نحو نماذج ذكية تجمع بين بحوث العمليات والذكاء الاصطناعي لتعزيز الأمثلية الاقتصادية

–دراسة تحليلية في ظل تعقيدات البيئة الاقتصادية–

Towards Smart Models Integrating Operations Research and Artificial Intelligence to Enhance Economic Optimization: An Analytical Study in the context of Complex Economic Environments.

يسلي تنهينان[1]

YESLI Tynhinane[1]

[1] جامعة الجزائر3، الجزائر، yesli.tynhinane@univ-alger3.dz

تاريخ الاستلام: 2026-01-12 تاريخ القبول : 2026-05-02

ملخص:

تناقش هذه الدراسة التحول النوعي في نماذج بحوث العمليات بفضل دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي كركيزة لاستراتيجيات الأمثلية لاقتصادية. توصلت نتائج الدراسة إلى أن تكامل التقنيتين يعزز الكفاءة التشغيلية مع تقليل زمن المعالجة، خاصة في بيئات اتخاذ القرار المعقدة والتي تتسم بظروف عدم التأكد. وبالرغم من التوجه العالمي نحو دمج البرمجة الذكية لما لها من أثر إيجابي على نتائج النماذج الكلاسيكية، إلا أن التحديات التنظيمية ونقص الخبرات التقنية تظل عائقا جوهريا أمام التطبيق الكامل لها. شددت الدراسة على أهمية وحتمية التبني التدريجي لدمج النماذج الذكية مع التركيز على الاستثمار في رأس المال الفكري والتأهيل التقني المستمر، لضمان استدامة التنافسية وتحقيق أقصى استفادة من الحلول الذكية.

كلمات مفتاحية: الأمثلية الاقتصادية، بحوث العمليات، الذكاء الاصطناعي، اتخاذ القرار الاقتصادي.

تصنيف JEL : C61, C44, C45, D81.

Abstract:

This study examines the qualitative shift in Operation Research models resulting from the integration of Artificial Intelligence as a cornerstone of economic optimization strategies. The findings demonstrate that the convergence of these two technologies enhances operational efficiency and reduces processing time, particularly within complex decision-making environments characterized by uncertainty. Despite the global trend towards adopting intelligent programming-owing to its positive impact on classical model outcomes-organizational challenges and a shortage of technical expertise remain fundamental barriers to full-scale implementation. The study emphasizes the necessity of a progressive adoption of hybrid intelligent models, highlighting the importance of investing in intellectual capital and continuous technical professional development to ensure sustainable competitiveness and maximize the utility of intelligent solutions.

Keywords: *Economic Optimization, Operations Research, Artificial Intelligence, Economic Decision-Making.*

Jel Classification Codes *: C61, C44, C45, D81*

[1] **المؤلف المرسل:** يسلي تنهينان، **الإيميل:** yesli.tynhinane@univ-alger3.dz

مقدمة:

تعد الأمثلية جوهر التحليل الاقتصادي، إذ تسعى النماذج الاقتصادية إلى تعظيم المنافع (الأرباح) أو تدنئة التكاليف في ظل مجموعة من القيود المفروضة عليها. وقد شكلت تقنيات البحوث العمليات (OR)، منذ منتصف القرن العشرين، الإطار الرياضي المنهجي لتحقيق هذا النوع من الأهداف، من خلال اقتراح مجموعة من النماذج الدقيقة كل حسب نوعية المشكلة المدروسة، من بينها البرمجة الخطية وغير الخطية، البرمجة الثنائية، البرمجة الديناميكية، البرمجة المتعددة الأهداف، وغيرها والتي تعتمد على برمجيات الحوسبة المختلفة: Lindo, WinQSB, Matlab, Ms Progect, Phiton …ex

غير أن التحولات التكنولوجية، وتزايد تعقيد النظم الاقتصادية، وظهور البيانات الضخمة، كشفت عن محدودية النماذج الكلاسيكية، خاصة في بيئات تتسم بحالات عدم التأكد. في هذا السياق، برز الذكاء الاصطناعي (AI) كمدخل جديد للأمثلية، يتجاوز القيود الصارمة للنماذج الرياضية التقليدية. إذ يعتمد على الخوارزميات التكيفية والتعلم من البيانات والتفاعل مع البيانات المعقدة والديناميكية. كما يرتكز على منطق استكشافي تجريبي يسمح باستخلاص حلول تقريبية فعالة في ظل عدم اليقين وتعدد القيود وتشابك المتغيرات، إذ غير مفهوم الأمثلية من كونه مسألة حسابية مغلقة إلى عملية ذكية قائمة على التعلم والتحسين المستمر، بما يتلاءم مع طبيعة المشكلة الاقتصادية والبيئة المحيطة بها. وعلى ضوء ما سبق قمنا بطرح الإشكالية التالية:

هل يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تكون بديلا لتقنيات البحوث العمليات في تحقيق الأمثلية الاقتصادية، أم أنها امتداد تطوري وتكاملي لها؟

بغية الالمام بالموضوع وامكانية معالجة الإشكالية والاجابة عليها قمنا بتجزئتها إلى الأسئلة الفرعية التالية:

- ماهي الخصائص النظرية والمنهجية التي تميز كل من تقنية بحوث العمليات وتقنية الذكاء الاصطناعي في معالجة مشكلة الأمثلية الاقتصادية؟
- كيف أسهم تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي في إعادة تشكيل مفهوم الأمثلية الاقتصادية مقارنة بالمقاربات الرياضية التقليدية؟
- ما آفاق التكامل بين بحوث العمليات والذكاء الاصطناعي في تطوير نماذج أمثلية هجينة تدعم اتخاذ القرار الاقتصادي الحديث والأمثلية الاقتصادية؟
- متى تكون الأمثلية الذكية أكثر فعالية من الأمثلية الكلاسيكية في حل المشكلات الاقتصادية؟

للإجابة على الإشكالية المطروحة والأسئلة الفرعية تك صياغة الفرضيات التالية:

- تعتمد تقنيات البحوث العمليات أساسا على النمذجة الرياضية الصارمة والافتراضات المسبقة، بينما ترتكز تقنيات الذكاء الاصطناعي على التعلم من البيانات والتكيف مع البيئات الديناميكية.
- ساهمت تقنيات الذكاء الاصطناعي في الانتقال من الحلول المثلى النظرية الثابتة إلى حلول تقريبية ذكية تتميز بالمرونة والقدرة على التكيف مع عدم اليقين.
- إن التكامل بين تقنيات بحوث العمليات وتقنيات الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى تطوير نماذج أمثلية هجينة أكثر كفاءة وفاعلية، بما يعزز جودة اتخاذ القرار الاقتصادي في البيئات المعقدة.
- تعتبر الأمثلية الذكية أكثر فعالية من الأمثلية الكلاسيكية في حل المشكلات الاقتصادية، خاصة في حالات تعدد القيود، كثافة البيانات، وارتفاع مستويات عدم اليقين والديناميكية، مقارنة بالمشكلات المستقرة ذات البيئة الرياضية الواضحة.

