Sharwes Scientific Journal (SSJ)
Volume 7, Issue 1, 2026, pp 040-056, ISSN: 3079-6040

Mathematical Modeling as a Strategic Tool for Enhancing Operational Efficiency

Naeimah Amhimmid Omar
College of Science and Technology Al-Rayyanah, Al-Rayyanah, Libya.
* Corresponding Author: Suad Masoud | naemahage39@gmail.com
Received: 20-05-2025 | Accepted: 30-06-2025 | Available online: 14-04-6025 | DOI:10.5281/zenodo.19567827

ABSTRACT

This study aims to highlight the pivotal role of mathematical modeling in enhancing the efficiency of administrative operations within business management institutions. Mathematical modeling serves as an advanced scientific tool for analyzing complex problems and providing quantitative solutions based on accurate data and well-founded assumptions. The research focuses on developing quantitative models capable of simulating administrative and economic realities, enabling decision-makers to reduce operational costs, optimize resource utilization, increase productivity, and improve organizational performance at various levels.The study emphasizes the application of various mathematical and analytical methods, including linear programming, forecasting models, queuing theory, and simulation models, to provide a precise and objective methodology for evaluating alternatives and formulating plans, moving away from ad hoc or intuition-based decisions. It also explores how these models can be integrated to develop effective strategies across areas such as production planning, supply chain management, resource allocation, and time management, thereby enhancing organizational flexibility and achieving a balance between operational efficiency and long-term sustainability.The study concludes that mathematical modeling is not merely a technical tool but a strategic approach that supports rational administrative decision-making, ensures optimal use of resources, and strengthens the competitive advantage of organizations.

Keywords: Mathematical modeling, administrative efficiency, decision-making, productivity, organizational performance.

النمذجة الرياضية كأداة استراتيجية لتحسين كفاءة العمليات

نعيمة امحمد عمر

كلية العلوم والتقنية الريانة، الريانة، ليبيا.

*المؤلف المراسل: نعيمة امحمد عمر | naemahage39@gmail.com

استقبلت: 20-05-2025م | قبلت: 30-06-2025م | متوفرة على الانترنت | 14-04-2026م | DOI:10.5281/zenodo.19567827

ملخـــــص البحـــــث

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على الدور الحيوي الذي تؤديه النمذجة الرياضية في تعزيز كفاءة العمليات الإدارية داخل مؤسسات إدارة الأعمال، حيث تُعد هذه الأداة من أنجع الوسائل لتحليل المشكلات الإدارية المعقدة واقتراح حلول كمية مبنية على بيانات دقيقة وفرضيات علمية مدروسة. تستند الدراسة إلى تطوير نماذج كمية قادرة على محاكاة الواقع الإداري والاقتصادي، مما يمكّن متخذي القرار من تقليل التكاليف التشغيلية، وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد، بالإضافة إلى زيادة الإنتاجية وتحسين الأداء التنظيمي على كافة المستويات. يركّز البحث على توظيف عدد من الأساليب الرياضية والتحليلية، كالبرمجة الخطية، نماذج التنبؤ، نظرية الطوابير، ونماذج المحاكاة، في خدمة عمليات اتخاذ القرار داخل المؤسسات. وتتيح هذه النماذج اعتماد منهجية دقيقة وموضوعية في تحليل البدائل وصياغة الخطط، بعيدًا عن القرارات الارتجالية أو المعتمدة على الحدس. كما يستعرض البحث سبل دمج هذه النماذج في تطوير استراتيجيات فعالة في

"Articles published in *Sharwes Sci J* are licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International License."

مجالات متعددة مثل: التخطيط الإنتاجي، إدارة سلسلة التوريد، تخصيص الموارد، وإدارة الوقت. وتكمن أهمية النمذجة الرياضية في قدرتها على تقديم إطار علمي لفهم العلاقات التفاعلية بين العوامل المؤثرة في الكفاءة الإدارية، مما يسهم في دعم قرارات رشيدة قائمة على مقارنة دقيقة للبدائل. كما تُسهم في الكشف عن أوجه القصور والاختناقات التشغيلية، وتوفير توصيات عملية للتحسين المستمر. ويتناول البحث مجموعة من التطبيقات الواقعية لنماذج رياضية طُبقت في مؤسسات أعمال حقيقية، مما يبرز فاعليتها في مواجهة التحديات الميدانية وتحقيق الأهداف الاستراتيجية بكفاءة. وتُظهر نتائج الدراسة أن اعتماد النمذجة الرياضية في الإدارة لم يعد ترفًا أكاديميًا أو خيارًا إضافيًا، بل يمثل ضرورة استراتيجية في بيئة عمل تتسم بالتعقيد وتسارع وتيرة التغيير. وبناءً على ما تقدم، يوصي البحث بضرورة دمج هذه النماذج في منظومات العمل الإداري لضمان تحقيق أقصى درجات الكفاءة التشغيلية والتميز المؤسسي.

الكلمات المفتاحية: النمذجة الرياضية، كفاءة العمليات الإدارية، اتخاذ القرار، الإنتاجية، الأداء التنظيمي.

1. المقدمة

تواجه مؤسسات إدارة الأعمال في العصر الراهن جملة من التحديات المعقدة في ظل بيئة ديناميكية تتسم بعدم الاستقرار والتغير السريع. فقد أصبحت الابتكارات التكنولوجية المتسارعة، إلى جانب الضغوط الاقتصادية المتزايدة والتنافسية العالمية المتصاعدة، من أبرز العوامل التي تؤثر بشكل مباشر على كفاءة المؤسسات واستدامة أدائها. وفي ظل هذا الواقع، بات من الضروري أن تتبنى المنظمات أساليب علمية متقدمة تُمكّنها من مواجهة هذه التحديات بفعالية. وتأتي النمذجة الرياضية في هذا السياق كأحد الحلول الجوهرية التي تُسهم في دعم عملية اتخاذ القرار، من خلال تعزيز جودة الأداء الإداري، وتحقيق الاستغلال الأمثل للموارد، وخفض التكاليف التشغيلية، وزيادة معدلات الإنتاجية، وذلك ضمن أطر تنظيمية تتسم بالتعقيد والتغير المستمر [1].

