها [٢]. وان الالات التي تخرق قاع البحار ستؤدي الى خلق اعمدة من الرواسب التي تؤثر على حياة الموائل البحرية وتدميرها وكذلك التنوع البايلوجي وكذلك تحتوي البحار على المخلوقات المختلفة والغريبة وان هذه المخلوقات ومنها (ديدان الزومبي وشقائق النعمان الشفافة) تعيش عند الفتحات الحرارية المائية فعند القيام بالتعدين باستخدام الالات التقليدية فان هذه الالات تعمل على طحن وتدمير البيئة المناسبة لتكاثر ووجود هذه الكائنات بسبب التلوث الذي يرافق عملية التعدين في قاع البحر [٣]. وعلى ضوء التلوث الذي يحدثهُ اسلوب التعدين التقليدي لاستغلال قاع البحار واستخراج المعادن تم اللجوء الى تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في استكشاف واستغلال المعادن في قاع البحار وذلك على امل ان تقوم هذه التقنية في معالجة اكبر الكوارث البيئية في العالم ومنها في قاع البحار حيث يستطيع ان يرصد التلوث والمخاطر التي قد تحصل قبل وقوعها وهذا مما جعل الذكاء الاصطناعي بالغ الاهمية في رصد البيئة مما يساعد الحكومات والشركات والافراد على اتخاذ قرارات اكثر دقة ومراعاة للبيئة, ولكن رغم الدور الذي يلعبهُ الذكاء الاصطناعي في التخفيف من التلوث الذي يحدثهُ التعدين في قاع البحار إلا ان تطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي

---

(1) Hein and Mizell, low of the sea, partxI Regime and the Internationl seabed Authority Atwenty-five yeav Journeybrill-Nighoffe. 2022-P.177.

(2) Juressalee, what is sea bedvnining, how does it thereaten the ocean? https//www.greenpeace.org./ aoteavoa storh. Retrived 2025-5-8 Edited.

(3) ريتا–بيل يونس, خمسة اسباب تجعل من التعدين في اعماق البحار امراً يضع كوكبنا في خطر كبير, مقال منشور على الرابط الالكتروني www.greenpeace.org. . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٨

وصيانتها تخلق بصمة كربونية[*] كبيرة والتي تعد معضلة بيئية خفية محيطة بالذكاء الاصطناعي حيث تحتاج البيانات والنماذج المستخدمة في التعدين بأدوات الذكاء الاصطناعي الى طاقة هائلة لتدريب هذه الادوات, وان استخدام المتزايد لهذهِ الطاقة تؤدي الى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والذي يؤدي الى تفاقم تغيير المناخ ووفقاً للدراسات التي اجريت منذ عام ٢٠١٢ تضاعفت كمية استخدام الحوسبة المطلوبة لتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي والتي ستزيد بحلول عام ٢٠٤٠ وهذا مما يؤدي الى زيادة الانبعاثات من صناعة تكنولوجيا المعلومات الى نسبة ١٤٪ من الانبعاثات العالمية, والتي تأتي غالبيتها من البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وبالاخص البيانات والشبكات وهذا مما يتطلب معالجة البصمة الكربونية للذكاء الاصطناعي لتقليل دوره في التدهور البيئي كما تشكل النفايات الالكترونية الناتجة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي اشكالية بيئية خطيرة لانها تحتوي على مواد كيميائية خطرة تتمثل بالرصاص والكادميوم الزئبق والتي تؤدي الى تلوث البيئة والتربة ومصادر المياه التي تعرض صحة الانسان والبيئة للخطر [١].

وان تشغيل انظمة الحوسبة للذكاء الاصطناعي كما ذكرنا يحتاج الى طاقة كالكهرباء مثلاً, وان توليد الكهرباء يولد ملوثات ولا سيما في المناطق التي يستخدم فيها الوقود الاحفوري لتوليد الكهرباء حيث يؤدي احتراق الوقود الاحفوري الى توليد الكهرباء مما ينتج غازات دفينة تلوث الهواء والماء, وكما يحتاج الذكاء الاصطناعي اجهزة التي تعمل على الخوادم والبيانات التي تحتاج الى معادن طبيعية مثل الكوبالت والسليكون والذهب من اجل صيانتها ونقلها وان القيام بالتعدين وانتاج هذه المعادن على ضوء اجهزة الذكاء الاصطناعي تؤدي الى تآكل التربة وتلوثها[٢]. حيث يؤدي على جمع وازالة معادن قاع البحار تغيير البيئة القاعية، كما تؤدي حركة مركبات التعدين في قاع البحر الى احداث ضغط ميكانيكي على الرواسب والكائنات الموجودة في قاع البحر وان الرواسب التي تتولد من عمليات التعدين سوف تؤدي الى اختناق الحيوانات بالاضافه الى الضوضاء والتسربات التي يحدثها التعدين بطرق تكنولوجيا كشكل من اشكال التلوث في قاع البحر [٣].

---

[*]) البصمة الكربونية: هي التأثير البيئي للانشطة البشرية مثل استهلاك الطاقة والانبعاثات, ما يسهم في تغيير المناخ والتدهور البيئي. وبالنسبة للذكاء الاصطناعي هي مجموعة من الاثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية التي تتركها هذهِ التقنيات على البيئة والمجتمع والاقتصاد. وهو يمثل الاثر البيئي الكلي لعمليات تطوير واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتي تشمل مجموعة من العوامل مثل استهلاك الكهرباء والموارد وكذلك تدريب بيانات ونماذج الذكاء الاصطناعي التي تحتاج كميات ضخمة من البيانات والتي تؤدي الى زيادة الحاجة لتخزين البيانات ونقلها وبنية تحتية تكنولوجيا وكذلك عمليات تصميم الخوارزميات التي تؤثر على كفاءة استخدام الموارد. البصمة الكربونية للذكاء الاصطناعي https//www.skynewsavabia.com.. تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٨

(1) Alokya knnungo,The Green Dilemma: can AI Fu LFil Tts potential without Harminy the Enveronment? https://earth.org. Retrived.2025-5-8 Edited.

(2) yuanyao, can we mitigate AIs Environ mental Impacts.https//www.environment.yale edu. Retrived.2025-5-8 Edited.

(3) Amudha, etal. In Fluence of low area zon and vertical lift motion of polymetallic no dules in hudrau lic collecting. Volum 294, 2024-P.45.

علية نلاحظ بانهُ اولى الاشكاليات التي تترتب على استخدام التكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في التعدين هي التلوث البيئي حيث ان الانظمه الحاسوبية التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي تحتاج كمية كبيرة من الطاقة لتشغيل الخوارزميات المعقدة التي تعتمدها وهذا يؤدي الى زيادة استهلاك الكهرباء ومن ثم زيادة انبعات الغازات الدفينة ثم انتاج النفايات والتلوث, وكذلك استخدام الروبوتات والاتمتة تؤدي الى استهلاك الطاقة والمواد الخام اللازمة لتشغيل هذه الاجهزة مما يزيد من البصمة الكربونية التي تعد من الملوثات لقاع البحر عليه فان تقنية الذكاء الاصطناعي واستخدام اجهزة الاستشعار عن بعد التي جاءت للقضاء على التلوث البيئي لم تستطع القضاء بصورة نهائية على التلوث في اعماق البحار وانما قدر الامكان خففت من الرواسب والغازات والاصوات التي كانت تحدثها الاساليب القديمة للتعدين ولكن ان تقضي عليها بصورة نهائية لم تستطع وانما جاءت بملوثات جديدة لها تأثير سلبي الكائنات الحية في قاع البحار .

الفرع الثاني: تأثير استخدام الذكاء الاصطناعي على حقوق الدول النامية في التعدين

ان تطبيق التكنولوجيا في الدول النامية بصورة عامة يواجه تحديات كبيرة ومن هذه التحديات التكاليف الباهضة في تطبيق التكنلوجيا تتعلق بشراء المعدات والادوات والبرمجيات والبنية التحتية بالاضافة الى نفقات الصيانة والتشغيل المستمر وتعد الموارد المالية المحدودة تحدياً كبيراً بالنسبة للدول النامية, حيث يتطلب التنفيذ الفعال للتكنلوجيا وجود كوادر ماهرة تمتلك الخبرة في تشغيل وصيانة التقنيات المختلفة وخاصة في استخدام بعض التقنيات دقيقة الاختصاص مثل الروبوتات تحت الماء ويتطلب الامر وجود موظفين ماهرين ومؤهلين في ادارة البرامج والبيانات بتقنية عالية هذا ما تفتقرهُ الدول النامية[١].

يعد التعدين محركاً اساسياً لاقتصاد الدول النامية وذلك لاستخدام الموارد التي يتم استكشافها واستخرجها في تطوير البنى التحتية لها, ولكن الجانب المادي والتطور البطيء لهذه الدول يجعل امكانيتها في الاستفاده من التعدين واستخراج الموارد ضعيفة وخاصة بعد التطور السريع الذي يشهدهُ العالم في الدول الصناعية الكبرى والتي تستخدم طرق حديثة في التعدين معتمدة على الذكاء الاصطناعي في استكشاف واستخراج الثروات في قاع البحار والمحيطات , بذلك نرى من الاشكاليات المهمة في هذا المجال عدم التساوي بين الدول الصناعية الكبرى التي تستخدم الذكاء الاصطناعي في استكشاف المعادن واستخراجها وبين الدول النامية التي ما زالت تعتمد على الطرق التقليدية في التعدين عن المعادن والموارد في قاع البحار. ورغم تنظيم اتفاقية الامم المتحدة لعام ١٩٨٢ لحقوق الدول النامية في المنطقة الدولية لكي لا تتعرض لضياع حقوقها في الاستكشاف والاستغلال من قبل الدول الكبرى الا انهُ هناك دول متقدمة قامت باصدار

([1])Bilawulkhoshheli M,warg S,ZhangX, Shamsi IH, Shen C.Rashed S.Ibrahaim Z,and Baloch DM, Technology advancement and international low in marine policy. Challenges, solutions and future prospe ctive, National Kaohsiung University of science and technology, Taiwan 2023-P.3 .