تكمن أهداف وأهمية الدراسة فيما يلي:

- التأصيل النظري للأمثلية الاقتصادية.
- إبراز الفروق الجوهرية بين بحوث العمليات والذكاء الاصطناعي.
- تحليل اتجاهات البحث العلمي في استخدام كل منهج.
- تقديم تصور نظري تكاملي للمنهجين مدعم بالأدلة الاحصائية.

اعتمدت الدراسة على منهج تحليلي مقارن، يجمع بين مراجعة الأدبيات العلمية وتحليل البيانات الإحصائية من خلال مقارنة كفاءة نماذج بحوث العمليات ونماذج الذكاء الاصطناعي، ومدى الاعتماد عليها من طرف المؤسسات، ودراسة إمكانية تكامل التقنيتين.

1. الإطار النظري والمنهجي للأمثلية الكلاسيكية والذكية:

يتناول هذا المبحث الإطار النظري والمنهجي لمفهوم الأمثلية، مستعرضا الأسس الكلاسيكية التي تعتمد على النماذج الرياضية التقليدية، إلى جانب التطورات الحديثة في الأمثلية الذكية التي توظف الذكاء الاصطناعي والخوارزميات التكيفية لتحسين عملية اتخاذ القرار.

1.1 الأمثلية الاقتصادية من بحوث العمليات الى الذكاء الاصطناعي كمدخل حديث:

غالبا ما ركزت الأمثلية الاقتصادية على مبدأ الاختيار الرشيد وتعظم المنفعة أو تدنئة التكاليف في ظل قيود محددة، وهو ما شكل الأساس الفكري لبحوث العملات كنموذج كمي منظم ومدعم لعميلة اتخاذ القرار. لكن مع تعقد النظم الاقتصادية وتعدد المتغيرات، برزت حدود النماذج الكلاسيكية. وفي هذا السياق ظهر الذكاء الاصطناعي كمدخل حديث يعيد صياغة مفهوم الأمثلية من منطق الحل الأمثل الثابت إلى منطق التعلم والتكيف الديناميكي.

أولا: الأمثلية الاقتصادية في بحوث العمليات

يعتبر بحوث العمليات علما وفنا يهتم بالبحث عن أفضل الحلول (الحل الأمثل)، من بين مجموعة من الحلول الممكنة لحل مشكلة معينة في ظل مجموعة من القيود، باستخدام طرق رياضية لمعالجة العوامل المؤثرة عليها وتحليلها من أجل إعطاء صورة واضحة لصناع القرار، وإمكانية بناء قراراتهم المستقبلية بكل ثقة. كما ارتبط علم بحوث العمليات ارتباطا وثيقا بمفهوم اتخاذ القرارات وذلك لمدى استخدام تقنياتها في صناعة وتحليل القرارات المختلفة بالمؤسسة، حيث سمي القرار الذي يترتب على ذلك بالقرار الرشيد (القادر، 2024).

تساعد تقنيات بحوث العمليات متخذ القرار على (القادر، 2024، صفحة 703):

- تحديد مختلف البدائل الممكنة للحل.
- إمكانية تحليل تأثير المحيط الخارجي على استراتيجيات المؤسسة والممكن معالجتها.
- إمكانية صياغة الأهداف بطريقة رياضية وإمكانية تحليل نتائجها اقتصاديا.
- اعداد تحليل الحساسية لتحديد الحالات الجديدة التي يمكن ان تطرأ على المشكلة مستقبلا.
- إمكانية تحليل النموذج الرياضي من خلال معالجة العلاقة بين العوامل ومتغيرات المشكلة، بالتالي يسمح بمعرفة اتجاهات المشكلة الاقتصادية مستقبلا.

يقصد بالأمثلية في بحوث العمليات أنها تجعل عملية اتخاذ القرار أكثر عقلانية وكفاءة وذات فعالية أكثر في عملية المفاضلة بين البدائل المتاحة، وذلك في مختلف وظائف المؤسسة من إنتاج وتسويق وتمويل ...إلخ، من أجل تحقيق هدف أو عدة أهداف معينة، ومن أهم الأساليب الكمية الأكثر استخداما في بحوث العمليات:

- أسلوب البرمجة الخطية متعدد الأهداف.
- البرمجة بالأعداد الصحيحة.

- نماذج النقل.
- صفوف الانتظار.
- نظرية الألعاب.
- شجرة القرار.
- أسلوب التحليل الهرمي.
- طريقة SMART.
- سلاسل ماركوف.
- البرمجة الديناميكية.

ثانيا: الأمثلية الاقتصادية في الذكاء الاصطناعي

تمثل الأمثلية الاقتصادية في الذكاء الاصطناعي تحولا نوعيا في مجال اتخاذ القرار، حيث انتقلت من البحث عن الحل الأمثل في نماذج ساكنة لبحوث العمليات إلى بناء حلول تكيفية قادرة على التعلم والتحسين المستمر في ظروف اقتصادية متغيرة ومعقدة تتسم بعدم اليقين.

يعد الذكاء الاصطناعي أداة قوية لمدراء العمليات، إذ تستطيع الأنظمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي من تحليل كميات هائلة من البيانات، مما يتيح إمكانية اتخاذ القرارات في الوقت الفعلي وتحسين العمليات التجارية. كما يمكن للذكاء الاصطناعي تقديم توصيات عملية لمعالجة المشكلات، وتعويض نقص البيانات أو عدم اتساقها (McGrath، 2024).

وفي هذا السياق، من المزايا الرئيسية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في حل المشكلات الاقتصادية:

- تحسن توفير الوقت.
- زيادة الكفاءة.
- تحسين عملية اتخاذ القرار.
- رفع الدقة في التحلل والصياغة.
- تخصيص أفضل.
- المزيد من قابلية التوسع.

رغم الجوانب الإيجابية للذكاء الاصطناعي، لا بد من الانتباه إلى التحديات التي يمكن مواجهتها كقضايا خصوصية البيانات، والامتثال التنظيمي، والحاجة إلى كوادر مؤهلة لإدارة تقنياته. ومن جهة أخرى وبالرغم

من قدرة الذكاء الاصطناعي على التكيف وإحداث تغيرات مهمة لوحده، يبقى الحكم البشري ضروريا للتحقق من النتائج واتخاذ القرارات الاستراتيجية العليا (McGrath، 2024).

2.1 التكامل بين بحوث العمليات والذكاء الاصطناعي:

يعتبر التكامل بين التقنيتين لبحوث العمليات والذكاء الاصطناعي أحد أبرز التحولات المنهجية في مجال دعم اتخاذ القرار، حيث يجمع هذا التكامل بين كل من الصرامة الرياضية لبحوث العمليات والقدرات التكيفية للذكاء الاصطناعي والتعامل مع بيئات معقدة وغير مؤكدة.

وقد أشار كل من Russell and Norvig سنة 2021 إلى أن الذكاء الاصطناعي لا يعد بديلا للتقنيات الكلاسيكية (بحوث العمليات)، بل يعتبر بمثابة تقنية مكملة لها، وخاصة في المشكلات التي تتسم بالقرارات ذات الأبعاد الكبيرة وعدم اليقين المرتفع (Strohmeier، 2022).