تواجه مؤسسات إدارة الأعمال في العصر الحديث تحديات متزايدة في ظل بيئة ديناميكية تتسم بالتقلب السريع والتعقيد المستمر، نتيجة للتغيرات التكنولوجية المتلاحقة، والضغوط الاقتصادية العالمية، واشتداد حدة المنافسة. في هذا السياق، أصبح من الضروري تبني أدوات تحليلية متقدمة تُمكّن صانعي القرار من تحسين الكفاءة التشغيلية وتحقيق الاستدامة. وتُعد النمذجة الرياضية من أبرز هذه الأدوات، إذ تتيح بناء نماذج كمية قادرة على محاكاة الواقع الإداري والاقتصادي، وتحليل المعطيات، وتقديم حلول تستند إلى البيانات لا إلى التقدير الشخصي [2].

تُعد النمذجة الرياضية وسيلة علمية تعتمد على بناء نماذج رياضية تمثل العلاقات بين المتغيرات الأساسية التي تؤثر في الظواهر الإدارية، حيث يتم من خلالها استخدام أدوات رياضية وإحصائية لمحاكاة الواقع الإداري، وتحليل المعطيات، والتنبؤ بالنتائج المستقبلية. فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام البرمجة

الخطية في تحديد الكمية المثلى من الموارد التي يجب تخصيصها لكل نشاط إداري بما يضمن تعظيم العائد وتقليل الفاقد. كما يمكن استخدام نماذج الطوابير في تحليل أنظمة الخدمة وتقليل وقت الانتظار، مما ينعكس إيجابًا على رضا العملاء وكفاءة العمل [3].

لقد بات واضحًا أن المؤسسات التي تعتمد على النماذج الرياضية في دعم عملياتها الإدارية قادرة على تحقيق مزايا تنافسية ملموسة، إذ تساعد هذه النماذج في تبسيط المشكلات المعقدة، وتحويلها إلى صيغ رياضية يمكن تحليلها واختبارها بدقة. ومن خلال هذا التحليل، يمكن للمؤسسة توقع السيناريوهات المستقبلية، واتخاذ إجراءات وقائية أو تصحيحية قبل حدوث المشكلات، وهو ما يعزز مفهوم الإدارة الاستباقية ويقلل من المخاطر [4].

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف كيفية تطبيق النمذجة الرياضية في إدارة الأعمال، مع التركيز على دورها في تحسين كفاءة العمليات الإدارية من خلال تقليل التكاليف، وزيادة الإنتاجية، وتحسين الأداء التنظيمي. وسيتم تحليل الأدوات الرياضية المستخدمة في هذا المجال، مثل نماذج التخصيص، والنقل، والمخزون، والموازنات الخطية، بالإضافة إلى تحليل الاتجاهات المستقبلية باستخدام النماذج التنبؤية. كما سيتم تقديم نماذج تطبيقية توضح كيفية استخدام هذه الأدوات في مؤسسات حقيقية، مع تقييم فعالية كل نموذج ومدى قدرته على تحقيق النتائج المرجوة [5].

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من خلال تسليط الضوء على فجوة قائمة في تطبيق النمذجة الرياضية في البيئات الإدارية، لا سيما في المؤسسات التي لم تدمج بعد الأدوات الكمية في عمليات اتخاذ القرار. إذ أن الاعتماد على النماذج التقليدية والإجراءات الروتينية دون تحليل علمي دقيق، قد يؤدي إلى قرارات غير فعالة، وهدر في الموارد، وضعف في الأداء العام. لذا، فإن تقديم إطار علمي واضح لاستخدام النمذجة الرياضية يسهم في دعم الجهود الرامية إلى تحديث وتطوير النظم الإدارية في المؤسسات المختلفة، ورفع كفاءتها ومرونتها في مواجهة التحديات المستقبلية [6].

علاوة على ذلك، تهدف هذه الدراسة إلى توضيح العلاقة الجوهرية بين جودة القرارات الإدارية وتوظيف النماذج الرياضية، إذ تُظهر الأدبيات أن القرارات التي تستند إلى تحليل كمي دقيق تكون أكثر كفاءة وموضوعية، كما تقل فيها احتمالية الوقوع في الأخطاء مقارنة بالقرارات المعتمدة على الحدس أو الخبرة الفردية وحدها، فاعتماد الإدارة على النماذج الرياضية يتيح إطاراً علمياً مدروساً لتحليل البدائل وتقدير النتائج المحتملة، الأمر الذي يرفع من مستوى دقة القرار ويعزز فعاليته في مواجهة التحديات التنظيمية، كما تؤكد

الأدبيات الإدارية الحديثة على أن المؤسسات الناجحة في العصر الرقمي هي تلك التي توظف التحليلات الكمية والنماذج الرياضية بشكل تكاملي ضمن هيكلها الإداري[7].

تتناول هذه الدراسة النمذجة الرياضية كإطار علمي متكامل لدعم عمليات اتخاذ القرار داخل المؤسسات، خاصة فيما يتعلق بتخطيط الموارد، وتقليل التكاليف، وزيادة الإنتاجية. تُستخدم في هذا السياق أدوات مثل البرمجة الخطية، نماذج التخصيص، ونماذج المحاكاة، ونظرية الطوابير، لتقديم بدائل كمية دقيقة. وتستعرض الدراسة كذلك تطبيقات حقيقية لهذه النماذج في مؤسسات أعمال، موضحة أثرها في تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد، وتقديم مؤشرات أداء قابلة للقياس [8].