تشريعات انفرادية[١]. لكي تتمكن من الاستكشاف والاستغلال خارج حدود ولايتها الوطنية من اجل اضعاف المعاهدة ومن هذه التشريعات قانون التعدين الامريكي في قاع البحار والمحيطات[٢]. ورغم ان القانون كان وقتياً ولكنهُ كان يتضمن شروط الاستغلال من قبل الولايات المتحدة الامريكية بصورة تفصيلية وكيفية الحصول على الترخيص من الادارة الاوقيانوسية[*] والقضائية التي تعود لوزارة التجارة ولكن رغم ذلك إلا انهُ تم ذكر بانه لا يوجد ما يمنع ان يكون القانون دائمياً حتى مع دخول اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢حيز التنفيذ[٣].

ان اصدار الدول الصناعية المتقدمه لهذه التشريعات الانفرادية لاستغلال قاع البحار في المنطقة الدولية التي تعد تراثاً مشتركاً للإنسانية فيه اعتداء على مصالح الدول النامية التي كانت تسعى لان يكون استغلال المنطقة عن طريق السلطة الدولية وعلى وفق شروط تضعها السلطة على عاتق الدول المتقدمة التي تمتلك التكنلوجيا من اجل مساعدة الدول النامية التي تفتقر لهذه التكنلوجيا في استغلال ثروات قاع البحار في المنطقة الدولية[٤]. ورغم نص اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ على نقل التكنلوجيا للدول النامية من خلال الاتفاق التنفيذي لعام ١٩٩٤ الا انه لم يصبح نقل التكنلوجيا الزامياً للدول النامية وأنما أصبح يخضع لمبادئ جديدة وهو اقتصاد الدول المتطورة التي كانت ضد نقل التكنلوجيه للدول النامية حيث تم استبدال النص بتشجيع التعاون العلمي والتقني بين الدول, وكانت تنصب بالدرجة الاساسية لصالح الدول المتقدمة وهذا ما اثر سلباً على حقوق الدول النامية وكانت من ضمن الاشكاليات لاستخدام التكنلوجية في استغلال قاع البحار, وذلك لحصر استغلال المنطقة للدول الصناعية التي تمتلك التكنلوجيا الحديثة، حيث تهيمن ست شركات متعددة الجنسيات على استغلال ثروات المنطقة وتتعاون فيما بينها في توزيع الانتاج وتخصصاته

([1])حيث عملت الولايات المتحدة الامريكية على اصدار نظام جديد لاستغلال قاع البحار يستند الى الدول الصناعية الكبرى سواء كانت من ضمن الدول التي وقعت على اتفاقية ١٩٨٢ مثل (بلجيكا, فرنسا, ايطاليا, اليابان, وهولندا) او الدول التي رفضت التوقيع عليها مثل (الولايات المتحدة الامريكية وبريطانيا, المانيا) وكان هذا النظام عبارة عن اتفاقية مصغرة وقعت بين الدول اعلاه عام ١٩٧٤ .

([2]) تم التوقيع عليه من قبل الرئيس الامريكي كارتر في ٢٨ ابريل ١٩٨٠ بموجب القانون رقم ٢٣٣/٩٦ دريس نسيمة, مبدأ التراث المشترك للإنسانية بين المساواة والهيمنة, رسالة ماجستير, جامعة مولود معمر تيزي وزو, كلية الحقوق والعلوم السياسية, الجزائر, ٢٠٠٦, ص٩٩ .

([*]) تطلق كلمة الاوقيانوسية على القارة التي تتضمن استراليا وميلانيزيا وميكرونيسيا وبولنيزيا وهي تمتد عبر نصفي الكرة الشرقي والغربي وتبلغ مساحتها ٨,٥٢٥,٩٨٩كغم٢ وعدد سكانها اكثر من ٤٤,٤ مليون نسمة عام ٢٠٢٢ .

([3]) محمد يوسف علوان, مصدر سابق, ص٤٣٠ .

([4])LARABA Ahmad, L :Algeriret ledroit delamer, The sede doctoratd ,Etatinstitut de droitetdes seien ces a dminstvatives, University dAger, 1985,P321 .

ومن هذه المجموعات مجموعة كينكوت, مجموعة تعدين المحيط, ومجموعة إدارة المحيط ,المجموعة الفرنسية افروند, المجموعة اليابانية لمعادن قاع البحار[١].

بذلك نلاحظ رغم نص اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ على نقل التكنولوجيا في استغلال قاع البحار من قبل الدول الكبرى الى الدول النامية الا انه لم يتم ذلك الا نادراً فضلاً عن قلة امتلاك الدول الناميه لهذه التكنولوجيا ادت الى ضعف استغلالها للثروات الموجودة في المنطقة الدولية وخاصة انها لا تملك الموارد المالية الكافيه لشراء الالات والمعدات التي تستخدم في التعدين في المنطقة الدولية وكذلك قلة الخبرات والمهارات في المجال التكنولوجي من قبل الكوادر والموظفين الذين يقومون بالتعدين في المنطقة وكذلك نفقات الصيانة والتشغيل المستمر التي تحتاجها استخدام طريقة الذكاء الاصطناعي في التعدين مثل استخدام الروبوتات تحت الماء وغيرها حيث تحتاج الى نفقات خاصة لإدارة البيانات وصيانة الاجهزة وهذا ما تفتقر اليه الدول النامية مما دفع الدول الصناعية الكبرى لاستغلال المنطقة باصدار تشريعات خاصة بذلك فيه اعتداء على حقوق الدول النامية وتجاهل الاتفاق التنفيذي لعام ١٩٩٤ الذي نص على مساعدة الدول النامية في تطوير وسائل استغلال ثروات المنطقة. ومن المسائل التي ظهرت حديثاً تؤكد سيطرة الدول الصناعية الكبرى صاحبة التكنولوجيا المتطورة التصريح الاخير للرئيس الامريكي ترامب الذي وقع فيه الامر التنفيذي بعنوان(أطلاق العنان للمعادن والموارد الحيوية لأمريكا) لتوسيع نطاق ممارسة التعدين في اعماق البحار وذلك لتوسيع اقتصاد الولايات المتحدة الامريكية ومنافسة الصين التي تعد من اكثر الدول التي تملك تصريح في التعدين في المنطقة الدولية ويهدف الامر التنفيذي الذي وقعه الرئيس الامريكي (ترامب) الى تنشيط عمليات التعدين في المنطقة الدولية والسماح للحكومة الامريكية بمنح تراخيص من جانب واحد لاستخراج المعادن على الجرف القاري الأمريكي وقاع البحار العميقة خارج نطاق الولاية الوطنية والهدف من ذلك هو جلب المعادن الاستراتيجية الهامة الى الداخل والتي تعد ضرورية لتحقيق الرخاء الاقتصادي والامن القومي الأمريكي, وهذا الامر يسبب ارباكاً في المجتمع الدولي وذلك لكون امريكا ليست طرفاً في اتفاقية قانون البحار ١٩٨٢وان المنطقة الدولية تعد تراثاً مشتركاً للإنسانية وليس لاي دولة ان تقوم بالاستثمار في المنطقة لتحقيق اهداف لصالح عدد من الشركات علماً ان هيئة قاع البحار الدولية قد وضعت القواعد التنظيمية (كما ذكرنا في الفصل الاول) بشأن التعدين في قاع البحار ولكن الولايات المتحدة ليست عضواً في المنظمة ولم تصادق على الاتفاقية, وبموجب القانون الدولي فان الولايات المتحدة الامريكية لها الحق في التعدين ضمن مياهها الاقليمية الى حد المسافة (٢٠٠) كيلو متراً من الساحل ولكن رغم ذلك يسعى ترامب في تصريحهِ الاخير الى توسيع التعدين ليشمل المنطقة الدولية من خلال استنادهِ والتذرع بالقانون عام ١٩٨٠ الغامض الذي يخول الحكومة الفدرالية اصدار تصاريح تعدين في قاع البحار[٢].

([1]) عبد المنعم سعيد, الموقف الامريكي من قانون البحار وانعكاساته على المصالح العربية, بحث منشور في مجلة السياسة الدولية, العدد٩١, في ١٩٨٨, ص٢٧ .

1)James Kraska .The U.S Executive Order on Seabed Mining is Consistent with International Law.Published by the Stockton Center for International Law.VoL.106,2025: P.500.

من خلال ما سبق يتضح ان الصراع مازال قائماً حول استغلال المنطقة الدولية عن طريق التعدين عن المعادن الثمينة ومنها عقيدات المنغنيز والنيكل والحديد والكوبالت والنحاس التي تستخدم في صناعات الدفاع والفضاء والطاقة والتكنلوجيا وان الرغبة في الاستحواذ على ثروات المنطقة من قبل الدول الصناعية الكبرى يعد اعتداء على حقوق الدول النامية التي تفتقر الى الامكانيات المادية والتكنلوجيا الحديثة في التعدين عن الموارد السابقة ويعد هذا احد الاشكاليات المترتبة على استخدام الذكاء الاصطناعي والتكنلوجيا الحديثة في استغلال قاع البحار .

المبحث الثاني

استخدام الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز والاشكالية المترتبة عليه

تعدعملية التنقيب عن النفط والغاز من العمليات المهمة في العالم وذلك لتلبية احتياجات الطاقة النفطية للبشر, ويرى العالم بان مع التكنولوجيا الحديثة وخاصة استخدام الذكاء الاصطناعي اصبحت عمليات التنقيب عن النفط اكثر كفاءة ودقة وهذا مما يساعد على تقليل التكاليف التي تتم بعمليات التنقيب بالوسائل الحديثة, حيث يتم استخدام الذكاء الاصطناعي في عمليات الانتاج وتكرير النفط والغاز عن طريق انظمة التحكم التي تساعد في تحسين جودة المنتج وكفاءة العمليات وكذلك من الممكن ان تحدد الاشكاليات النفطية كما سنوضحها فيما بعد ولكن لابد ان نبين كيف ممكن لتقنية الذكاء الاصطناعي ان تساعد على التنقيب والاستكشاف وفي تطوير عمليات استخراج والنفط والغاز؟ وماهي الوسائل التقليدية والحديثة لاستكشاف واستخراج النفط والغاز؟ وكذلك لهذه التقنية اشكاليات في استخدامها فما هي هذه الاشكاليات؟ هذه المسائل سوف يتم الاجابة عليها فيما يأتي: -

المطلب الاول

دور الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز

من اجل توضيح وبيان دور الذكاء الاصطناعي كتقنية جديدة للتنقيب واستكشاف النفط والغاز لابد في البداية نتناول الطرق التقليدية في التنقيب عن النفط والغاز وبيان اثاره ومن ثم بيان دور التكنلوجيا الحديثة وكيف استطاعت ان تحد من الاثار السلبية للاساليب التقليدية للتنقيب عن النفط والغاز .