فالذكاء الاصطناعي يساهم في تعزيز مراحل بحوث العمليات المختلفة، من مرحلة جمع البيانات ومعالجتها، تقدير المعالم وصياغة النموذج إلى حل المشكلة وإيجاد الحل الأمثل. إذ تسمح تقنيات الذكاء الاصطناعي وخوارزمياتها باكتشاف الأنماط الخفية من البيانات، ما يؤدي إلى تحسين نوعية المدخلات المستخدمة في نماذج بحوث العمليات.

كيفية دعم الذكاء الاصطناعي لمختلف مراحل بحوث العمليات (Deepika، 2025):

- **توليد المعلمات:** وهي مرحلة حاسمة في بحوث العمليات، حيث تتضمن تحديد وتقدير المتغيرات التي تستخدم في النماذج الرياضية. ويمكن للذكاء الاصطناعي من تبسيط العملية من خلال القيام بتحليل البيانات التاريخية واكتشاف الأنماط الغامضة للباحثين. فمثلا يمكنها التنبؤ بالاتجاهات المستقبلية بناء على السلوك السابق، مما يسمح ببناء نماذج أكثر دقة.
- **صياغة النموذج:** تتضمن تمثيل المشكلة الواقعية على شكل نموذج رياضي. وبرزت تقنيات الذكاء الاصطناعي بقدراتها في التعامل مع عدة متغيرات وقيود معقدة.
- **تحسين النموذج:** هي آخر مرحلة تتمثل في إيجاد الحل الأمثل من بين مجموعة من الحلول الممكنة. يعزز الذكاء الاصطناعي هذه المرحلة بشكل كبير حيث يقوم بالبحث عن فضاء الحلول بكفاءة أعلى وبسرعة، مما يوفر الوقت والموارد. ومؤخرا ظهرت مناهج تعزز تطوير نماذج تتكيف مع البيئات المتغيرة، ما يضمن أمثلية عملية اتخاذ القرار.

كما يظهر هذا التكامل في مجال الأمثلية الذكية، فحسب World Economic Forum Annual Meeting سنة 2023، فإن الأنظمة الذكية الداعمة للقرار تسهم في رفع الإنتاجية المؤسسية بمعدل يتراوح بين 15% و 30% (Meeting، 2023).

من جهة أخرى، تساهم بحوث العمليات في إعطاء إطار منهجي للذكاء الاصطناعي يضمن قابلية التفسير والموثوقية في النتائج، من خلال دمج النماذج الذكية مع القيود الاقتصادية والتشغيلية الواقعية.

وهذا التكامل يساعد على تطوير نماذج هجينة تجمع بين الدقة التحليلية والمرونة التكيفية، مما يزيد تعزيز فعالية نظم دعم القرار في المؤسسات.

إن مستقبل بحوث العمليات مرتبط ارتباطا وثيقا بالتقدم في مجال الذكاء الاصطناعي. حيث الإمكانات الكبيرة التي توفرها هذه التقنية في تحليل البيانات، النمذجة التنبئية، اتخاذ القرار في الوقت الفعلي، وغيرها من الامتيازات التي تقدمها. إلا أنها تطرح العديد من التحديات من بينها القضايا الأخلاقية والشفافية، وحتى احتمال إمكانية الاستغناء عن بعض الوظائف. لذلك لابد من ضرورة تحقيق التوازن بين اتخاذ القرار المستقل والإشراف البشري لضمان الاعتبارات الأخلاقية والمساءلة (decision–making، 2023).

من بين المزايا التي يمنحها تكامل التقنيتين:

- تحليل البيانات المتقدمة والنماذج التنبؤية بكفاءة أعلى.
- تحسين جودة القرارات الاقتصادية وفي الوقت الفعلي، وذلك باستبدال التحليلات الدورية بالتحليلات المرنة وسريعة الاستجابة للظروف المتغيرة. وهو ما يمثل جوهر العملية.
- تحسين إدارة الموارد من خلال رفع كفاءة تخصيصها.
- زيادة المرونة في مواجهة الصدمات الاقتصادية.
- تحليل المخاطر والحد منها، من خلال تحليل البيانات التاريخية وتحديد عوامل الخطر المحتملة، يمكن استباق القرارات لتجنب النتائج السلبية أو تقليل آثارها (decision–making، 2023).
- دعم القرارات الاستراتيجية طويلة الأجل.
- دفع الابتكار عبر تمكين المؤسسات من اكتشاف فرص جديدة للنمو، وتطوير منتجات جديدة، وتحسين استراتيجيات التسعير.

أولا: مجالات تطبيق النماذج الهجينة (تكامل) بين بحوث العمليات والذكاء الاصطناعي

أثبتت الدراسات الحديثة أن الدمج بين بحوث العمليات وتقنيات الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى تحسن ملحوظ في كفاءة القرارات الاقتصادية والتشغيلية عبر قطاعات متعددة، من أبرز تطبيقات هذا التكامل (McGrath، 2024):

- **التنبؤ بالطلب وادارة المخزون:** من خلال تحليل بيانات المبيعات التاريخية، واتجاهات السوق، والموسمية، وأنماط الطقس، وتوجهات مواقع التواصل الاجتماعي، وغيرها من العوامل يمكن للذكاء الاصطناعي توليد توقعات الطلب، ما يساعد على الحفاظ على مستويات مخزون مثالية. وقد أظهرت احدى الدراسات أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يقلل من أخطاء التنبؤ بنسبة 50%، وتخفيض المبيعات الضائعة بسبب نقص المخزون بنسبة 65%.
- **تحسين سلاسل التوريد:** يمكن الذكاء الاصطناعي الشركات من معالجة كميات كبيرة من البيانات في الوقت الفعلي، والتنبؤ باتجاهات السوق، وتحسين الخدمات اللوجستية، وتخطيط المسارات والجداول وفق الظروف المتغيرة. كما يساهم في تحسين عمليات الشراء، تقليل الاضطرابات، وتعزيز الرؤية الشاملة والشفافية. ما يساعد على تحسين اتخاذ القرا والكفاءة التشغيلية. تشير دراسة McKinsey and company سنة 2023، إلى أن المؤسسات التي قامت بدمج نماذج بحوث العمليات مع خوارزميات الذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل التوريد حققت انخفاض في تكاليف المخزون بنسبة تتراوح بين 20–30%، وتحسن في دقة التنبؤ بالطلب بنسبة 50% (company، 2023).
- **التخطيط الإنتاجي:** والذي يعتمد أساسا على نماذج بحوث العمليات مثل البرمجة الخطية والجدولة المثلى لتخصيص الموارد وتحديد كميات الإنتاج. ومع ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي، زادت هذه النماذج أكثر ديناميكية، حيث يمكنها التعلم من البيانات التشغيلية الفعلية، والتكيف مع تغير الطلب أو الأعطال، وتحسين استغلال الطاقة الإنتاجية وغيرها من التحسينات التي أضافتها للنماذج التقليدية. كما أشارت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OCDE سنة 2023 إلى أن المؤسسات الصناعية التي تعتمد التخطيط الذكي القائم على البيانات تحقق أمثلية أعلى في استخدام الطاقة والموارد مقارنة بالأساليب التقليدية (Science، 2023).
- **الصيانة التنبؤية:** يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي من التنبؤ بأعطال المعدات، كما تساعد في إنشاء نماذج تحليل أنماط الفشل وتأثيراته، ما يسمح للمؤسسة بجدولة الصيانة بشكل استباقي لتقليل فترات التوقف وتخفيض تكاليف التشغيل.