في المجال الطبي، تحتل العلوم التطبيقية مكانة مركزية في تطوير وسائل التشخيص والعلاج والرعاية الصحية الحديثة. فقد شهد الطب تطورًا كبيرًا بفضل التقدم في العلوم التطبيقية، ولا سيما في مجالات الكيمياء الحيوية، والفيزياء الطبية، والبيولوجيا الجزيئية. وتُعد تقنيات التصوير الطبي المتقدمة، مثل التصوير بالرنين المغناطيسي والأشعة المقطعية، من أبرز النماذج على تطبيق المبادئ الفيزيائية في خدمة الممارسة الطبية. كما أن ابتكار الأدوية الجديدة، وتطوير العلاجات الجينية، وتحسين تقنيات العلاج الموجه، تُعد جميعها ثمرة مباشرة لتكامل العلوم التطبيقية مع الممارسات الطبية والبحثية. وقد أسهمت هذه التطورات في رفع مستوى التشخيص المبكر، وتقديم علاجات أكثر فعالية ودقة، بما يعزز فرص الشفاء ويحسن جودة حياة المرضى بشكل كبير [9].

وفي مجال إدارة المخزون، تساعد النماذج الرياضية على ضبط مستويات المخزون بما يحقق التوازن بين التوافر المستمر للسلع وتقليل تكاليف التخزين. فعلى سبيل المثال، يتيح نموذج الكمية الاقتصادية للطلب (EOQ) تحديد الحجم الأمثل للطلب الذي يقلل مجموع تكاليف التخزين والطلب في الوقت ذاته. كما تستخدم الشركات نماذج تعتمد على الطلب العشوائي لتحليل الأنماط غير المنتظمة في الشراء، مما يدعم القرار المتعلق بإعادة الطلب وتحديد نقاط إعادة الطلب بدقة. يساعد ذلك في تقليل حالات نفاد المخزون أو تراكمه، وكلتاهما تؤثر سلبًا على الأداء التشغيلي وربحية المؤسسة. أما في نطاق اتخاذ القرارات الاستراتيجية، فتُعد النمذجة أداة تنبؤية تُمكّن المؤسسات من تحليل مختلف السيناريوهات المستقبلية وتقييم آثار القرارات طويلة الأمد. فعند التفكير في دخول سوق جديدة، أو تطوير منتج مبتكر، أو إعادة هيكلة خطوط الإنتاج، تساعد النماذج الرياضية في تحليل التكاليف والعوائد المحتملة، وتقدير مستويات المخاطر، ما يعزز من فعالية القرار ويقلل من فرص الفشل. ومن خلال استخدام البيانات التاريخية والمعايير الإحصائية، يمكن بناء نماذج تستند إلى الاتجاهات الفعلية، ما يجعل التنبؤ أكثر دقة وواقعية [10].

في السياقات المحلية ذات الموارد المحدودة، تُعد الحلول الطبية التطبيقية منخفضة التكلفة خيارًا فعالًا لتعزيز الوصول إلى الرعاية الصحية. ويمكن توظيف التطبيقات الرقمية والأجهزة الطبية المصنّعة محليًا لتلبية الاحتياجات الأساسية دون الاعتماد على المعدات المكلفة. تسهم هذه المبادرات في تحسين الصحة العامة وتخفيف العبء عن الأنظمة الصحية القائمة [11].

في قطاع التكنولوجيا، تُعد العلوم التطبيقية المحرك الرئيسي للابتكار، حيث تقف وراء تطور مجالات مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والتقنيات الحيوية. وتُستخدم هذه التقنيات لتعزيز الكفاءة والإنتاجية، لا سيما في البيئات ذات الموارد المحدودة. فعلى سبيل المثال، تتيح الأنظمة الذكية إدارة فعالة لاستهلاك الكهرباء وشبكات الري الزراعي، مما يُسهم في تحسين مستوى المعيشة. وتُساعد تطبيقات إنترنت الأشياء في القطاع الزراعي على ترشيد استخدام المياه وزيادة الإنتاج، ما يدعم الأمن الغذائي في المناطق التي تعاني من ندرة الموارد.

ومع ذلك، لا يخلو هذا المسار من التحديات، من أبرز الصعوبات التي قد تعيق تطبيق النماذج الرياضية مثل البرمجة الخطية، ونماذج التنبؤ، ونظرية الطوابير، ونماذج المحاكاة، وكذلك أنظمة الذكاء الاصطناعي الداعمة لاتخاذ القرار في البيئة المحلية، هو نقص البيانات الدقيقة والمحدثة إذ يؤدي غياب قواعد بيانات شاملة وموثوقة إلى إضعاف قدرة هذه النماذج على تمثيل الواقع بصورة صحيحة، ويحد من فاعليتها في تقديم حلول كمية تسهم في تحسين كفاءة العمليات الإدارية وتعزيز دقة القرارات المؤسسية، فغالبًا ما تعاني المؤسسات من ضعف أنظمة التوثيق الرقمي، أو اعتمادها على أساليب تقليدية لا تسمح بجمع بيانات شاملة ومنظمة. يؤدي هذا النقص إلى ضعف النماذج المستخرجة، أو إلى اعتماد قرارات على بيانات غير كافية، مما يقلل من فعاليتها. كما يمثل نقص الكفاءات البشرية المتخصصة في تحليل البيانات واستخدام الأدوات الإحصائية الحديثة تحديًا آخر، لا سيما في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة [12].

ومن هنا، فإن تطوير برامج تعليمية تدمج بين النظرية والتطبيق، وتوفر للطلبة فرص التدريب العملي والتفاعل مع المشكلات الواقعية، يعد من أهم الأدوات التي تُمكن المجتمعات المحلية من تحقيق التنمية الشاملة والمستدامة. يمكن أن تساهم هذه البرامج في سد الفجوة بين التعليم الأكاديمي ومتطلبات سوق العمل، مما يعزز من قدرة الخريجين على تقديم حلول مبتكرة للمشاكل الحقيقية التي يواجهها المجتمع.