الفرع الاول : الاساليب التقليدية للتنقيب عن النفط والغاز في قاع البحر واثارهُ

يعتمد المنقبون سابقاً عند التنقل والبحث عن النفط والغاز على دلائل سطحية تظهر في الطبقات البترولية او على الشقوق التي تخترق هذه الطبقات، والتي تكون على شكل غازات قابلة للاحتراق او على شكل برك صغيرة من زيت البترول الذي تسرب على سطح الارض او سطح البحر وكذلك على شكل مواد ناجمة عن تأكسد البترول ووجود ينابيع كبريتية ووجود اسفلت. وتمثل هذه الادلة علامات واضحة على وجود النفط في تلك المنطقة ولابد من القيام بدراسات معينة من اجل التنقيب والاستكشاف ومنها وضع خرائط جيولوجية سطحية وكذلك فحص طبيعة الطبقات التي يمكن مراقبتها في التربة, ويقوم العلماء بالتنقيب السطحي عن طريق التصوير الجوي لوضع الخرائط ومن ثم القيام بالتنقيب الجيولوجي في المناطق التي ثبت لديهم بانها تحتوي على البترول ولكن هذه الطريقة قد لا تكفي فيلجأ المنقبون الى (الابار الاستكشافية) والتي تعد من الطرق الطويلة والباهضة الثمن, ولكنها تعد من الطرق الضرورية التي يتم اللجوء اليها بعد اجراء الدراسة بالطرق الجيوفيزيائية لطبقات ما تحت الارض للبحث عن النفط والغاز. ويستخدم التنقيب الجيوفيزيائي مجموعة من الاساليب التي بموجها يتم تحديد شكل او تركيب الجيوب الارضية التي يحتمل ان يكون النفط والغاز مخزوناً فيها ومن اجل استكشاف هذه الجيوب تستخدم الاجهزة الاتية:-

١. **مقياس الجاذبية:** وهو الجهاز الذي يقيس جاذبية الارض في كل نقطة على سطح الارض والتي على اساسها يتم اتخاذ احتمالية تغيير الجاذبية ذريعة لوجود النفط او الغاز تحت تلك النقطة .
٢. **مقياس المغناطيسية:** والذي يقيس مدى التغير الحاصل في قوة مجال الارض المغناطيسي على سطح الارض ويقصد به المجال الناتج عن طبقات الصخور التي تقع تحت الصخور الرسوبية مباشرة والتي تشير الى احتمال وجود النفط والغاز عند حصول التغيرات .
٣. **الطريقة الزلزالية:** او الاجهزة التي تستعمل لتسجيل الزلازل الارضية وكذلك قياس شدتها وكذلك شكل الجيوب الارضية او المصائد الارضية التي تحتوي في داخلها على النفط والغاز[١].

وبعد عملية التنقيب تبدأ عملية الحفر والتي تعد المرحلة الاخيرة للاستكشاف والتحري واول مراحل الانتاج. وتتم عملية الحفر بالخرق للتشكيلات الرسوبية التي تحمل النفط وهنا يتم بيان وجود النفط او عدمه, ويسمى البئر الذي يتم حفرهُ بالبئر التنقيبي ويتم اتخاذ قرار الاستمرار بالاستكشاف والتحري عن النفط والغاز بناءاً على وجود النفط في هذا البئر من عدمهِ، وتعد هذه المرحلة من اكثر المراحل المكلفة والباهضة الثمن لكون ليس كل الابار يمكن ان توصل الى النفط والغاز فهناك ابار يتم حفرها ومن ثم يتبين بانها جافة وهذا مما يسبب استهلاك للموارد المالية مما يتطلب حفر عدة ابار ومن ثم اتخاذ القرار النهائي باستغلال البئر او التخلي عنهُ. ويتم عملية الحفر بعدة طرق منها:-

أ. **الحفر بالدق:** وتعد هذه الطريقة من اقدم الطرق المستخدمة في الحفر واستكشاف النفط والغاز ويندر استخدامهُا حالياً وتتم عن طريق دقاق متصل بعمود الحفر ثقيل الوزن ومعلق بسلك من حديد وتتم هذه العملية من خلال رفع واسقاط عمود الحفر والدقاق الذي يتصل به في الحفره لتنقيب الصخور حيث يؤدي الدق المتكرر الى تكسير الصخور في قاع البئر ومن ثم استخرج النفط والغاز .
ب. **الحفر الدوراني:** بسبب عمق الحفر اصبح الحفر بالدق ذا فائدة محدودة وكان من اللازم الانتقال الى الحفر الدوار والذي يحتوي على مواصفات سلامة عالية وعمق اختراق كبير عن طريق دوران بريمة تتكون من ثلاث مخاريط مسننة دوارة مثبتة في نهاية انبوب فولاذي مجوف يسمى انبوب الحفر وعمل هذه الاسنان هو قضم الصخور عند قاع تجويف البئر, وفي نفس الوقت يضخ طين الحفر عبر انبوب الحفر وذلك من اجل ازالة القطع الصخرية من البريمة وازالة القطع التي تتهدم من جدار البئر وكذلك من اجل تزييت وتبريد البريمة ويستمر الحفر الى عمق معين الى حين الوصول الى النفط ,ان مرحلة الحفر الاستكشافي يعد اول مراحل الحفر الذي يتم فيه البحث عن الهيدروكربونات وبعدها يتم الانتقال الى المراحل اللاحقة بعد جمع المعلومات حول وجود النفط والغاز وهذه المرحلة تسمى المرحلة التقييمية والتي يتم على ضوئها تحديد مواصفات الصخور ونوعية الموائع (النفط والغاز) ونسبة الاحتياطي والانتاج المتوقع اما المرحلة الاخيرة هي مرحلة الانتاج وهي المرحلة التي يتم فيها الوصول الى نقطة يصبح البئر فيه جاهز للانتاج حيث يتم الوصول الى

([1]) د. باسلة ابراهيم, د. احمد نظام الدين, تكنلوجيا النفط, ط١,منشورات جامعة دمشق, سوريا, ٢٠١٥, ص٢٤-٢٥ .

مكمن اقتصادي لابد استثماره واستخراج النفط والغاز منه بعمليات وخطط مدروسة[١]. ولكن رغم الخطط التي يتم وضعها في عمليات التنقيب والاستكشاف والانتاج الا ان هذه العملية التقليدية لا تخلو من اثار سلبية تتمثل بالتلوث الذي يحدثهُ بالمياه الناتج عن عمليات الحفر والتكرير والتوزيع والحوادث النفطية التي تسبب تسرب البترول نتيجة انفجار انابيب بصورة طبيعية من خلال الشقوق القريبة من حقول البترول البحرية في قاع البحار ويقدر مختصون بان ٦,٧٪ من اجمالي انتاج البترول من الابار البحرية تم تسربها عبر تلك الشقوق ومن امثلة هذه الحوادث انفجار بئر بترول في ليبيا عام ١٩٨٠ مما ادى الى تسرب مليون برميل على سواحل النفط, وكذلك تعرض الخليج العربي لحوادث التسرب مرتين الاولى عام ١٩٨٠ عندما انفجر احد حقول النفط البحرية واندفع ما يقارب ٨٠ الف برميل على شكل بقعه زيت والثاني عام ١٩٨٣ عندما تعرض منصات احد ابار حقل النوروز الايراني لعاصفة قوية ادت الى تحطمها مما سبب في تسرب٢٠٠ برميل يوميا[٢]. للتلوث النفطي اثار ضارة طويلة المدى وقصيرة المدى على الحياة البحرية حسب حجم وانواع المنتجات النفطية المنسكبة والعوامل المناخية والجغرافية وكذلك هشاشة الكائنات البحرية في منطقة معينة حيث تسبب الانسكابات النفطبة في شكل بقعة زيتية تمنع التمثيل الضوئي للطحالب البحرية وهذا مما يؤدي الى تدمير مصادر الغذاء التي تؤدي الى تكاثر جميع الكائنات الحية, وكذلك يسبب الموت المباشر او السلوك غير الطبيعي للحيوانات البحرية[٣]. وعقدت عدة اتفاقيات لحماية البيئة البحرية من التلوث ومنها اتفاقية منع التلوث من السفن المعقود في لندن عام ١٩٧٣ المعدل عام ١٩٧٨ والتي تعد من اهم الاتفاقيات الدولية التي نصت على المنع التام لاسباب التلوث العمدي بالزيت والنفط والمواد الضارة والتقليل من الانسكاب غير العرضي لهذه المواد في البحر[٤]. وكذلك اتفاقية بروكسل ١٩٦٩ والتي نظمت اتفاقيتين الاولى تتعلق في حالة حدوث تلوث نفطي في اعالي البحار والثانية تناولت الاضرار الناجمة عن التلوث بالزيت والتي اكدت من خلالها المحافظة على اعالي البحار وحقوق الدول الساحلية بالقيام بالاجراءات اللازمة والتدخل في حال وقوع التلوث[٥]. وكما عقدت الاتفاقية الخاصة للاستعداد والاستجابة والتعاون في حالة التلوث النفطي١٩٩٠م والتي تعمل على تسهيل المساعدة المشتركة والاستجابة السريعة لحالات التلوث الكبرى والتي تهدد البيئة البحرية وحدود السواحل والتي الزمت الدول الاطراف التبليغ عن حالات التلوث

([1]) Hunt, J.M.petroeum Geochemistry and Geology, first Edition, W.H ferman and Company new yourk, 199, p 743.

([2]) د.عبد السلام منصور, الشيوي, الحماية الدولية للبيئة المائية من التلوث, المجلد ١٠, العدد (١), المجلة العلمية لقطاع تحليلات التجارة بجامعة الازهر, ٢٠١٣, ص ١٦ .

([3]) د.عبد الله بن محمد العمري, المشاكل البيئية وحلولها١٣, ط ١,العبيكان للنشر, السعودية,٢٠٢٤, ص١٧٧ .