- **مراقبة الجودة:** تمكت عملية تحليل البيانات التاريخية من اكتشاف القيم الشاذة الت قد تشير إلى مشكلات في الجودة، ومعالجتها في الوقت الفعلي. كما يستطيع اكتشاف عيوب المنتجات بدقة وسرعة تفوق البشر، وأحيانا تحدد السبب في ذلك. أظهرت دراسة أحد مصنعي السيارات أن الذكاء الاصطناعي كشف العيوب بدقة 97% مقارنة ب 70% للمفتشين البشر (المحدودة، 2025).
- **خدمة العملاء:** من خلال الاعتماد على المساعدين الافتراضيين المدعومين بالذكاء الاصطناعي يمكن تقديم خدمات على مدار الساعة، وحل المشكلات الشائعة، وتحسين تجربة العملاء، مما يعزز رضا العملاء وولاءهم.
- **الأتمتة:** تستخدم روبوتات مدعومة بالذكاء الاصطناعي لأتمتة المهام الروتينية المتكررة، كإدخال البيانات، معالجة الفواتير، والردود على استفسارات العملاء. تساهم هذه الأخيرة في تحسين الكفاءة وتقليل الأخطاء مع اتاحة إمكانية أكثر للعملاء للتركيز على مهام أكثر تعقيدا واستراتيجية.
- **اتخاذ القرار:** يساعد الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات القائمة على البيانات من خلال تحليل مجموعات بيانات ضخمة واستخلاص رؤى مستقبلية ورؤى أعمق للبيانات غير المهيكلة، والتي تساهم في تحسين التخطيط الاستراتيجي، إدارة المخاطر وإمكانية التنبؤ بالمخاطر المحتملة وتخصيص الموارد.

وقد أظهرت دراسة لـ Operations Research Perspectives لسنة 2023، أن أكثر من 60% من تطبيقات بحوث العمليات الحديثة أصبحت تعتمد جزئيا على تقنيات الذكاء الاصطناعي (Fan.Z، 2024).

ثانيا: تحديات دمج الذكاء الاصطناعي في بحوث العمليات

من أبرز التحديات التي تواجه تكامل التقنيتين، الاختلاف الثقافي بين باحثين الاتجاهين، حيث يركز متخصصي بحوث العمليات على التطبيقات العملية وحل المشكلات الواقعية، بينما يركز متخصصي الذكاء الاصطناعي على تطوير الخوارزميات والنماذج. بالتالي تعد تقليص هذه الفجوة أمرا حاسما لتحقيق التعاون الناجح بينهما. بالتالي نذكر بعض التحديات الواقفة أمام هذا التكامل (Deepika، 2025):

- **تعميم النماذج:** يصعب تعميم النماذج المصاغة بالذكاء الاصطناعي حيث تعتبر نماذج مبنية على التعلم الآلي والبيانات التاريخية، وباختلاف ظروف البيئة الجديدة، قد يؤدي لتراجع كفاءتها، بالتالي لابد من تطوير هذه النماذج من خلال تقنيات التعلم بالنقل أو التعلم المستمر.

- **جودة البيانات وتوافرها:** تعتبر أهم ركيزة لأداء الذكاء الاصطناعي، فالبيانات غير مكتملة أو متحيزة أو مشكوكة قد تؤدي لقرارات غير مثلى، لذلك تظهر ضرورة الاستثمار في أطر قوية لحوكمة البيانات لتعزيز موثوقية النماذج.
- **قابلية تفسير نماذج الذكاء الاصطناعي:** وهو أهم مشكل يواجه متخذو القرار، حيث لابد من فهم مخرجات النماذج والثقة بها. فلا بد من تطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي القابلة للتفسير.
- **التكامل مع الأنظمة القائمة:** إن عملية دمج حلول الذكاء الاصطناعي مع أطر بحوث العمليات تعتبر أصعب مهمة خاصة بالنسبة للمؤسسات التي تعتمد على الأنظمة القديمة، لذلك لابد من اتباع نهج تدريجي، أو حلول وسيطة تعزز التكامل بين التقنيتين.
- **الاعتبارات الأخلاقية والتنظيمية:** يتعين على المؤسسات وضع أطر أخلاقية واضحة وإجراء مراجعات دورية، لضمان خصوصية البيانات والمسؤولية.

ورغم الفوائد الكبيرة التي يمنحها هذا التكامل، إلا أنه يواجه مجموعة من التحديات والمتعلقة بقابلية تفسير النماذج، جودة البيانات، وتكلفة التطبيق. غير أن التطورات التي يمر بها الذكاء الاصطناعي ومستوى النضج الذي يمكن أن يصله يفتح آفاقا واسعة لتعزيز فعالية هذا التكامل مستقبلا. خاصة مع بروز تقنيات الحوسبة الكمية والتعلم الآلي المتقدم. حيث:

- **الحوسبة الكمية:** تحدث ثورة في بحوث العمليات من خلال تمكين عملات حسابية أسرع وأكثر تعقيدا، ما يسمح بحل مشكلات كانت تعد غير قابلة للحل.
- **تقنيات التعلم الآلي المتقدم:** ستلعب دورا محوريا في توفير رؤى أعمق للبيانات المعقدة، ما يدعم اتخاذ القرارات بأكثر دقة.

2. إعادة تشكيل مفهوم الأمثلية الاقتصادية:

ساهمت التطورات المتسارعة في تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى إعادة تشكيل مفهوم الأمثلية الاقتصادية من خلال الانتقال من مفهوم أمثلية ساكنة إلى أمثلية ديناميكية وتكيفية، حيث لم يعد التركيز منصبا على إيجاد حل مثالي واحد، بل على تحقيق أفضل أداء ممكن في ظل معطيات متغيرة باستمرار. وقد سمحت الخوارزميات الذكية كالتعلم المعزز والتطويرية، بتحديث الحلول بصفة مستمرة اعتمادا على التغذية الرجعية من البيئة الاقتصادية، مما يقترب بشكل أكثر إلى الواقع العملي. وعليه أصبح مفهوم الأمثلية الاقتصادية في ظل الذكاء الاصطناعي يمثل انتقالا نوعيا من منطق التعظيم الرياضي الصارم إلى منطق الأداء الأمثل

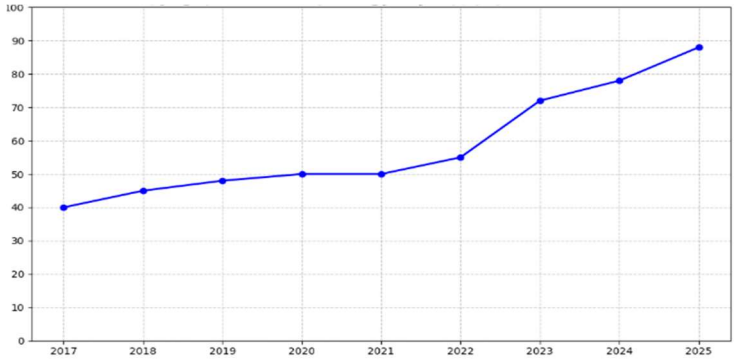
القابل للتكيف، بما ينسجم مع متطلبات الاقتصاد الرقمي الحديث، مع تعزيز كفاءة نظم دعم القرار في المؤسسات الاقتصادية.