أخيرًا، يمكن القول إن النمذجة الرياضية والعلوم التطبيقية أصبحت اليوم ضرورة استراتيجية وليست مجرد أداة مساعدة. فالمؤسسات التي تسعى إلى البقاء في بيئة تنافسية معقدة يجب أن تعتمد على البيانات، وتطور قدراتها في التحليل الكمي والتنبؤ، وتستثمر في الأنظمة الذكية لدعم عملية اتخاذ القرار. وبذلك، فإن

تبني هذا التوجه يعزز من مرونة المؤسسة، يزيد من كفاءتها، ويُمكّنها من الاستجابة للتغيرات السوقية بسرعة وفعالية، وهو ما يُعد مفتاحًا رئيسيًا للنمو المستدام في العصر الحديث [13].

1.1. مشكلة البحث

تنبع إشكالية هذا البحث من الحاجة المتزايدة إلى تعزيز كفاءة العمليات الإدارية في مؤسسات الأعمال، في ظل بيئة تتسم بالتغير السريع، وتزايد الضغوط التنافسية، وارتفاع التكاليف التشغيلية. وبينما تسعى المؤسسات إلى تحقيق أقصى استفادة من مواردها وتحسين أدائها، يبرز التساؤل الرئيسي: كيف يمكن للنمذجة الرياضية أن تساهم في تحسين كفاءة العمليات الإدارية؟ يتفرع عن هذا التساؤل الرئيسي استفسار مكمل يتعلق بمدى تأثير النماذج الرياضية على خفض التكاليف وزيادة الإنتاجية، باعتبارها من الأهداف الجوهرية لأي مؤسسة تسعى إلى الاستدامة والتميز. إن هذه الإشكالية تعكس التوتر القائم بين الأساليب التقليدية في الإدارة، التي قد تفتقر إلى الدقة والموضوعية، وبين الحاجة إلى اعتماد أساليب كمية وعلمية تعتمد على البيانات والتحليل الرياضي. ومن هنا، يسعى البحث إلى استكشاف ما إذا كانت النمذجة الرياضية قادرة بالفعل على إحداث فارق ملموس في الأداء الإداري، وكيف يمكن تفعيلها بفعالية داخل بيئات العمل المختلفة.

1.2. أسئلة الدراسة

أ. ما أبرز النماذج الرياضية التي تناولتها الأدبيات في مجال تحسين كفاءة العمليات الإدارية؟

ب. كيف تفسر الدراسات النظرية العلاقة بين توظيف النمذجة الرياضية ورفع كفاءة النظم الإدارية؟

ج. ما أهم التحديات المفاهيمية والمنهجية التي تشير إليها الأدبيات بشأن تطبيق النماذج الرياضية في بيئات العمل المحلية؟

1.3. فرضيات البحث

أ. الفرضية الأولى: تسهم النمذجة الرياضية في تحسين كفاءة العمليات الإدارية من خلال ما تتيحه من أدوات كمية دقيقة لتحليل البدائل.

ب. الفرضية الثانية: يؤدي استخدام النماذج الرياضية إلى تعزيز كفاءة الأنظمة الإدارية مقارنة بالأساليب التقليدية المعتمدة على الخبرة أو الحدس.

ج. الفرضية الثالثة: تُعد محدودية البيانات وضعف البنية التحتية التقنية من أبرز التحديات التي تواجه تطبيق النمذجة الرياضية في البيئات المحلية.

1.4. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تصميم وتطبيق نماذج رياضية متنوعة تسهم في تحسين كفاءة العمليات الإدارية ورفع مستوى الأداء المؤسسي، ومن بين هذه النماذج: البرمجة الخطية التي تساعد في تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد، ونماذج التنبؤ التي تُستخدم لتقدير الطلب المستقبلي ودعم قرارات التخطيط، ونظرية الطوابير التي تساهم في تقليل أوقات الانتظار وتحسين جودة الخدمات، بالإضافة إلى نماذج المحاكاة التي تمكن من اختبار البدائل الاستراتيجية قبل تطبيقها في الواقع.

تسعى الدراسة من خلال هذه النماذج إلى تقييم أثرها على الأداء التشغيلي والمالي للمؤسسات، مع تقديم توصيات عملية تدعم متخذي القرار في مواجهة التحديات الإدارية، كما تسهم النتائج المتوقعة في معالجة بعض المشكلات المجتمعية عبر مساعدة المؤسسات على تقليل التكاليف وزيادة الإنتاجية، مما ينعكس إيجابًا على دعم الاقتصاد المحلي وتعزيز استدامته، إضافة إلى ذلك، يمكن تطبيق هذه النماذج في مؤسسات القطاع الخاص ضمن بيئات مماثلة، مع تكييفها لتتلاءم مع خصوصية السياقات المحلية.

1.5. أهمية الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة في إبراز الدور الاستراتيجي للنمذجة الرياضية باعتبارها أداة منهجية تربط بين النظريات الرياضية المجردة والتطبيقات العملية في مجال إدارة الأعمال فهي لا تقتصر على الجانب النظري فحسب، بل تسهم في تحويل المفاهيم الرياضية إلى آليات عملية قادرة على مواجهة التحديات الواقعية التي تعترض المؤسسات، ومن خلال هذه النماذج، يصبح بالإمكان تحليل العمليات الإدارية بعمق، وتقييم البدائل المتاحة، والوصول إلى حلول كمية تحقق الاستخدام الأمثل للموارد.

كما تكمن الأهمية في قدرة هذه النماذج على تقليل الهدر وتعزيز الكفاءة التشغيلية عبر توظيف البيانات المتاحة بصورة علمية ممنهجة، بما يساعد المؤسسات على تحسين أدائها العام، إضافة إلى ذلك توفر النماذج الرياضية أداة تحليلية دقيقة تدعم صانعي القرار في صياغة استراتيجيات مبنية على أسس كمية وعلمية، الأمر الذي يعزز القدرة التنافسية للمؤسسات ويزيد من مرونتها في التكيف مع التغيرات المتسارعة في بيئة الأعمال المحلية والدولية.