([4])العوضي بدرية عبد الله, الاحكام العامة في القانون الدولي للبحار ,ط١ ,دار التأليف ,الكويت, ١٩٨٨، ص٣٠٢ .

([5]) العشري عبد الهادي, الاختصاص في حماية البيئة البحرية من التلوث, اطروحة دكتوراه, كلية الحقوق جامعة الزقازيق, مصر, ١٩٨٩، ص٩ .

والتعاون من اجل تطوير خطط الطوارئ لحالات التلوث[١]. وكما تناولت اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ في المادة ٤٦ اسلوب مكافحة التلوث البحري, حيث الزمت الدول اتخاذ الاجراءات اللازمة لمنع التلوث والسيطرة عليه عند حدوثهِ بصورة مشتركة اومنفردة[٢]. وعقدت الكثير من الاتفاقيات الدولية والاقليمية لمنع التلوث البيئي الناتج الانسكابات النفطية التي تحدث بسبب الاساليب التقليدية لتنقيب واستخراج النفط والغاز كما ذكرنا ولكن رغم ذلك لم تستطع الحد من هذا التلوث الذي يؤثر على الحياة البحرية وعلى اقتصاد الدول فكان الاتجاه هو اللجوء الى اساليب التكنلوجيا الحديثة للحد من الاثار السلبية للاساليب التقليدية للتنقيب واستخراج النفط والغاز .

الفرع الثاني : استخدام الذكاء الاصطناعي كاسلوب جديد للتنقيب واستكشاف النفط

كانت الاثار السلبية التي تسببها عمليات التنقيب عن النفط والغاز دافعاً للتفكير باساليب حديثة للاستكشاف وانتاج النفط والغاز مبنية على التكنلوجيا الحديثة التي تقوم على استخدام الذكاء الاصطناعي حيث يتقدم استخدام الذكاء الاصطناعي في صناعة النفط والغاز بصورة سريعة حيث تتسلل الاساليب الحديثة بشكل متزايد في مراحل مختلفة من القطاع مثل الحفر الذكي والتطوير الذكي وخطوط الانابيب الذكية والمعالجة الذكية, حيث يتم ابتكار مجموعة التقنيات الحديثة في البحث والانتاج باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتتم هذه العملية عن طريق التعلم الالي وبالطرق الاتية:-

١. **الشبكة العصبية الاصطناعية:** وهي مجموعة واحدة من الخوارزميات التى تستخدم فى التعلم الآلي لنمذجة البيانات، وتساعد خوارزمية التعلم الالي العميق في صناعة النفط والغاز على امكانية معالجة كميات كبيرة من البيانات حيث تعمل على معالجة المشكلات المعقدة المتعلقة بالنفط والغاز، والمجالات التي تعمل الشبكات العصبية بالتدخل بها تتمثل بالتعرف على الانماط الزلزالية وتشخيص اماكن الحفر وتحسين ابار الغاز وتحديد صخور الحجر الرملي وكما يمكن لها ان تتنبئ باداء البئر وتحسينهُ [٣]. وكذلك يساعد نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية على التنبؤ بالظروف المحيطة بالانابيب حيث يستطيع تقييمها بواسطة المشغلين، وكذلك بالامكان كشف فشل الانابيب المتوقع عن طريق الشبكات العصبية الاصطناعية وكذلك بالمكان من ايجاد نسبة الرمال الموجودة في الخزان وبامكانها التنبؤ بالاسعار المتقلبة للنفط[٤].

([1]) بن وزة العالية, الحماية القانونية للبيئة في الاتفاقات الدولية, كلية الحقوق والعلوم السياسية, قسم القانون العام, رسالة ماجستير, جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم, الجزائر, ٢٠١٩, ص٦٨ .

([2]) بتول جمال عبد المجيد ابو صبح, الحماية الدولية للبيئة البحرية من التلوث بالنفط, رسالة ماجستير, كلية الحقوق القسم العام, جامعة الشرق الاوسط, الاردن, ٢٠٢١، ص ٢٢ .

([3]) J.K.Ali, N eural network: anew tool for the petroleum industry? Speuropean petvoeum computer conference, 199.www. scholorgoogle.com, Retrived 2025-5-25.Edited.

([4]) Wernel Kri tjanpoller, marcal C.M. inutolo, forecasting Volatility of oil price using anaetfianl neural network-GARCH model. https://doi.org. 10-1d6/J.cswa.2016-8-4..

٢. **المنطق الضبابي**[*]: ويستخدم التحليل العصبي الضبابي من اجل تحسين وضع الابار وقد وجد ان وضع الابار استغرق وقتاً اكبر وجهد اقل باستخدام نهج التحليل العصبي الضبابي وقام بعض العلماء بتطوير نموذجاً منطقياً ضبابياً كخزن الغاز لثلاثة ابار بحرية في ايران. وتعد هذه الطريقة مفيدة في تحديد الانماط في البيانات الضخمة وهي بذلك تمثل طريقة استخلاص فعالة من حيث التكلفة والكفاءة لاستغلال الهيدروكربونات [١].

٣. **الخوارزمية الجينية:** وتستخدم هذه التقنية في التنقيب عن النفط والغاز والعثور على ابار متعددة الاطراف مثالية في خزان ثلاثي الابعاد حيث يستخدم لتحسين تصميم المسوحات الزلزالية لتحديد افضل المواقع للحفر, كما يعمل على تحديد الهياكل الجيولوجية لوجود النفط والغاز وكذلك يستفاد من هذه التقنية في تحديد افضل طرق استخراج النفط والغاز وكذلك تحسين عمليات الحفر وتقليل التكاليف[٢].

٤. **الانحدار الخطي:** هو اسلوب احصائي يستخدم للتنبؤ بانتاج النفط العالمي وقد اظهر هذا النموذج اداءاً متفوقاً مقارنة بالطرق الاخرى, ومن المحتمل ان يكون هناك تقدماً في انتاج النفط في السنوات القادمة نتيجة الانحدار الخطي حيث يستخدم لتفسير بيانات تسجيل الابار الحقيقية من تحديد نمط طبقات النفط والغاز وكذلك تحليل الانحدار الخطي للعوامل المؤثرة على الاقتصاد المستقبلي للنفط الخام[٣].

يستخدم قطاع النفط والغاز البحري تكنلوجيا الذكاء الاصطناعي في علوم البيانات من اجل الوصول الى البيانات المعقدة التي تستخدم في استكشاف وانتاج النفط والغاز وذلك من اجل زيادة فرص استكشاف جديدة والاستفادة من التطورات الحديثة في هذا المجال.

بناء على ما سبق والذي نريد قوله بان تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي استطاعت توفير ادوات واساليب جديدة للتنقيب عن النفط والغاز مما ادى الى تزايد التنافس من قبل الشركات لتبني وسائل مبتكرة في قطاع النفط والغاز من اجل تعزيز كفاءتها وذلك لتنشيط الانتاج, وتحسين سلامة العمال وايضاً خفض التكاليف وسعى اغلب اصحاب الشركات الى الرقمنة من اجل حماية انفسهم من تقلبات السوق والحفاظ على الربح عند انخفاض سعر النفط وهذا يكون عن طريق الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الالي, هذا

---

[*] المنطق الضبابي: هو احد تنقيات الذكاء الاصطناعي يمكن الاستفادة منه في تعزيز اجراءات التدقيق حيث يتم اللجوء اليه من اجل تدقيق اماكن تواجد النفط والغاز بشكل اكثر دقة حيث يساعد ذلك على اتخاذ قرارات اكثر دقة عند اللجوء الى الحفر .

(1) F.Zarei, a Daliri, NAlizadel. The use of neuro-fu 22 proxy in well placement oplimization. SSPE intelligent Energy intarnutional, 2008. www.onepetro.org.

(2) Velez, Langes, Genetic algorithmsin oil industry: An overview.Jurnal of petraleam science and Engineering, 47. 2005-P16.

(3) Liu Hefei, wang, Regression analysis of influencing foctars on the future price of crudeoil, intruation al con ference on modern Economic technology. 2.16. www.sciencedirect.com./science/Arlicle/pii/Retried. 2025-5-26.Edited .

لابد ان نبين الجانب الايجابي للتطورات الحديثة للذكاء الاصطناعي في صناعة النفط والغاز والتطبيقات الخاصة لذلك وكما يأتي:-

١- تحسين تحليل بيانات باطن الارض

لحل مشاكل الاستكشاف والانتاج المعقدة يتعين على شركات النفط والغاز دراسة وجمع معلومات وبيانات كافية قبل البدء بالحفر وبعدهُ ,وذلك لكي لا ينتهي بها الامر الى صرف مبالغ باهظة على حفر ابار غير منتجة ومن اجل ذلك دخلت شركة (توتال إس إيه) عام ٢٠١٨ وهي شركة نفط وغاز مقرها في فرنسا في شراكة مع (كوكل كلاود) وذلك من اجل تطوير حلول الذكاء الاصطناعي من اجل تحسين تحليل بيانات باطن الارض لتحسين الاستكشاف والانتاج, وسبق ان استخدمت شركة(total SA) تطبق خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتوصيف حقول النفط والغاز وفي عام ٢٠١٣ طبقت تقنية الصيانه التنبؤية للتوربينات والمضخات والضواغط وهذا مما ساعد على التوفير المالي الكبير وتقوم الان شركة(total SA) بالتطور على مستوى جديد مع كوكل كلاود حيث يعملان سوياً على تفسير صور باطن الارض اثناء الزلزال بتقنية الرؤية الحاسوبية وكذلك استكشاف وتقييم حقول النفط والغاز بشكل اسرع وبفعالية كبيرة[١].