1.2 واقع تطبيق الأمثلية الذكية على حساب الأمثلية الكلاسيكية لبحوث العمليات:

شهدت تقنيات بحوث العمليات تطورا ملحوظا مع ظهور الاستراتيجيات الذكية والأدوات التكنولوجية، حيث أصبحت قادرة على تقديم حلول أكثر ديناميكية ومرونة مقارنة بالنماذج الكلاسيكية، يعتمد الواقع الحالي على دمج الذكاء الاصطناعي وتقنيات التعلم الآلي مع أساليب الأمثلية، مما يعزز دقة القرارات وكفاءة تخصص الموارد. وبذلك تتجه المؤسسات نحو تبني الأمثلية الذكية لتحقيق نتائج أكثر فعالية واستجابة للتغيرات المعقدة في بيئات العمل.

في هذا السياق سوف نعرض مجموعة من المؤشرات الإحصائية حول مدى تبني التقنيات الذكية لتحقيق الأمثلية مع مقارنتها بالتعاملات مع التقنيات التقليدية.

منحنى رقم (01): نسبة تطور اعتماد الذكاء الاصطناعي في المؤسسات بين 2017 و 2025



المصدر: Siddhi Naik, How many companies use AI in 2025? (Data, and Growth Trends), resourcera, Publication date: 25/11/2025, Access date: 18/12/2025. Via the Website:
https://resourcera.com/data/artificial-intelligence/companies-using

تظهر النسب أعلاه زيادة مطردة في اعتماد الذكاء الاصطناعي سنويا، حيث ارتفع الاعتماد من 50% في 2021 إلى 88% في 2025. كما نلاحظ قفزة كبيرة بين 2022 و2023 يمكن تفسيرها بعدة عوامل من بينها:

- تطور التكنولوجيا وزيادة جاهزية الحلول.
- انتشار الحوسبة السحابية والخدمات المدمجة.
- تزايد الحاجة لتحليل البيانات الكبيرة.
- تحفيز الابتكار والمنافسة.

- تحسن السياسات التنظيمية ودعم الحكومات.

وعليه يمكن القول أن هذه القفزة كانت نتيجة تركيبة من التطور التقني، الحاجة السوقية، التحفيز التنظيمي، والوعي المتزايد بأهمية تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء المؤسسي وصنع القرار الفعال.

الجدول رقم (01): اعتماد الذكاء الاصطناعي في الأعمال والمؤسسات عالميا سنة 2025

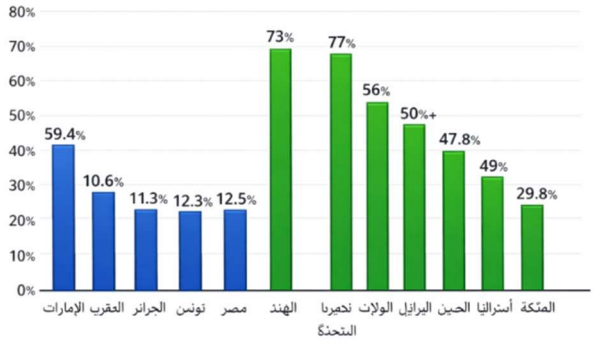
الجهة المعتمدة	نسبة الاعتماد	عدد المؤسسات	مجالات الاعتماد
الشركات العالمية التي تستخدم	%78	أكثر من 280 مليون شركة	وظائف تجارية متنوعة
استخدام الذكاء الاصطناعي في وظيفتين أو أكثر	%63	ارتفاع بنسبة 31 عن 2024	اعتماد متعدد الأقسام
استخدام الذكاء الاصطناعي في ثلاث وظائف أو أكثر	%45	زيادة كبيرة	نشر شامل على مستوى المؤسسة
مؤسسات الرعاية الصحية	%43	–	مراقبة المرضى والتشخيص
المدراء التنفيذيون في قطاع التجزئة (التخطيط بـ AI)	%80	–	التشغيل الآلي بحلول 2025
الشركات التي تختبر الذكاء الاصطناعي	%68	–	مرحلة اثبات المفهوم

المصدر: The Global Statistics, Artificial Intelligence (AI) Usage Statistics 2025 Global AI Users, Publication date: 2025, Access date: 18/12/2025. Via the Website: https://www.theglobalstatistics.com/artificial-intelligence-ai-usage-statistics

وصل اعتماد الذكاء الاصطناعي في الأعمال والمؤسسات سنة 2025 إلى مستويات غير مسبوقة، حيث تستخدم 78% من الشركات عالميا الذكاء الاصطناعي في وظيفة واحدة على الأقل، ويترجم ذلك بحولي 280 مليون شركة حول العالم تطبق حلولا ذكية مما يمثل تحولا جوهريا في طريقة عمل الشركات، مما يدل على اعتماد الذكاء الاصطناعي لم يعد تجربة اختبارية بل أصبح ضرورة استراتيجية على أعلى مستويات القيادة المؤسسية.

فيما يلي نسب اعتماد الذكاء الاصطناعي لعينة من الدول العربية والعالمية لسنة 2025 مبينة في المنحنى التالي، حيث تم تفرقة بين الدول العربية باللون الأزرق والدول الأجنبية باللون الأخضر كما يلي:

الجدول رقم (02): نسب الاعتماد على الذكاء الاصطناعي حسب الدول



المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على معطيات الموقع:

The Global Statistics, Artificial Intelligence (AI) Usage Statistics 2025 Global : AI Users, opcit.

وعلى معطيات: زنات أسماء، واقع جاهزية الدول العربية في استخدام الذكاء الاصطناعي، مجلة الاستراتيجية والتنمية، المجلد 15، العدد 02، جويلية 2025.

من خلال المنحنى أعلاه نلاحظ وجود تجاوب قوي في تبني الذكاء الاصطناعي مع تباين واضح بين الدول العربية التي تعتبر مساهمة محتشمة بالمقارنة بالدول الأجنبية ذات النسب المرتفعة، حيث تتصدر الولايات المتحدة والهند والبرازيل القائمة بنسب عالية تفوق 50%، بينما تظل معظم الدول العربية وشمال إفريقيا أقل من 13%. هذا يعكس تفاوتا في البنية التحتية الرقمية والاستثمار في التكنولوجيا والمهارات المتخصصة. بالتالي، تحتاج الدول ذات الاعتماد المنخفض إلى سياسات داعمة وتعزيز القدرات الرقمية لتسريع تبني الذكاء الاصطناعي وتحسين الإنتاجية.