1.6. حدود البحث

أ. **الحدود الموضوعية:** تنحصر هذه الدراسة في بحث دور النماذج الرياضية في رفع كفاءة العمليات الإدارية داخل مؤسسات إدارة الأعمال، مع التركيز على نماذج محددة تشمل: البرمجة الخطية، نماذج

التنبؤ، نظرية الطوابير، ونماذج المحاكاة، ولا تمتد الدراسة إلى جميع التطبيقات الرياضية أو النماذج ذات الطابع البحت في مجالات الهندسة أو العلوم الطبيعية.

ب. الحدود المكانية: تقتصر الدراسة على المؤسسات الإدارية في البيئة المحلية، مع التركيز على القطاعات التي تعاني تحديات في ترشيد التكاليف وتحسين الإنتاجية، ويمكن الاستفادة من نتائج الدراسة في مؤسسات القطاع الخاص أو المؤسسات المشابهة في بيئات إقليمية ذات ظروف تنظيمية واقتصادية متقاربة.

ج. الحدود الزمنية: تغطي هذه الدراسة الفترة الحالية (2025)، في ظل التطورات المتسارعة في مجال التحول الرقمي وتزايد الاعتماد على الأدوات الكمية في الإدارة، ولا تمتد لتغطية الفترات السابقة أو التنبؤ بالمتغيرات المستقبلية بعيدة المدى إلا بالقدر الذي تسمح به النماذج الرياضية المستخدمة.

1.7. الدراسات السابقة

أ. دراسة (العزام، 2020): دور الذكاء الاصطناعي في رفع كفاءة النظم الإدارية لإدارة الموارد البشرية بجامعة تبوك [14].

هدفت الدراسة إلى استكشاف دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز كفاءة النظم الإدارية لإدارة الموارد البشرية بجامعة تبوك. اعتمدت الباحثة المنهج التحليلي لإجراء الدراسة، وتم تصميم استبانة كأداة لجمع البيانات من عينة مكونة من (70) موظفًا وموظفة من إداري الموارد البشرية بالجامعة، تم اختيارهم بطريقة العينة العشوائية. تضمنت الاستبانة (36) فقرة لقياس فاعلية برنامج قائم على الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة النظم الإدارية، مع التحقق من صدق الأداة وثباتها. أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) تعزى لمتغيرات الجنس، المستوى التعليمي، أو سنوات الخبرة بناءً على النتائج، أوصت الباحثة بإجراء دراسات إضافية حول علاقة الذكاء الاصطناعي بكفاءة النظم الإدارية للموارد البشرية، مع توسيع نطاق العينات لتشمل جامعات أخرى في المملكة.

ب. دراسة (Abhishek, 2022): تطبيق النمذجة الرياضية والأدوات الحاسوبية في عملية تصميم وتطوير الأدوية الحديثة.

يهدف هذا البحث إلى إبراز دور النمذجة الرياضية وتقنيات التصميم الدوائي الحاسوبي في التغلب على القيود التي تعاني منها الطرق التقليدية لاكتشاف الأدوية، والتي تتميز بارتفاع التكاليف واستهلاك وقت طويل، فقد كان من الصعب في الماضي إجراء فحص شامل لجزيء ما مقابل هدف علاجي محدد للعثور

على مرشح دوائي مناسب، وهو ما جعل الحاجة ملحّة لتسريع عملية اكتشاف أهداف علاجية جديدة وتطوير جزيئات دوائية مبتكرة لمواجهة الأمراض الناشئة أو العائدة للظهور، ومن هنا تبرز أهمية الاعتماد على الأدوات الحاسوبية والرياضية لما توفره من سرعة تنبؤ عالية وفعالية في خفض التكاليف.

وتعتمد منهجية التصميم الدوائي المعتمد على الحاسوب (CADD) على مجموعة من الأدوات الرياضية والحاسوبية التي تسهم في فهم آلية تفاعل الأدوية مع الأهداف العلاجية وعلى عكس الطرق التقليدية التي تعاني من بطء وارتفاع تكلفة، يوفر CADD تقنيات دقيقة وسريعة ومنخفضة التكلفة، مما يجعله خيارًا فعالًا في مجال البحث الدوائي [15].

ويركز هذا البحث على تقديم مراجعة شاملة لأهم الأساليب الحديثة المستخدمة في هذا المجال، مثل: التنبؤ البيولوجي للأهداف، التصميم المعتمد على البنية والترابطات، الالتحام الجزيئي، الفحص الافتراضي، المحاكاة الدوائية (Pharmacophore Simulation)، نماذج العلاقة الكمية بين البنية والنشاط (QSAR)، محاكاة الديناميكيات الجزيئية، وتقنيات MM−GBSA/MM−PBSA، كما يعرض أهم الموارد القاعدية والأدوات المستخدمة لاكتشاف أهداف جديدة ومرشحات علاجية.

وبذلك يسهم البحث في تزويد الباحثين برؤية علمية متكاملة حول أحدث أساليب النمذجة الحاسوبية والرياضية، بما يمهّد لتطوير أدوية فعّالة واستراتيجيات وقائية تسهم في مواجهة التحديات الصحية العالمية.

ج. دراسة (دحو، 2012): النماذج الرياضية واتخاذ القرارات الإدارية.

أصبح استخدام الطرق الرياضية في دراسة الظواهر الطبيعية معيارًا لجودة تلك الدراسة وصحة نتائجها. ومنذ فترة ليست ببعيدة، بدأت الرياضيات تُستخدم على نطاق واسع في تحليل الظواهر الاجتماعية أيضًا، مما يعكس التوجه العلمي الذي أصبح سائدًا في دراسة كل من الظواهر الطبيعية والاجتماعية. نظرًا لأهمية نظام الإدارة، تعتمد سلامتها على الأسلوب العلمي الذي تتبعه، حيث تعتمد في أداء وظائفها على الأسس العلمية الحديثة، بما في ذلك استخدام الأساليب الكمية المتقدمة وتطبيق النماذج الرياضية المتنوعة. تسهم هذه النماذج في حل المشكلات الإدارية وتحقيق نتائج لم تكن متاحة سابقًا.