٢- استخدام الروبوتات المدعومة بالذكاء الاصطناعي في الكشف عن تسربات النفط (اكسون موبيل ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا)

تعد شركة (اكسون موبيل) من عمالقة النفط والغاز التي تستثمر اموالها في مشاريع الذكاء الاصطناعي وعملت هذه الشركه في عام ٢٠١٦ بالتعاون مع (معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا) (MIT) تصميم روبرتات لاستكشاف المحيطات حيث عملت هذه الروبوتات في اعماق البحار لتعزيز قدراتها على كشف التسربات النفطية, حيث ستتمكن روبوتات إكسون موبيل المزود بالذكاء الاصطناعي من كشف التسربات النفطية, وهذا ما يقلل مخاطر التلوث والضرر الذي سيلحق بالحياة البحرية ومن تطبيقات استخدام الذكاء الصناعي ايضاً هو استخدام(Flypix) وهو نظام معلومات جغرافية يستخدم في تحليل البيانات الجغرافية والمكانية ويستخدم لمراقبة خطوط انابيب النفط والغاز والاصول الاخرى عن بعد وذلك لكشف التسربات المبكرة وكذلك اكتشاف مواقع البناء والحفر غير المعلنة, وكما ان استخدام(Flypix) الذكاء الاصطناعي لمراقبة النفط والبنية التحتية تساعد على تحسين من كفاءة عمليات التفتيش، حيث تساعد على كشف الاضرار التي سبق وان يصعب كشفها بالعمليات التفتيش التقليدية, حيث يستطيع مراقبة شبكات الانابيب الواسعة عن طريق صور الاقمار الصناعية والطائرات بدون طيار وكشف التسريبات المحتملة والتأكل والضعف البنيوي في خطوط الانابيب وهذا يساعد على الصيانة السريعة والحد من التأثير البيئي وضمان سلامة عملية نقل النفط والغاز[٢].

([1]) Kamakshi Rayavarapu, and other, Application of machine learn and artificial intelligencein oil and gas industry, volume 62 Issueu4 Center of Excellence for Geothevmal Engy, Pandit Dcenayal Petroleum University Gandh inagar, Gujarat, India,2021 .P.379-391 .

([2]) تحليلات البيانات الجغرافية لصناعة النفط والغاز, مقال منشور على الرابط الالكتروني:

٣- **الحفر الدقيق باستخدام خوارزميات التعلم الالي**

كذلك بواسطة خوارزميات التعلم الالي يمكن التحكم في الحفر عند التنقيب عن النفط والغاز وتقوم (شركة شل) وهي شركة عملاقة تقوم باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تساعد على سرعة الحفر ودقتها حيث يتم على سبيل المثال تدريب النموذج التعلم الالي على البيانات التاريخية من سجلات الحفر الشاملة لشركة شل وكذلك عمليات المحاكاة لتوجيه الحفار الى باطن الارض وايضاً المسوحات الزلزالية ودرجة الحرارة والضغط وجمع البيانات الاخرى من نقطة الحفر وبعدها بامكان مشغل آلة الحفر تقديم مدخلات عبر وظائف المكافأة او العقوبة تساعد الآلات على التأقلم مع الظروف تحت سطح البحر وهذا يساعد على تحقيق نتائج افضل واسرع واقل ضرراً في صناعة النفط.

٤- **تعزيز الانتاجية من خلال الصيانة التنبؤية**

يسبب العطل المفاجئ لمنصات النفط والغاز البحرية خسائر كبيرة لا يمكن التحسب لها, وهناك شركات ما زالت تعتمد على الاساليب القديمة في الصيانة وهذا مما يؤثر على سرعة الانتاج وتاخرهُ وهناك شركات مدعومه بالذكاء الاصطناعي تعمل في مجال النفط والغاز منها شركة (Aker Bp) والتي تعاونت مع شركة (Spank Cognition) لاستخدام الصيانة التنبؤيه المدعومة بالذكاء الاصطناعي على منصة (Tambar) ذاتية التشغيل حيث يتسبب أي عطل غير مخطط لهُ الى مشاكل حيوية متعددة المراحل. وقد عملت شركة (Spark Cognition) على تطوير نماذج للمضخات المتعددة المراحل ونشرته في برنامج الصيانة التنبؤية المدعومة بالذكاء الاصطناعي وهذا بدوره ينبه عن أي انحراف في السلوب الطبيعي للمضخات, مما يساعد على تعزيز الانتاجية من خلال مهارات صيانة تنبؤية فائقة وتؤكد الشركة التزامها بتعزيز اهم مصالح المجتمع حيث يقوم بتحليل معلومات المستشعرات باستخدام التعلم الالي ليحدد الاعطال الوشيكة قبل حدوثها. وهذا يساعد على المعالجة قبل وصول مرحلة العطل والتوقف عن العمل[١].

عليه وبعد ان بينا الاساليب التقليدية التي يتم استخدامها بالتنقيب عن النفط والغاز في قاع البحر واستكشافه وطريقة الانتاج والتي تسبب اثار من غير الممكن تلافيها مثل التلوث الذي يحدث في البيئة المائية والذي من شأنهِ ان يقضي على الموائل البحرية مما دفع العالم الى البحث عن اساليب حديثة مبنية على التكنولوجيا المتطورة والتي تقوم على اساس رقمنة عملية التنقيب والاستكشاف واستخراج النفط والغاز فتم اللجؤ الى الذكاء الاصطناعي في عمليات التنقيب والاستكشاف عن النفط والغاز واستخرجه وذلك للتنبؤ عن الاخطار التي قد تحدث قبل حدوثها عن طريق استخدام التعلم الالي والذي يقوم على طريقة الشبكة العصبية الاصطناعيه والمنطق الضبابي والخوارزمية الجينية والانحدار الخطي حيث تقوم هذه الطرق التكنلوجيا على اختيار الاماكن المناسبة لوجود النفط والغاز وكذلك تحديد اماكن الحفر والاستخراج دون اللجؤ الى حفر عدة

---

https://Flypix.ai/ar/object-detection=soft were-for-oil-and-gas-operation
تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٢٧ .

(١) تحليلات البيانات الجغرافية لصناعة النفط والغاز, المصدر السابق.

ابار للوصول النفط حيث تساعد هذه التقنية الى التنبؤ والاختيار الصحيح لاماكن وجود النفط والغاز وهو بذلك يساعد على حل مشاكل الاستكشاف والانتاج الذي كان يقوم على الاساليب القديمة والتي كانت تكلف المبالغ الباهضة وقلة في الانتاج وذلك عن طريق قيام شركات عديدة متمكنة مادياً وذات خبرة في استخدام هذه التكنولوجيا .

المطلب الثاني

الاشكاليات المترتبة عن استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز

يُحدث الذكاء الاصطناعي موجة من الابتكار والكفاءة في قطاع النفط والغاز مما يعد تحولاً جذرياً لهذا القطاع, فبعد ان كانت عمليات الاستكشاف التقليدية تستغرق وقتاً طويلاً وتكلفة عالية وتحدث اثار بيئية سيئة مثل الانسكابات النفطية التي تسببها والتي تؤثر على البيئة البحرية والموائل الموجودة في قاع البحر استطاعت خوارزميات الذكاء الاصطناعي ان تحلل البيانات الزلزالية وتتنبأ بمواقع الهيدروكربونات بدقة فائقة مما يساعد على توفير الوقت والموارد ويقلل من الاخطار البيئية وكذلك تساعد الصيانة التنبؤية المدعومة بالذكاء الاصطناعي تطوراً كبيراً في عملية الحفر وذلك لقيامهِ بمراقبة المعدات بصورة مستمرة لتلافي الاعطال وتقليل التوقف بسبب كل ذلك ولكن, رغم الفوائد الكبيرة التي يقدمه الذكاء الاصطناعي للتنقيب عن النفط والغاز إلا انهُ تطبيقه يترتب عليه عدة اشكاليات هذا ما سنبينهُ فيما يأتي:-

الفرع الاول : الاشراف البشري

يرتبط نجاح تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز وكذلك في اي مجال اخر بشكل حاسم على الذكاء البشري, حيث ان تطوير عمليات التنقيب والاستكشاف للنفط والغاز الذي يقوم على استخدام الذكاء الاصطناعي لكي يتم بفاعلية في العمليات والمنتجات يجب على الشركات التي تعتمد على هذه التكنولوجيا تكوين فرق داخلية متكونة من مختصين في التعليم الالي والذكاء الاصطناعي، حيث تستطيع هذه الفرق تطوير استخدام الخوارزميات والبيانات المتعلقة بالتنقيب عن النفط والغاز، وهذا يعني بان الشركات سوف تعتمد البيانات في التنقيب عن النفط والغاز ولا يمكن الاستغناء عنه في المستقبل ولكن الاشكالية التي تترتب في هذه المسالة هي قلة مواهب الذكاء الاصطناعي اي هناك نقص كبير في مواهب الذكاء الاصطناعي في هذا المجال[1]. حيث يجب ان يكمل الذكاء الاصطناعي من الخبرة البشرية في التنقيب عن النفط والغاز وليس استبدالها, حيث يعمل الذكاء الاصطناعي احلال الحاسوب محل العقل البشري مما ادى الى تجميد دور البشر وتقليل الوظائف وكثرة البطالة. وكذلك ممكن للذكاء الاصطناعي ان يغذي الحاسوب ببيانات خاطئة او ناقصة او قديمة او محددة وان اي رؤية خاطئة تؤدي الى قرارات خاطئة مما يعرض

(1) Kamakshi Rayavarapu, and others, the same source .P.21.

السلامة الانتاجية والربحية للخطر وهو بذلك يخطئ في تحديد او اكتشاف المخاطر او الحالات الشاذة التي لم يتدرب عليها[١].

علية نلاحظ ان من اهم الاشكاليات التي تواجه استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز هي قلة الخبرة والمهارة في استخدام هذه التقنية وكذلك اي نقص او معلومة غير دقيقة تؤدي الى اصدار قرار خاطئ يعرض عمليات التنقيب للخطر مثل تحديد موقع خطأ للاستكشاف بذلك يفترض ان تكون التقنيات مكملة لمهارات الإنسان وليس وسيلة لركن الإنسان الى جنب والاعتماد على آلة حاسوبية تعتمد على البيانات التي قد تكون غير دقيقة .