من جهة أخرى تعتمد الشركات على نماذج بحوث العمليات من أجل تحسين كفاءتها وتعزيز جودة قراراتها الاستراتيجية، ومع ذلك يختلف مستوى الاعتماد على هذه التقنيات حسب حجم المؤسسة ومواردها التحليلية، حيث تعتمد المؤسسات الصغيرة غالبا على الخبرة والحدس، بينما المؤسسات المتوسطة والكبيرة تتجه نحو استخدام النماذج الكمية بشكل أكبر.

في هذا السياق تظهر دراسة استطلاعية لعينة تتكون من 100 مدير لكل فئة من المؤسسات (ميكرو–صغيرة–متوسطة) حول استخدام نماذج بحوث العمليات، طرقها، والاستفادة المحققة من تطبيقها. نتائج الدراسة مبينة في الجدول الموالي:

جدول رقم (02): ملخص دراسة لاستخدام بحوث العمليات من طرف المؤسسات

حجم المؤسسة	نسبة الاعتماد على OR	الطرق والأساليب الأكثر استخداما	الاستفادة المحققة
ميكرو (1-9) موظفين	%10	- تحليل القرار - نماذج المخزون - التنبؤ	- تحسين المخزون - تقليل التكاليف - تحسين التخطيط
صغيرة (10-49 موظفا)	%22	- تحليل نقطة التعادل - البرمجة الخطية - إدارة المشاريع - توزيع الموارد - نماذج المخزون	- زيادة الإنتاجية - تحسين الجودة - خفض التكاليف - تخطيط أفضل - رضا العملاء
متوسطة (50-249 موظفا)	%45	كل التقنيات المذكورة سابقا مع التركيز على تحليل القرار، التنبؤ، البرمجة الخطية.	- تحسين تخصيص الموارد - زيادة الإيرادات - تحسين اتخاذ القرار - زيادة رضا العملاء - تحسين الإنتاجية والجودة

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على نتائج دراسة:

Violeta Cvetkoska, A survey of the use of operational research in decisions made by micro, small and medium-sized enterprises in Macedonia, Croatian Operational Research Review, 394-365, Publication date: 2016, Access date: 21/12/2025. Via the Website: https://www.researchgate.net/publication/313403108_A_survey_of_the_use_of_operational_research_in_decisions_made_by_micro_small_and_medium-sized_enterprises_in_Macedonia.

من خلال النتائج الواردة في الجدول نلاحظ أنه كلما زاد حجم المؤسسة، زاد اعتمادها على تقنيات بحوث العمليات لتقليل المخاطر وتحقيق الأمثلية، بينما المؤسسات الصغيرة جدا غالبا ما تعتمد على الحدس مع

الاستعانة بتقنيات بحوث العمليات بشكل محدود، كما نلاحظ أن الاستفادة العملية مرتبطة مباشرة بمدى استخدام بحوث العمليات.

فيما يلي تم تجميع إحصائيات لتطور نسبة اعتماد كلتا التقنيتين لبحوث العمليات والذكاء الاصطناعي في حل المشكلات الاقتصادية ودعم عملية اتخاذ القرار من طرف المؤسسات من أجل تحقيق الأمثلية الاقتصادية، ومؤشرات الاعتماد مبينة في الجدول التالي:

جدول رقم (03): تطور نسبة اعتماد التقنيتين، بحوث عمليات، الذكاء الاصطناعي خلال الفترة 2017-2025

السنة	نسبة اعتماد AI عالميا	نسبة اعتماد OR عالميا
2017	%20	%18
2018	%25	%22
2019	%30	%27
2020	%35	%30
2021	%45	%34
2022	%55	%38
2023	%60	%43
2024	%72	%48
2025	%78	%52

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على معطيات الموقع:

Midhat Tilawat, The 2026 Global AI Adoption Report: Is Your Country Leading The Revolution?, All About AI, Publication date: 10/11/2025, Access date: 21/12/2025. Via the Website: https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/global-ai-adoption.

نلاحظ من خلال النسب الواردة أعلاه انتشار تطبيق تقنيات بحوث العمليات تدريجيا، مع بداية اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل واضح بداية 2019 مع استخدام أوسع في 2023 إلى غاية 2025، كما نلاحظ تطور الاعتماد لكلا التقنيتين عبر السنوات ما يؤكد إمكانية التكامل بين التقنيتين، وأهمية كلاهما من دون الاستغناء عن الطرق الكلاسيكية التي تعد قاعدة أساس للتقنيات الحدثة الذكية.

2.2 فعالية الأمثلية الذكية مقارنة بالكلاسيكية:

يهدف هذا الجزء إلى تحليل مدى فعالية تقنيات الأمثلية الذكية مقارنة بالأساليب الكلاسيكية في معالجة مشكلات بحوث العمليات، من حيث الكفاءة الحسابية ومختلف معايير الفعالية. وفي هذا السياق، قمنا بتلخيصها في جدول مقارن تحليلي الموالي:

جدول رقم (04): ملخص مقارن بين التقنيات الكلاسيكية والذكية من حيث معايير الفعالية

معيار الفعالية	الأمثلية الكلاسيكية	الأمثلية الذكية
الأسس المنهجية	نماذج رياضية دقيقة: برمجة خطية، غير خطية، ديناميكية	خوارزميات ذكية: خوارزميات الجينية، التلدين المحاكى، السرب، التعلم المعزز
طبيعة المشكلات المعالجة	مشكلات محددة، ذات افتراضات صارمة وبنية واضحة	مشكلات معقدة، غير خطية، متعددة الابعاد
التعامل مع حالات عدم التأكد	محدودة، تعتمد على افتراضات ثابتة	عالية، قادرة على التكيف مع التغيرات
زمن المستغرق للحل	مرتفع نسبيا في المشكلات الكبيرة	أقل، خاصة في المسائل واسعة النطاق
جودة الحل	حل أمثل نظريا عند تحقق الشروط	حلول شبه مثلى بجودة عالية
المرونة والتكيف	ضعيفة في البيئات الديناميكية	مرتفعة وقابلة للتعلم المستمر
الصياغة الرياضية الصارمة	ضروري	غير ضروري دائما
قابلية التطبيق العملي	محدودة في ظروف المعقدة	عالية في التطبيقات الواقعية
مجالات الاستخدام	مشكلات تقليدية ومستقرة	سلاسل التوريد، النقل، الإنتاج، الأنظمة الذكية
دعم القرار في الزمن الفعلي	محدود	قوي وفعال

المصدر: من إعداد الباحثة انطلاق من المعلومات الواردة سابقا

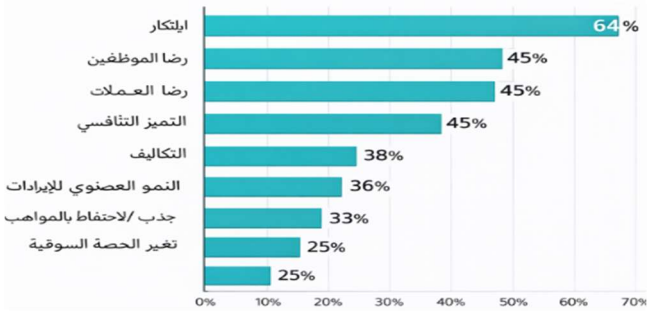
يظهر الجدول المقارن بين التقنيتين أن الأمثلية الذكية تتفوق على الأساليب الكلاسيكية (بحوث العمليات) في البيئات المعقدة والديناميكية بفضل مرونتها وقدرتها على التعلم والتكيف مع التغيرات المستمرة في المعطيات. في حين تضمن الأمثلية الكلاسيكية حلولا مثلى نظريا ضمن افتراضات صارمة، فإن فعاليتها تتراجع مع ازدياد حجم تعقيد المشكلات. كما تمكن الخوارزميات الذكية من الوصول الى

الحلول المثلى وذات جودة عالية في أقل وقت بالمقارنة بالتقنيات الكلاسيكية، وهو ما يجعلها أكثر ملاءمة لدعم القرار في الزمن الفعلي. ومع ذلك، تبقى محدودية التفسير وضمان الأمثلية من أبرز تحدياتها.