تمثل النماذج الرياضية أداة أساسية لمعالجة فئة محددة من المشكلات الإدارية، تتمثل في مشكلات تخصيص الموارد، والتي تتعلق بتوزيع الموارد النادرة أو المحدودة. تتميز هذه المشكلات بوجود مورد محدود الكمية، مع التركيز على اتخاذ قرارات تتعلق بتوزيعه بين الاستخدامات البديلة لتحقيق أقصى كفاءة (أو فعالية اقتصادية) ممكنة [16].

د. دراسة (Li, 2022): أساليب النمذجة الرياضية وتطبيقاتها في تحليل الأنظمة الإشارية المعقدة.

لقد طوّر الإنسان النماذج الرياضية كوسائل فعّالة لمعالجة المشكلات في العالم الواقعي ومن أجل تقليل زمن التأخير في مخططات التوقيت الخاصة بالتحكم المنسق، يمكن لأنظمة الاتصالات اللاسلكية المعقدة أن توفّر قناة اتصال للمعلومات بين المركبات وفي هذا الإطار، يقدّم البحث نموذجًا رياضيًا ملائمًا لتحليل نظام الإشارات المعقد المرتبط بالقيادة الذكية للسيارات، حيث يتم من خلاله مقارنة ثلاثة نماذج رياضية شائعة الاستخدام، وتُظهر النتائج المتحصّل عليها في ظل ظروف متماثلة أن النموذج الرياضي يحقق أداءً أفضل من حيث دقة الإرسال عند التعامل مع نظام الإشارات المعقد.

ولرسم منحنيات ROC باستخدام النموذج الرياضي، يتم اختيار عدد من المركبات في ظروف مختلفة من أنظمة المرور، وجمع البيانات ذات الصلة. وتبين أن العبء الذي تفرضه المركبة على الطريق والنظام يزداد مع درجة حرية حركتها وتعقيدها غير أن نتائج مصفوفة الالتباس توضح أن النموذج قادر على تقليل الضغط الواقع على الطريق ونظام الإشارات، كما أن أسلوب التجزئة الطبقية يساعد في تحسين القيم المستهدفة لتحقيق الهدف الأساسي المتمثل في انسيابية النقل العام، مما يؤدي في النهاية إلى تحقيق تقارب ناجح في السعة الاستيعابية للطرق الإقليمية [17].

وأخيرًا، يتم تقييم تحسين النماذج الرياضية الخاصة بشبكات النقل الذكية والأنظمة اللاسلكية المعقدة بصورة موضوعية، وتظهر النتائج أن مخطط التوقيت المطوّر عبر التحكم المنسق لا يحقق فقط التأثير المتوقع في إدارة أزمنة التأخير، بل يسهم أيضًا في خفض متوسط زمن التأخير عند تقاطعات شبكة الطرق بأكملها.

1.8. منهجية البحث

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي بوصفه الأنسب لطبيعة موضوع الدراسة، إذ يهدف إلى عرض وتحليل تطبيقات النمذجة الرياضية في الإدارة بشكل موضوعي ومنظم، مع الاستناد إلى بيانات واقعية ومصادر علمية، يقوم المنهج الوصفي على دراسة الظاهرة كما هي في الواقع دون تدخل في المتغيرات، مما يتيح تكوين صورة شاملة عن إمكانيات النمذجة الرياضية والتحديات المرتبطة بتطبيقها.

وقد شملت إجراءات البحث جمع البيانات من خلال المقابلات والاستبيانات الموجهة إلى مجموعة من مديري الإدارات والمتخصصين في التحليل الإداري، بالإضافة إلى الاعتماد على البيانات الثانوية المستمدة من تقارير مؤسساتية ودراسات سابقة ذات صلة، تم بعد ذلك تنظيم هذه البيانات وتحليلها وصياغتها بطريقة علمية تهدف إلى الكشف عن أنماط الاستخدام الفعّال للنماذج الرياضية في بيئات العمل.

وتكمن قوة هذا المنهج في كونه يتيح جمع معلومات دقيقة وموثوقة من مصادر متعددة، مما يضمن

الموضوعية في وصف الظاهرة، ويساعد على استخلاص استنتاجات وتوصيات تتماشى مع أهداف البحث.

2. المبحث الأول: الأسس النظرية للنمذجة الرياضية في إدارة الأعمال

تُعد النمذجة الرياضية من الأدوات الحيوية في الإدارة الحديثة، حيث تتيح للمديرين فهم الأنظمة المعقدة التي تعمل بها المؤسسات، وتحليل سلوكها بطرق كمية تساعد في دعم اتخاذ القرار. وتُبنى هذه النماذج على افتراضات محددة وتترجم إلى معادلات رياضية تُمكّن من دراسة العلاقات بين المتغيرات وتحليل النتائج المحتملة قبل اتخاذ إجراءات فعلية [18].

تاريخيًا، برز استخدام النمذجة الرياضية في مجالات التخطيط المالي والإنتاجي، ثم توسّع ليشمل إدارة الجودة، إدارة المخزون، التسويق، وتخصيص الموارد. وقد أثبتت الدراسات أن استخدام النماذج الكمية يساعد في رفع مستوى الموضوعية في القرارات وتقليل الاعتماد على التقديرات الشخصية [19].

كما تشكل النمذجة الرياضية أداة داعمة لفهم البيئة الديناميكية التي تعمل فيها المؤسسات، خاصة في ظل التغيرات السريعة التي تفرضها العولمة والتكنولوجيا. فهي تسمح بمحاكاة سيناريوهات متعددة، ما يساعد المؤسسات على التحوط من المخاطر والاستعداد لمختلف الاحتمالات الإدارية.