الفرع الثاني: اشكالية جودة البيانات

كما بينا سابقاً تقوم شركات النفط والغاز بالتعامل مع كميات هائلة من البيانات مما يتطلب من محللي البيانات الاستعانه بمنصات البيانات الضخمة لاستخلاص ما يفيد من الافكار الضرورية في هذا المجال وهذا امر مهم بالنسبة للمهندسين الذين يبحثون عن تحسين الاستكشاف والانتاج من الابار وسلامتها[٢]. تحتاج تقنية الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز بيانات عالية الجودة ومنظمة من مصادر متعددة للعمل بشكل صحيح في الموضع التشغيلي, حيث ان استخدام الخوارزميات الاكثر ذكاءاً ودقة تؤدي للوصول على نتائج افضل بذلك تقوم الشركات التي تتولى عمليات التنقيب بمضاعفة الجهود في تحسين بيانات انظمة الذكاء الاصطناعي من اجل الحصول على افضل النتائج. وفي حالة عدم دقه البيانات سوف يؤدي ذلك الى اشكالية تتمثل عدم الدقة في اصدار قرارات تتعلق بالحفر والاستكشافات وهذا يعرض السلامة الانتاجية والربحية للخطر, وكذلك تؤدي عدم جودة البيانات الى عدم التنبؤ بالمخاطر والاشكاليات النفطية مما يؤدي الى حصول تلوث وكوارث بيئية وخيمة[٣]. وكذلك التلاعب بالبيانات وعدم اتساق المعايير وانواع البيانات من مصادر مختلفة تؤثر على جودة البيانات وبالتالي تؤثر على القرارات التي ستصدر بناءاً على تلك البيانات[٤].

لذلك نلاحظ ان جودة البيانات ودقتها تعد من الاشكاليات المهمة لدقة عمليات الاستكشاف والانتاج حيث يكون لها دوراً بارزاً في اعطاء القرار الصائب حول اماكن توفر النفط والغاز والانتاج وكذلك التنبؤ

---

(1) Artifcial in telligence paves the way for manageable. Opportunities amd Ristis for the oil and Gas industry DN.V. https://www.dnv.com.Retrived 2025-5-31 Edited.

(2) الابتكار في صناعة النفط والغاز, مقال منشور على الرابط الالكتروني: https://ar.Ipcentre.com. تاريخ الزيارة ١/٦/ ٢٠٢٥ .

(3) صناعة النفط والغاز وتحليلات البيانات الضخمة, مقال منشور على الرابط الالكتروني https://www.analytixlabs.com.in/blog/data-analyties-in-oil-arel-gos. . تاريخ الزياره ١/٦/ ٢٠٢٥ .

(4) Trope, R.L, and pawer, lessan in data Covernance: Asurvery oflegal Deuelopmentin Data Management, Prvacyand security. Jurnal. Basiness Lawyer, 61,471-516, 2005 .

بالمخاطر التي قد تلحق عمليات التنقيب وهذا يتطلب حرصاً ومراقبة لجودة البيانات وصحتها وان اي معلومة خاطئة ستؤدي الى نتائج غير مرغوبة فيها .

الفرع الثالث: مخاطر الامن السيبراني

رغم الاهمية التي تحيط استخدام تكنلوجيا الذكاء الاصطناعي في التنقيب عن النفط والغاز إلا انهُ تبقى هناك اشكالية مهمة تتعلق بمخاطر الاختراق لأجهزة الحاسوب والهجوم السيبراني والذي يعرف بانه (هجوم يتم من خلال الفضاء السيبراني موجه للاضرار بانظمة تكنلوجيا المعلومات لدولة. وذلك بتعديلها كلها او بعضها او تحريفها او تدميرها مما يسبب ايقاف تشغيل نظام الكتروني او شبكة الكترونية او محو جميع البيانات او البرامج على الشبكة)[١]. يشهد العالم تطورات متسارعة في قطاع النفط والغاز والذي يترتب عليه الاعتماد على التقنيات والحلول الرقمية وخاصة في العمليات التشغيلية وهذا يؤدي الى تعرضها لهجمات سيبرانية على البنية التحتية لشركات النفط والغاز مما يسبب عواقب كارثية، وهذا ما يتطلب وجود استراتيجية قوية للأمن السيبراني. ان حماية البنية التحتية الرقمية لشركات النفط والغاز تعد ضرورة حيوية لاستمرار اعمالها بأعلى مستويات المرونة والكفاءة والدقة[٢]. حيث تؤدي خروقات البيانات بواسطة الهجمات السيبرانية الى خسائر مالية وانقطاعات تشغيلية وتضرر لسمعة الشركة .في عام ٢٠٢١ تعرض خط انابيب (كولونيال) لنقل المنتجات النفطية في الولايات المتحدة الامريكية الى هجوم سيبراني مما ادت الى شل البنية التحتية الرقمية لها, حيث استطاع الهجوم من الاستيلاء على (١٠٠) ميغا بايت من البيانات وغلق العمليات في خط الانابيب لمدة خمسة ايام وهذا مما سبب اضطراباً في امدادات الوقود للدولة وسبب اضراراً مالية للشركة وكذلك اضراراً بسمعتها التجارية وكان هذا الهجوم السيبراني يمثل خطراً كبيراً على خط الانابيب (كولونيال) للنفط والغاز [٣].

يعد قطاع النفط والغاز من اكثر المجالات تعرضاً للهجمات السيبرانية والتي تهدف الى احداث اضرار تشغيلية مثل تخريب منشاة الطاقة وسرقة المعلومات واحداث ازمات اقتصادية وخسائر مادية وكذلك الاضرار البيئية ويتعرض قطاع النفط والغاز بنسبة١٠.٧٪ للهجمات السيبرانية حسب مؤشر xfarce threat Intellıgenceınd ex 2023 ويعد سرقة البيانات والابتزاز الاكثر شيوعاً لهذه الهجمات بنسبة ٢٣٪ واحتلت امريكا الشمالية نسبة ٤٦٪ من جميع الهجمات وبعدها اوروبا وامريكا الجنوبية بنسبة ٢٣٪ ونسبة

([1])د. محمد عادل عسكر, العمليات السيبرانية في القانون الدولي, ط١, دار الفكر الجامعي, مصر ٢٠٢٤, ص٥٣ .

([2]) لماذا يعد الامن السيبراني ضرورة حيويه واستراتيجية في قطاع النفط والغاز, مقال منشور على الرابط الالكتروني: https://www.mittrarabia.com . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٦/١

([3])ميار هاني, التهديدات السيبرانيه لقطاع الطاقة– المحفزات واليات المواجهة, مقال منشور على الرابط الالكتروني: https://oldwebsite.shafcenter.org. . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٦/١

٥٪ لاسيا والشرق الاوسط وافريقيا[١]. وهناك عوامل تزيد من امكانية الهجوم السيبراني على البيانات الالكترونية الخاصة بالتنقيب عن النفط والغاز منها:-

١. السرعة في التقدم والابتكار التكنلوجي في استكشاف النفط والغاز حيث يساعد ذلك على زيادة البيانات وقلة الايادي الماهرة او االخبرة مما يمكن من زيادة مستويات الهجمات الالكترونية .

٢. التطور الهائل للهجمات السيبرانية اصبحت الهجمات السيبرانية اكثر تعقيداً بسبب تطورها والتقدم التكنلوجي الذي مكن جماعات الجريمة المنظمة والارهاب الالكتروني من التفنن في هذه الهجمات حيث تستغل ثغرات امنية مجهولة ومعقدة وهذا مما يرتب اثار سلبية على البيانات المتعلقة بالنفط والغاز مما يؤدي الى الحاق اضرار بهذا القطاع .

٣. الاهمية التي يتمتع بها قطاع النفط والغاز يجعلهُ هدفاً سيبرانياً مهما حيث يتمتع هذا القطاع بالاهمية التي تعزى لدوافع سياسية واقتصادية للبلد, ان خرق البيانات الخاصة بهذا القطاع يعدهُ مجرمي الانترنت والتجسس الالكتروني ميزة تكنلوجيا لانهُ يتم التأثير على اقتصاد البلد[٢]. ويكون ذلك عن طريق القراصنة المدعومين من الدول التي تريد تخريب البنية التحتية لدولة ما من اجل احداث اضطراب اقتصادي وامني كاجراء انتقامي للتطور التكنلوجي للدولة في قطاع النفط والغاز. وكذلك هناك هجمات يقوم بها مجرمي الانترنت للمطالبة بفدية مالية مثل الهجمات على خط انابيب (كولونيال) الذي طالب فيه المجرمين بفدية مالية. وكذلك قد يكون الهدف من الهجوم هو سرقة الاسرار التجارية والملكية الفكرية والبيانات السرية لشركات من اجل ضرب المصالح الاقتصادية ومنها على سبيل المثال استهداف شركة (كية إتش ان بي الكوريا) وهي شركة كورية الجنوبية للطاقة النووية والمائية والتي تعرضت فيها لهجمات سيبرانية في عام ٢٠١٤ مما ادى الى تسريب بيانات تتعلق بالشركة والعاملين فيها وتم نشر بيانات الموظفين والشركة على مواقع التواصل الاجتماعي من قبل القراصنة وكذلك مخططات تدفق الكهرباء وتصميمات لمفاعل نووية وطالبوا باغلاق ثلاثة مفاعل نووية, فما كان من الحكومة إلا الاعلان بان تلك البيانات المسربة ليست فيها اي خطر على سلامة وأمن البلاد ولكنها كانت تخشى ان تكون كوريا الشمالية هي سبب الهجوم السيبراني وتسيطر على البنية التحتية الحيوية في البلاد[٣].

لهذا نلاحظ بان استخدام الذكاء الاصطناعي رغم الفوائد الجمة التي توفرها لعمليات التنقيب والاستكشاف عن النفط والغاز بعد التحول من العمليات التقليدية التي كانت لها اثار سلبية متمثلة بالتلوث البيئي الذي يترتب

---

(1) Worly, michael.Etal.R.P.X force threat intelligence Index 2023-IBM.secnrityx-force Acccessed August 28, 2023, https://www.ibm.com/downloads/cas/D134G18ym.

(2) Cybev security thyeats in Energysactor."Evarything you need to know"swiss cyber in statute, https://swisscyberinstitute,com. /blog/all-you-need/to-know-about-cyber-securitn-threats-in-energy-sector.Retrieved. 2025-6-2. Edited.