وعليه يمكن القول ان الأمثلية الذكية لا تهدف إلى إلغاء الأمثلية الكلاسيكية، بل إلى تجاوز حدودها في البيانات المعقدة والديناميكية، مما يجعل الدمج بين التقنيتين خيارا منهجيا أكثر كفاءة في بحوث العمليات الحديثة.

حسب دراسة استطلاعية عالمية حديثة، تشير أنه بشكل رئيسي الشركات التي تعتمد الذكاء الاصطناعي ساعدها في مجالات الابتكار والحفاظ على الريادة التنافسية (Naik، 2025). ونتائج هذه الدراسة مبين في المنحنى التالي:

منحنى رقم (03): نسبة الاستفادة من استخدام التقنيات الذكية (الذكاء الاصطناع) من قبل المؤسسات



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على معطيات الموقع:

https://resourcera.com/data/artificial-intelligence/companies-using-ai

من خلال الأرقام الواردة في المنحنى يتبين لنا أن 64% من المؤسسات التي تبنت الذكاء الاصطناعي ساعدهم على تبني الابتكار أكثر بالمقابل بالفترات السابقة. إلى جانب ذلك 38% من الشركات التي حققت توفيرا في التكاليف، و36% لها تأثيرا مباشرا على الأرباح.

الخاتمة:

سعت هذه الدراسة الى تحليل الانتقال الذي شهدته الأمثلية الاقتصادية من نماذج كلاسيكية القائمة على تقنيات بحوث العمليات إلى الأمثلية الذكية المعتمدة على تقنيات الذكاء الاصطناعي، من خلال مقاربة تحليلية التي تبين من خلالها أن تقنيات بحوث العمليات تمثل أحد الأعمدة الأساسية لدعم عملية اتخاذ القرار وتحقيق الأمثلية داخل المؤسسات، لما توفره من أدوات كمية ونماذج تحليلية قادرة على تحسين

تخصيص الموارد، وخفض التكاليف، ورفع الكفاءة التشغيلية. ورغم أنه تشهد تقنيات الذكاء الاصطناعي توسعا أسرع وأوسع نطاقا مدعوما باستثمارات مكثفة، إلا أنه لا يمكن اعتبارها بديلا كاملا لبحوث العمليات، بل تمثل مرحلة متقدمة في تطور أدوات الأمثلية الاقتصادية، تهدف إلى توسيع قدراتها وتحسين فعاليتها بدل إلغائها.

وعليه فان بحوث العمليات ماتزال تشكل الأساس العلمي الصلب للأمثلية الكلاسيكية، من خلال نماذجها الرياضية الدقيقة ومنهجيات تحليلية راسخة، في حين يدعمها الذكاء الاصطناعي من خلال البعد الديناميكي القائم على التعلم، والقدرة على التعامل مع التعقيد وعدم اليقين، فهو يعزز من كفاءتها بدل حلول محلها. لذلك تبين أهمية التكامل بين التقنيتين من أجل تحسين عملية النمذجة وتكييف نتائجها بكل ديناميكية مع الأوضاع المتسارعة والمتغيرة. وعليه تم تلخيص نتائج الدراسة في النقاط التالية:

- أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق جوهرية بين التقنيتين، حيث بينت أن بحوث العمليات تعتمد على الصياغة الرياضية الدقيقة وافتراضات احتمالية محدودة، ما يجعلها قابلة للتفسير وأكثر دقة في البيانات المستقرة، بينما تعتمد تقنيات الذكاء الاصطناعي على التعلم من البيانات والخوارزميات التكيفية، ما يجعلها قادرة على التعامل مع أكبر عدد من المشاكل خاصة التي تتسم بالتعقيد وتعدد المتغيرات، لكن في بعض الحالات يكون ذلك على حساب قابلية التفسير.
- التطورات المتسارعة في تقنيات الذكاء الاصطناعي ساهمت فعليا في إعادة النظر في مفهوم الأمثلية الاقتصادية، حيث أنه لم يعد الهدف مقتصر على إيجاد الحل الأمثل، بل أصبح الاهتمام على طبيعة الحلول من حيث مرونتها وقابليتها للتكييف مع تغيرات البيئة المحيطة وظروف عدم التأكد. كما أظهرت الدراسة أن النماذج المعتمدة على الذكاء الاصطناعي حققت مستويات أعلى من الاستقرار والكفاءة في البيئات المتغيرة مقارنة بالنماذج الكلاسيكية.
- أكدت الدراسة على إمكانية تكامل بين التقنيتين من أجل تحسين كفاءة نماذج الأمثلية ودعم اتخاذ القرار الاقتصادي، حيث أن بناء نماذج هجينة بساهم في تقليل زمن الحل، وتحسين جودة الحلول، وزيادة القدرة على التوسع ومعالجة المشكلات كبيرة الحجم.
- تبين أن الأمثلية الذكية تكون أكثر فعالية من الأمثلية الكلاسيكية في سياقات اقتصادية معينة، فمثلا في حالة تعدد القيود، حالات عدم التأكد، وكثافة البيانات كمشكلات: سلاسل الامداد، التنبؤ بالطلب، والتخطيط اللوجيستي. في المقابل ظلت الأمثلية الكلاسيكية أكثر كفاءة في المشكلات الصغيرة أو المستقرة ذات البيئة الرياضية الواضحة.

- أظهرت الدراسة الاعتماد العالمي على الذكاء الاصطناعي حيث وصلت نسبة الشركات العالمية التي تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي نسبة 78% سنة 2024 في إحدى وظائفها التشغيلية على الأقل. ويتزايد الاتجاه نحو التوسع في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في وظائف متعددة، وهو ما يعكس ثقة المؤسسات في دوره في تحسين الأداء الاستراتيجي والعملي.