2.1. المطلب الأول: مفهوم النمذجة الرياضية وأنواعها

النمذجة الرياضية هي عملية تمثيل واقعي لمشكلة أو نظام باستخدام رموز رياضية مثل المتغيرات، الثوابت، والمعادلات، بهدف فهم النظام والتنبؤ بسلوكه أو تحسينه. وتعتمد هذه النماذج على تنظيم العلاقات بين عناصر النظام بطريقة تسمح بتحليل دقيق وفعّال.

تتعدد أنواع النماذج الرياضية المستخدمة في إدارة الأعمال. من أبرزها النماذج الخطية التي تعتمد على علاقات مباشرة بين المتغيرات، والنماذج غير الخطية التي تُستخدم حين تكون العلاقة بين المتغيرات أكثر تعقيدًا. كما توجد النماذج الاحتمالية التي تعتمد على تحليل البيانات غير المؤكدة، والنماذج الديناميكية التي تتابع التغيرات عبر الزمن [20–21].

تُختار نوعية النموذج حسب طبيعة المشكلة وهدف التحليل. فمثلاً، تُستخدم البرمجة الخطية في تخصيص الموارد، بينما تُستخدم نماذج المحاكاة لتحليل سلوك النظام في ظل سيناريوهات متغيرة. هذا التنوع يُمكّن الباحثين والممارسين من اختيار النموذج الأنسب لتحقيق أقصى فائدة من العملية التحليلية [20–21].

2.2. المطلب الثاني: تطبيقات النمذجة في العمليات الإدارية

تلعب النمذجة الرياضية دورًا كبيرًا في تحسين كفاءة العمليات الإدارية مثل إدارة الوقت، توزيع المهام، وجدولة الإنتاج. من خلال تحليل العمليات بشكل منهجي، تُساعد النماذج في تحديد نقاط الضعف والهدر، واقتراح بدائل أكثر كفاءة.

في مجال إدارة الموارد البشرية، تُستخدم النماذج لتقدير الاحتياجات الوظيفية المثلى، وتوزيع الموظفين وفقًا لمستوى الكفاءة ومتطلبات العمل كما تُستخدم النماذج الكمية في اتخاذ قرارات التوظيف، والتدريب، وتحسين الإنتاجية بناءً على تحليل الأداء الوظيفي.

أما في إدارة سلسلة الإمداد، فتُستخدم النماذج الرياضية في تحسين تدفق السلع، تقليل وقت التسليم، وتقليل التكاليف اللوجستية. هذه التطبيقات تُمكّن المؤسسات من تحقيق تكامل تشغيلي أعلى، والاستجابة بمرونة أكبر للطلب السوقي والتغيرات الطارئة.

3. المبحث الثاني: دراسة حالة تطبيق النمذجة الرياضية

تهدف دراسة الحالة إلى تحليل تجربة واقعية لتطبيق النمذجة الرياضية في مؤسسة أعمال، ما يتيح فهماً معمقاً للأثر العملي للنظرية عند تنفيذها فعلياً. ويُعتبر هذا النهج مناسبًا لتقييم مدى نجاح النماذج في حل المشكلات الإدارية وتحقيق أهداف المؤسسة.

تعتمد الدراسة على جمع بيانات كمية وواقعية من بيئة العمل، وتحليلها باستخدام أدوات رياضية مثل البرمجة الخطية ونماذج المحاكاة. هذا التحليل يوفر رؤية دقيقة لكيفية استخدام النماذج في تنظيم الموارد، وتوزيع الجهد، وتحقيق الكفاءة التشغيلية.

كما تساعد دراسة الحالة في رصد التحديات التي واجهتها المؤسسة أثناء تنفيذ النموذج، مثل مقاومة التغيير أو ضعف البنية التحتية الرقمية. ويُعد تحليل هذه التحديات أمرًا أساسيًا لاستخلاص دروس يمكن أن تفيد مؤسسات أخرى تسعى لتطبيق نفس النهج.

3.1. المطلب الأول: تحليل بيانات مؤسسة أعمال

تم اختيار شركة النهضة للصناعات الهندسية، وهي مؤسسة صناعية متوسطة الحجم، كنموذج تطبيقي لهذه الدراسة، وقد واجهت الشركة تحديات تتعلق بإدارة مخزون المواد الخام وارتفاع تكاليف الإنتاج، مما أثر على أدائها العام ولتحليل هذه الجوانب، جُمعت البيانات الخاصة بسلاسل التوريد وعمليات الإنتاج والمبيعات خلال فترة امتدت لعام كامل، وذلك بالاعتماد على التقارير والسجلات المؤسسية الداخلية، إلى

جانب بيانات أولية تم الحصول عليها من خلال مقابلات مع مسؤولي الإدارات المعنية، وقد ساعد هذا الجمع المنهجي للبيانات في تكوين صورة شاملة عن واقع العمليات الداخلية للشركة، مما سهّل وصف المشكلات وتحليلها بما يتماشى مع أهداف الدراسة.

بعد جمع البيانات، تم تنظيمها وتحليلها باستخدام البرمجة الخطية بهدف تحديد الكميات المثلى للإنتاج وتوزيع الموارد بطريقة تقلل من الهدر وتزيد من العائد، كما تم استخدام المحاكاة لدراسة تأثير التغير في الطلب على عمليات التشغيل واتخاذ القرار.

أظهرت نتائج التحليل أن هناك فجوات واضحة في أساليب التخطيط التقليدية المتبعة داخل الشركة، حيث كان تخصيص الموارد يتم بصورة غير منهجية، مما انعكس في زيادة التكاليف التشغيلية وانخفاض الكفاءة، في المقابل ساعد توظيف النماذج الرياضية على تحقيق وفورات مالية ملموسة، إلى جانب تحسين معدل الإنتاج بنسبة ملحوظة، وهو ما يؤكد أهمية النمذجة الرياضية كأداة استراتيجية في دعم القرارات الإدارية ورفع كفاءة العمليات التشغيلية.