(3) مي مجدي, اخطر هجمات سيبرانية تستهدف شركات الطاقة (ابتزاز ارامكو اشهرها), تقرير منشور على الرابط الالكتروني: https://attaqa.het/2023/03/06. . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٦/٢

بسبب الاشكاليات النفطية وبطئ العملية وكذلك التكلفة الباهظة التي تسببها العمليات التقليدية والذي دفع العالم للانتقال الى التكنلوجية الحديثة في التنقيب عن النفط والغاز والمتمثلة بالذكاء الاصطناعي فرغم هذه التقنية وتطورها والاثار الايجابية لها باستخدام طرق اكثر تطور عن طريق التعلم الالي باستخدام الشكبة العصبية الاصطناعية والمنطق الضبابي والخوارزمية الجينية والانحدار الخطي والتي تقوم هذه الطرق باختيار الموقع بدقة وتجنب حفر الابار للبحث عن اماكن وجود النفط حيث تستطيع هذه الطرق اختيار افضل المواقع للحفر وتحديد الهياكل الجيولوجية لوجود النفط والغاز بالاضافة الى التنبؤ في بالظروف المحيطة بالانابيب والتنبؤ بانتاج النفط العالمي وكذلك بالاحتياطي الموجود من النفط والغاز فضلاً عن معرفه اماكن الانسكابات النفطية وطرق معالجتها والتنبؤ بالاعطال قبل وقوعها ولكن كل هذه الايجابيات كان لها اثار سلبية واشكاليات تدفع الى توخي الحذر في استخدام هذه التكنلوجيا وتقييدها بأطر قانونية منظمة تواكب التطورات الحديثة في التنقيب عن النفط والغاز وتتمثل هذه الاشكاليات بقلة الدور البشري في عمليات التنقيب والاعتماد على آلة الحاسوب والاجهزة الالكترونية في اصدار القرارات خصوصاً ان ادارة هذه الاجهزة قد تكون بأيدي ذات خبرة ضعيفة في هذا المجال وكذلك قلة جودة البيانات تعد من الاشكاليات التي تواجه عمليات التنقيب عن النفط والغاز بالطرق التكنلوجية الحديثة والتي قد تؤدي الى نتائج غير مرغوب فيها وكذلك الهجمات السيبرانية والتي تعد من اهم الاشكاليات التي تواجه تكنلوجيا الذكاء الاصطناعي في صناعة النفط والغاز والذي يكون عن طريق خرق البيانات والهجوم عليها لاغراض سياسية واقتصادية وكذلك قد يكون الغرض الحصول على اموال من قبل جماعة من القراصنة ومجرمي الانترنت للحصول على فوائد وفدية من الطرف الاخر .

بذلك نلاحظ ان للذكاء الاصطناعي دوراً بارزاً في تطوير التعدين عن المعادن واستخراجها وكذلك التنقيب عن النفط والغاز ولكن رغم الاهمية التي تتمتع بها الا انها لا تخلو من الاشكاليات التي تترتب على استخدامها ورغم تنظيم القانون الدولي لاستخدام التكنولوجيا بصورة عامة واتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ إلا ان التطورات السريعة التي يشهدها العالم والتكنلوجيا المتطورة باستخدام اساليب حديثة تتطلب تطوير وتحسين القواعد القانونية حيث ان الذكاء الاصطناعي وبرمجة الخوارزميات تحتاج الى تحديث مستمر لكي يستطيع الذكاء الاصطناعي الامتثال للاطر والقواعد القانونية بالاضافة الى الحاجة لوضع قواعد ولوائح تواكب التقنيات الحديثة وان اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ رغم تناولها التطور التكنلوجي من خلال توفير الاطار القانوني الشامل لحقوق الدول ومسؤولياتها في المحيطات والبحار وكيفية استخدام التكنولوجيا في استكشاف واستغلال الموارد البحرية والحفاظ على البيئة البحرية إلا انهُ على ضوء التطورات المتسارعة تحتاج اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ لمزيد من النصوص القانونية التي تواكب التطورات الحديثة في استغلال قاع البحار والمحيطات .

الخاتمة

بعد الانتهاء من بحثنا توصلنا الى العديد من النتائج والتوصيات وكالاتي:

اولا : النتائج

١: تناولت اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢ تشجيع برامج المساعدة العلمية والتقنية للدول النامية في المادة ٢٠٢ وذلك لحماية البيئة البحرية من التلوث بسبب استخدام الالتطنلوجيا الحديثة في استغلال قاع البحار.

٢: تساهم تكنولوجيا الذكاءالاصطناعي في زيادة كفاءة استغلال قاع البحار واستكشاف المعادن وخاصة النفط والغاز لدقتها في اختيار مواقع حفر الاباروتحسين تصميم الحفر والبحث عن اماكن وجود النفط والغاز فضلا عن التنبؤ بانتاج النفط العالمي والمخاطر المحتملة .

٣: عقدت الدول اتفاقيات عديدة دولية واقليمية لمنع التلوث البيئي الناتج عن الانسكابات البيئية النفطية التي تحدث بسب الاساليب التقليدية لتنقيب واستخراج النفط والغاز رغم ذلك لم تتمكن من الحد من التلوث الذي يؤثر على الحياة البحرية فأتجهت الدول الى مراقبة التلوث عبر انظمة مراقبة ذكية لمراقبة التلوث البحري للحد من هذه الاثار .

٤: استخدام الانظمة الذكية في التنقيب عن النفط والغاز في قاع البحار تكون معرضة الى هجمات سيبرانية عن طريق خرق البيانات والهجوم عليها لاغراض سياسية وعسكرية .

٥: التقدم التكنلوجي الذي رافق عمليات التعدين في قاع البحار له دور ايجابي من خلال كسب الوقت وتوفير الجهد ومراقبة الاماكن التي تحتوي على المعادن عن بعد باستخدام ادوات واجهزة ومركبات ذاتية القيادة والتي من الممكن المحافظة على حياة العمال في المناجم فضلا عن تحقيق مكاسب اقتصادية وخاصة للدول التي لها امكانية على توفير المواد الاولية لهذه التقنية .

٦: هنالك جانب سلبي في استخدام التكنلوجيا في التعدين في قاع البحار يتمثل بهيمنة الدول الكبرى عليها بسبب ضعف الامكانيات المادية والفنية للدول النامية اذ يتطلب التنقيب البحري تراخيص وتنظيم بيئي ومراقبة ذكية واستثمارات كبيرة لتجهيز البنى التحتية للذكاء الاصطناعي وهذا ماتفتقر اليه الدول الاخيرة .

٧: مع هذه التقنية التنقيب البحري العميق قد يحمل بعض المخاطر البيئية بسبب ازياد الانبعاثات الغازات الدفيئة ومن ثم انتاج النفايات والرواسب واتلاف الموائل البحرية والتلوث .

التوصيات

١: تحديث قواعد اتفاقية الامم المتحدة لقانون البحار ١٩٨٢ لمواكبة التطورات التقنية الحديثة في استغلال قاع البحار على الرغم من توفير هذه الاتفاقية الاطار القانوني لحقوق الدول ومسؤولياتها في قاع البحار والمحيطات وكيفية استخدام التكنلوجيا في استغلال واستكشاف الموارد البحرية والحفاظ على البيئة البحرية الا انها تحتاج لتطوير قواعدها القانونية وتحديث مستمر للامتثال للتطورات التقنية المتسارعة في هذا المجال

٢: ضرورة المواجهة الدولية للهجمات السيبرانية من قبل مجرمي الانترنت والتجسس الالكتروني والتي جعلت من قطاع النفط والغاز هدفا سيبرانيا لما يمتع به هذا القطاع من اهمية ويكون ذلك عن طريق تشديد الرقابة الكترونية الذكية من قبل السلطة الدولية على عمليات الاستغلال والتنقيب للنفط والغاز .

٣: حث المنظمات الدولية والدول على تحقيق التوازن بين التطور التكنلوجي وحماية البيئة البحرية من التلوث . فضلا عن التوازن في استخدام الذكاء الاصطناعي في استغلال قاع البحار مع الخبرة البشرية اي ان تكون التقنية اداة مساعدة اساسية وليست بديلة عن الجهد البشري .

٤: توفير قاعدة بيانات ذكية لتتبع مواقع التعدين والتنقيب ونوعية الموارد البحرية والتأثيرات البيئية المحتملة .

٥: تشجيع التعاون التقني والعلمي فيما بين الدول الصناعية الكبرى والدول النامية في استخدام التكنلوجيا في استغلال قاع البحار بالتعدين والتنقيب والاستفادة من ثروات قاع البحار تحقيقا لاتفاقية ١٩٨٢ في نقل التنكلوجيا الحديثة الى الدول النامية وتقديم الدعم والخبرات والمشورة الفنية اللازمة لتحقيق المساواة والعدالة في استغلال قاع البحار بين الدول كافة .

المصادر

اولا: الكتب القانونية

١. خالد ممدوح ابراهيم, الإدارة الالكترونية, ط١, الاسكندرية, الدار الجامعية للنشر والتوزيع, مصر, ٢٠١٠.

٢. د. عادل عبد النور بن عبد النور, مدخل الى عالم الذكاء الاصطناعي, مدينة عبد الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية, السعودية, ٢٠٠٥.

٣. عبد الله بن محمد العمري, المعادن والتعدين, ط١, مكتبة الملك فهد الوطنية, الرياض, ٢٠٢٣.

٤. د. باسلة ابراهيم, د. احمد نظام الدين, تكنلوجيا النفط, ط١,منشورات جامعة دمشق, سوريا, ٢٠١٥.

٥. د.عبد السلام منصور, الشيوي, الحماية الدولية للبيئة المائية من التلوث, المجلد ١٠, العدد١, المجلة العلمية لقطاع تحليلات التجارة بجامعة الازهر, ٢٠١٣.

٦. د.عبد الله بن محمد العمري, المشاكل البيئية وحلولها١٣, ط ١,العبيكان للنشر, السعودية,٢٠٢٤.

٧. العوضي بدرية عبد الله, الاحكام العامة في القانون الدولي للبحار ,ط١ ,دار التأليف ,الكويت, ١٩٨٨.

٨. د. محمد عادل عسكر, العمليات السيبرانية في القانون الدولي, ط١, دار الفكر الجامعي, مصر ٢٠٢٤.

ثانيا: الرسائل والاطاريح

١. العشري عبد الهادي, الاختصاص في حماية البيئة البحرية من التلوث, اطروحة دكتوراه, كلية الحقوق جامعة الزقازيق, مصر, ١٩٨٩.

٢. بن وزة العالية, الحماية القانونية للبيئة في الاتفاقات الدولية, كلية الحقوق والعلوم السياسية, قسم القانون العام, رسالة ماجستير, جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم, الجزائر, ٢٠١٩.