خلصت الدراسة إلى أن مستقبل الأمثلية الاقتصادية يتجه نحو نموذج هجين يجمع بين الصرامة الرياضية لبحوث العمليات والمرونة الحسابية والتنبئية لتقنيات الذكاء الاصطناعي، بما يتيح تحسين جودة القرارات الاقتصادية وتعزيز الكفاءة المؤسسية. إلا أن تطبيق النماذج الهجينة قد يواجه مجموعة من التحديات والقيود من بينها:

- نقص الكفاءات البشرية المتخصصة والقادرة على بناء وتطبيق نماذج الذكاء الاصطناعي في بحوث العمليات، اذ يحتاج الامر مهارات في التحليل الاحصائي، البرمجة وفهم النماذج الاقتصادية. غالبا ما يبطئ تنفيذ المشاريع أو تقليل من فعاليتها.
- ارتفاع تكاليف التنفيذ، حيث يتطلب تطبيق نماذج هجينة لبحوث العمليات وتقنيات الذكاء الاصطناعي استثمارات كبيرة في البنية التحتية التقنية الواجب توفرها، وكذا تكلفة تطوير الخوارزميات، اختبار النماذج، وصيانة الأنظمة.
- من بين العوائق التي تواجهها المؤسسة هي مقاومة التغيير التنظيمي من طرف الموظفين او الإدارات، خاصة في حالات استبدال أو تعديل طرق اتخاذ القرار التقليدية، وتعود لأسباب تخوفهم لفقدان الوظيفة، عدم الثقة في النماذج الذكية، أو حتى عدم المعرفة فيها وإمكانية التحكم فيها وفي التحليل الرقمي.
- ضرورة التخطيط الدقيق من خلال وضع خطة متكاملة تشمل تحديد الأهداف وتصميم النماذج، اختبارها في بيئة محاكاة، ثم تطبيقها تدريجيا من أجل ضمان النجاح، لان التخطيط يقلل من المخاطر، يحسن الدقة وإتاحة نتائج قابلة للقياس على أرض الواقع.

التوصيات:

- حتمية الاستثمار في تدرب الكوادر، واللجوء الى الخبرات والهيئات المتخصصة في المجال مثل برامج الشهادات المتخصصة في بحوث العمليات والذكاء الاصطناعي، والعمل على التعاون مع الجامعات والمعاهد البحثية.

- اعتماد تدريجي للتطبيق في مثل هذا النوع من النماذج، من أجل تقييم الفوائد قبل التفكير في عملية توسيع الاستثمار. فمثلا يمكن التركيز على المجالات التي تحقق أكبر فائدة اقتصادية كإدارة المخزون، الجدولة، والتنبؤ بالطلب، قبل تعميمها على جميع العمليات.
- تصميم برامج توعية وورشات تدريبية لاكتساب ثقة العملاء مع توضيح الفوائد المكتسبة والقيمة المضافة مستقبليا من تطبيق هذا النوع من التقنيات. حيث يمكن استخدام التدريب العملي على أدوات برمجية حديثة مثلا Matlab, R, Python.
- عند البدء في عملية التطبيق العمل على قياس مؤشرات الأداء بانتظام، واعتماد أدوات مراقبة ومراجعة مستمرة لضمان السير الحسن وتجنب المخاطر التشغيلية.

المراجع:

- بومعزة عبد القادر، دور بحوث العمليات في اتخاذ القرار بالمؤسسة، مجلة المنهل الاقتصادي، المجلد 07، العدد 01، 2024، ص702-702.
- زنات أسماء، واقع جاهزية الدول العربية في استخدام الذكاء الاصطناعي، مجلة الاستراتيجية والتنمية، المجلد 15، العدد 02، جويلية 2025.
- شركة نيو تك لتكنولوجيا السيارات (شنغاي) المحدودة، هل يمكن للذكاء الاصطناعي تشخيص مشاكل السيارات؟، نشر في 2024/12/18، تاريخ الاطلاع: 2025/12/15. عبر الموقع: https://www.elscopevision.com/ar/news/can-ai-diagnose-car-problems/
- Amanda McGrath, 10 Ways Artificial Intelligence Is Transforming Operations Management, staff Writer IBM Think, Publication date: 11/07/2024, Access date: 27/11/2025. Via the Website: https://www.ibm.com/think/topics/ai-in-operations-management/
- Stefan Strohmeier, Artificial Intelligence: A Modern Approach Pearson, Publication date: 15/03/2022, Access date: 30/11/2025. Via the Website: https://scholar.google.com/scholar?q=Russell,+S.,+%26+Norvig,+P.+(2021).+Artificial+Intelligence:+A+Modern+Approach.+Pearson&hl=fr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart.
- Deepika, Artificial Intelligence for Operational Research: Transforming Decision-Making in Business, Future web AI, Publication date: 27/11/2025, Access date: 8/12/2025. Via the Website: https://futurewebai.com/blogs/artificial-intelligence-for-operational-research/

- World Economic Forum Annual Meeting, Publication date: 16-20/01/2023, Access date: 10/12/2025. Via the Website: https://www.weforum.org/meetings/world-economic-forum-annual-meeting-2023 /
- ChatGPT, The transformative role of AI in operational research: shaping the future of decision-making, The Operational Research Society, Publication date: 09/2023, Access date: 13/12/2025. Via the Website: https://www.theorsociety.com/ORS/ORS/Publications/Magazines/IOR/September-2023/The-transformative-role-of-AI-in-operational-research--shaping-the-future-of-decision-making.aspx
- McKinsey and Company, the state of AI in 2023: Generative AI's breakout year, QuantumBlack, P9, Publication date: 2023, Access date: 13/12/2025. Via the Website: https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/quantumblack/our%20insights/the%20state%20of%20ai%20in%202023%20generative%20ais%20breakout%20year/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year_vf.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- OECD Science, Technology and Innovation Outlook, Enabling Transitions in Times of Disruption, p38-55, Publication date: 2023, Access date: 15/12/2025. Via the Website: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/03/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2023_fb6e6c20/0b55736e-en.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- Fan.Z, Ghaddar.B, Wang.X, Xing.L, Zhang.Y, Zhou.Z, Artificial Intelligence for Operations Research: Revolutionizing the Operation Research Process, Publication date: 06/01/2024, Access date: 16/12/2025. Via the Website: https://arxiv.org/html/2401.03244v1?utm_
- Siddhi Naik, How many companies use AI in 2025? (Data, and Growth Trends), resourcera, Publication date: 25/11/2025, Access date: 18/12/2025. Via the Website: https://resourcera.com/data/artificial-intelligence/companies-using.
- The Global Statistics, Artificial Intelligence (AI) Usage Statistics 2025 Global AI Users, Publication date: 2025, Access date: 18/12/2025. Via the Website: https://www.theglobalstatistics.com/artificial-intelligence-ai-usage-statistics.
- Midhat Tilawat, The 2026 Global AI Adoption Report: Is Your Country Leading The Revolution?, All About AI, Publication date: 10/11/2025, Access

date: 21/12/2025. Via the Website: https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/global-ai-adoption

- Violeta Cvetkoska, A survey of the use of operational research in decisions made by micro, small and medium-sized enterprises in Macedonia, Croatian Operational Research Review, 394-365, Publication date: 2016, Access date: 21/12/2025. Via the Website:

  https://www.researchgate.net/publication/313403108_A_survey_of_the_use_of_operational_research_in_decisions_made_by_micro_small_and_medium-sized_enterprises_in_Macedonia