٣. بتول جمال عبد المجيد ابو صبح, الحماية الدولية للبيئة البحرية من التلوث بالنفط, رسالة ماجستير, كلية الحقوق القسم العام, جامعة الشرق الاوسط, الاردن, ٢٠٢١.

٤. نور خليل بوخالد, أثر الذكاء الاصطناعي على التوظيف في الشركات عالية التقانة في السوق الاردني, رسالة ماجستير, كلية الاعمال, قسم ادارة اعمال جامعه الشرق الاوسط, الاردن, ٢٠٢٠.

ثالثاً: الابحاث القانونية

١. عبد المنعم سعيد, الموقف الامريكي من قانون البحار وانعكاساته على المصالح العربية, بحث منشور في مجلة السياسة الدولية, العدد٩١, في ١٩٨٨.

رابعاً: المصادر الالكترونية

([1]) Ilya Epikhin, carlostella, and others, Seabed mining: A820, tyillion opportunity (the future of resource extraction) artical, Retvived 2025-5-1 Edited. https://www.adlittle.com.

أبيرامي فينا. الذكاء الاصطناعي في صناعة التعدين من الخام الى التحسين, مقال منشور بتاريخ ٢٦/ نوفمبر/ ٢٠٢٤ على الرابط الالكتروني: https://www.ultralyt.cs.com.
تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٢/٣ .

Heidi Vella.H.(2017)the fonrth industrial vevolntion. Bringing AT to mining Technology, Retvived from. https://www.miningtechnology.com. /feature/fourthindustvial- vevolution-bringing-ai-mining. 2025-5-3 .

التعدين تحت سطح البحر- عمليات التعدين في اعماق البحار وتجريف قاع البحر, مقال منشور على الرابط الالكتروني https://www.eddypump.com
تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٢

George B.Clark,William And vew.Hustrulid John, Lawrance mevo, "mining" WWW.britannica.com , Retieved 2025-4.27 Edited .

Environmental impact of mining on oir quality –How can we measure if.articaale paplishrd on the electranik link, in January 31, 2023. https//www.kanakaiv.com. Retrioved 2025-4-3Edited.

Deep- sea bed mining- whatyon need to know" www.greenpeace.org.uk. Retieved 2025-4-28Edited.

Alokya knnungo,The Green Dilemma: can AI Fu LFil Tts potential without Harminy the Enveronment? https://earth.org. Retrived.2025-5-8 Edited.

yuanyao, can we mitigate AIs Environ mental Impacts.https//www.environment.yale edu. Retrived.2025-5-8 Edited.

J.K.Ali, N eural network: anew tool for the petroleum industry? Speuropean petvoeum computer conference, 199.www.scholorgoogle.com, Retrived 2025-5-25.Edited.

Wernel Kri tjanpoller, marcal C.M. inutolo, forecasting Volatility of oil price using anaetfianl neural network-GARCH model. https://doi.org. 10-1d6/J.cswa.2016-8-4..

F.Zarei, a Daliri, NAlizadel. The use of neuro-fu 22 proxy in well placement oplimization. SSPE intelligent Energy intarnutional, 2008. www.onepetro.org.

Liu Hefei, wang, Regression analysis of influencing foctars on the future price of crudeoil, intruation al con ference on modern Economic technology. 2.16. www.sciencedirect.com./science/Arlicle/pii/Retried. 2025-5-26.Edited .

تحليلات البيانات الجغرافية لصناعة النفط والغاز, مقال منشور على الرابط الالكتروني: https://Flypix.ai/ar/object-detection=soft were-for-oil-and-gas-operation تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٢٧ .

Artifcial in telligence paves the way for manageable. Opportunities amd Ristis for the oil and Gas industry DN.V. https://www.dnv.com.Retrived 2025-5-31 Edited.

https://ar.lpcentre.com. الابتكار في صناعة النفط والغاز, مقال منشور على الرابط الالكتروني: تاريخ الزيارة ١/٦/ ٢٠٢٥ .

صناعة النفط والغاز وتحليلات البيانات الضخمة, مقال منشور على الرابط الالكتروني https://www.analytixlabs.com.in/blog/data-analyties-in-oil-arel-gos. تاريخ الزياره ١/٦/ ٢٠٢٥ .

لماذا يعد الامن السيبراني ضرورة حيويه واستراتيجية في قطاع النفط والغاز, مقال منشور على الرابط الالكتروني: https://www.mittrarabia.com تاريخ الزيارة ١/٦/٢٠٢٥ .

ميار هاني, التهديدات السيبرانيه لقطاع الطاقة- المحفزات واليات المواجهة, مقال منشور على الرابط الالكتروني: https://oldwebsite.shafcenter.org. . تاريخ الزيارة ١/٦/٢٠٢٥

Worly, michael.Etal.R.P.X force threat intelligence Index 2023IBM.secnrityx-force Acccessed August 28, 2023, https://www.ibm.com/downloads/cas/D134G18ym.

Cybev security thyeats in Energysactor."Evarything you need to know"swiss cyber in statute, https://swisscyberinstitute,com. /blog/all-you-need/to-know-

about-cyber-securitn-threats-in-energy-sector.Retrieved. 2025-6-2. Edited.

مي مجدي, اخطر هجمات سيبرانية تستهدف شركات الطاقة (ابتزاز ارامكو اشهرها), تقرير منشور على الرابط الالكتروني:https://attaqa.het/2023/03/06.

تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٦/٢ .

Cazes,S The impoct of articial intelligence on The Labour market, whatdo weknowso far? OECD. https://www.oecd.org./pulication/ The- impact-of-artificial- intelligence-on-the-labour-market- 7c8 95724-en.htm.Retrived 2025-5-4, Edited .

Victor, D.G.How Artifical intelligeace will affect the future of Energy and clim ate.ABluepie for the future of AL.Brookings institute,10 Janaory 2019. https://www.brookings.edn/lartictes. Revived. 2025-5-4 Edied.

fontes, C, Hohma.E.corrigan, c.c. and liitge. C.(2022).AL-powered,public surveillance systems whg we (might)need them and how we want them.Technology and Society, 71 https://dor.org.llo.lolq. J.techsoc.02137. Retrived.2025-5-4 Edited.

Juressalee, what is sea bedvnining, how does it thereaten the ocean? https//www.greenpeace.org./ aoteavoa storh. Retrived 2025-5-8 Edited.

ريتا-بيل يونس, خمسة اسباب تجعل من التعدين في اعماق البحار امراً يضع كوكبنا في خطر كبير, مقال منشور على الرابط الالكترونيwww.greenpeace.org. . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٨

عمليات تصميم الخوارزميات التي تؤثر على كفاءة استخدام الموارد. البصمة الكربونية للذكاء الاصطناعي https//www.skyn ewsavabia.com.. تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٥/٨

لماذا يعد الامن السيبراني ضرورة حيويه واستراتيجية في قطاع النفط والغاز, مقال منشور على الرابط الالكتروني:https://www.mittrarabia.com . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٦/١

ميار هاني, التهديدات السيبرانيه لقطاع الطاقة- المحفزات واليات المواجهة, مقال منشور على الرابط الالكتروني:https://oldwebsite.shafcenter.org. . تاريخ الزيارة ٢٠٢٥/٦/١

Worly, michael.Etal.R.P.X force threat intelligence Index 2023-IBM.secnrityx-force Acccessed August 28, 2023, https://www.ibm.com/downloads/cas/D134G18ym.

Cybev security thyeats in Energysactor."Evarything you need to know"swiss cyber in statute, https://swisscyberinstitute,com. /blog/all-you-need/to-know-about-cyber-securitn-threats-in-energy-sector.Retrieved. 2025-6-2. Edited.

مي مجدي, اخطر هجمات سيبرانية تستهدف شركات الطاقة (ابتزاز ارامكو اشهرها), تقرير منشور على الرابط الالكتروني: https://attaqa.het/2023/03/06.

تاريخ الزيارة ٢/٦/٢٠٢٥ .

خامسا : المصادر الاجنبية

1. Zashan Hyder. Missaun.university of science and technobgy. And another, Artificial In telligonce, Mach ine leavning, and Antonomous technologies in mining Industry,
2. Journal of Database management. Volum 30. Issue 2, April-June 2019.
3. Velez, Langes, Genetic algorithmsin oil industry: An overview.Jurnal of petraleam science and Engineering, 47. 2005.
4. Kamakshi Rayavarapu, and others, the same source.
5. Kamakshi Rayavarapu, and other, Application of machine learn and artificial intelligencein oil and gas industry, volume 62 Issueu4 Center of Excellence for Geothevmal Engy, Pandit Dcenayal Petroleum University Gandh inagar, Gujarat, India,2021.
6. Caitlin Corrigun and pal oma laye, The use of AL in the Mininig Indnstry-Insights and Ethical con sideration, Technical Univirsty of Munich school of social science and Technology in Arlical intelligence, December 2022.
7. Siau.K.wang. W Bu lding trust in artificial intolligance. Machine learma. And robotics Cutter Business technolgy Jaurnal.2018.
8. Zeshan Hyder.missoun- Univirsty of Science and Technology and others,
9. Hein and Mizell, low of the sea, partxI Regime and the Internationl seabed Authority Atwenty-five yeav Journeybrill-Nighoffe. 2022.
10. (1) Amudha, etal. In Fluence of low area zon and vertical lift motion of polymetallic no dules in hudrau lic collecting. Volum 294, 2024.
11. Bilawulkhoshheli M,warg S,ZhangX, Shamsi IH, Shen C.Rashed S.Ibrahaim Z,and Baloch DM, Technology advancement and international low in marine policy. Challenges, solutions and future prospe ctive, National Kaohsiung University of science and technology, Taiwan 2023.

12. Trope, R.L, and pawer, lessan in data Covernance: Asurvery oflegal Deuelopmentin Data Management, Prvacyand security. Jurnal. Basiness Lawyer, 61,471-516, 2005.
13. LARABA Ahmad, L :Algeriret ledroit delamer, The,sede doctoratd ,Etatinstitut
14. de droitetdes seien ces a dminstvatives, University dAger, 1985.
15. James Kraska .The U.S Executive Order on Seabed Mining is Consistent with International Law.Published by the Stockton Center for International Law.VoL.106,2025.
16. Hunt, J.M.petroeum Geochemistry and Geology, first Edition, W.H ferman and Company new yourk, 199.