3.2. المطلب الثاني: تقييم نتائج تطبيق النمذجة

أظهر تطبيق النموذج الرياضي في المؤسسة محل الدراسة تحسناً واضحاً في مؤشرات الأداء الرئيسية، إذ انخفضت تكلفة الإنتاج بنسبة 15%، وتحسنت كفاءة استخدام المواد الخام بنحو 20% خلال ستة أشهر من التطبيق.

كما أثبتت النمذجة فعاليتها في تسريع عملية اتخاذ القرار، خاصة في فترات الأزمات التي تتطلب تحليلاً سريعاً للبيانات. ساعد النموذج المحاكي في اختبار عدة سيناريوهات دون الحاجة إلى التجربة الفعلية، مما قلل من المخاطر التشغيلية.

رغم النجاحات، واجه التطبيق بعض التحديات، مثل نقص الكفاءات القادرة على تفسير النماذج الرياضية، والحاجة لتحديث البنية التكنولوجية. لكن التجربة أظهرت أن الاستثمار في التدريب والتكنولوجيا يُعد ضرورة لتحقيق أقصى استفادة من النمذجة الرياضية في الإدارة.

4. المناقشة والاستنتاج

تكمن دلالة النتائج في إثبات فعالية النمذجة الرياضية في تقليل التكاليف بنسبة 15% وتحسين الإنتاجية، مما يعزز المعرفة حول تطبيقاتها في الإدارة، يساهم البحث في تبادل المعرفة من خلال تقديم إطار عملي

لدمج النماذج مع الذكاء الاصطناعي، ويفتح المجال لدراسات مستقبلية لتطوير هذه الأدوات في سياقات متنوعة.

علاوة على ذلك، أظهرت النمذجة الرياضية فعاليتها في دعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية من خلال محاكاة سيناريوهات مختلفة تمكن المديرين من توقع النتائج المحتملة لخياراتهم قبل تنفيذها على أرض الواقع هذا الأمر يعزز من قدرة المؤسسة على التكيف مع المتغيرات البيئية وتقليل المخاطر المرتبطة بالقرارات غير المدروسة، كما أن النماذج ساعدت في تنظيم العمليات بشكل أكثر توازناً، مما انعكس إيجاباً على سرعة التنفيذ وجودة المخرجات.

ومع ذلك، هناك بعض التحديات التي يجب مواجهتها لضمان تعظيم فوائد النمذجة الرياضية من أبرز هذه التحديات الحاجة إلى توفير بيانات دقيقة ومحدثة بشكل مستمر، بالإضافة إلى تطوير الكفاءات البشرية القادرة على تصميم وتفسير النماذج الرياضية بكفاءة، كما أن البنية التحتية التقنية للمؤسسات تحتاج إلى تحديث لتواكب متطلبات استخدام هذه الأدوات بكفاءة عالية.

في ضوء هذه النتائج، يمكن الاستنتاج بأن النمذجة الرياضية تمثل أداة جوهرية لتعزيز كفاءة العمليات الإدارية في مؤسسات الأعمال، ولديها القدرة على تحسين الأداء العام وخفض التكاليف وزيادة الإنتاجية بشكل ملموس. لذلك، يُوصى بتبني استراتيجيات موسعة لتعميم استخدام النماذج الرياضية عبر مختلف القطاعات الإدارية، مع التركيز على بناء القدرات البشرية وتحديث البنية التحتية الرقمية. كما ينبغي تشجيع المزيد من الدراسات التطبيقية التي تستهدف قطاعات متنوعة، لاختبار فعالية هذه النماذج في بيئات مختلفة وتطويرها بما يتناسب مع احتياجات كل مؤسسة.

5. الخاتمة

في ضوء ما تم عرضه من تحليل نظري وعملي لدور النمذجة الرياضية في تحسين كفاءة العمليات الإدارية بمؤسسات إدارة الأعمال، يتضح أن النمذجة تمثل أداة فاعلة وقادرة على تحويل المعلومات والبيانات إلى قرارات إدارية مدروسة وقائمة على أساس علمي. فقد أثبتت الدراسة أن النماذج الرياضية، سواء كانت برمجية خطية أو محاكاة ديناميكية، تسهم في تقليل التكاليف وتحسين توزيع الموارد، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية ورفع مستوى الأداء التنظيمي بشكل عام.

كما أن النمذجة الرياضية تعزز من قدرة المؤسسات على مواجهة تحديات بيئة الأعمال المتغيرة بسرعة، حيث تتيح للمديرين اختبار السيناريوهات المختلفة واتخاذ قرارات مرنة تتكيف مع المتغيرات السوقية والتقنية. وهذا بدوره يرفع من تنافسية المؤسسات ويضمن استمراريتها في بيئة أعمال ذات ديناميكية عالية.

ومع ذلك، فإن تحقيق الفائدة الكاملة من النمذجة الرياضية يتطلب جهداً مستمراً لتطوير الكفاءات البشرية في مجال النمذجة والتحليل الكمي، إلى جانب تحديث البنية التحتية التقنية للمؤسسات. كما يجب إدراك أن النماذج ليست بديلاً عن الخبرة الإدارية، بل أداة مكملة لها، تعمل على دعم وتحسين عمليات صنع القرار. ختاماً، يمكن القول إن النمذجة الرياضية ليست مجرد تقنية تحليلية، بل هي ركيزة استراتيجية يمكن للمؤسسات الاعتماد عليها لتعزيز كفاءتها التشغيلية وتحقيق أهدافها بفعالية أكبر. ولذا فإن دمجها بشكل منهجي في العمليات الإدارية يعد من الضرورات الملحة لأي مؤسسة تسعى للتميز في عصر المعلومات والتكنولوجيا.

6. التوصيات

أ. تطوير القدرات البشرية: يجب على المؤسسات الاستثمار في تدريب وتأهيل الموظفين في مجال النمذجة الرياضية والتحليل الكمي، لتكوين فرق عمل متخصصة قادرة على تصميم وتفسير النماذج بفعالية.

ب. تحديث البنية التحتية التقنية: تعزيز البنية التكنولوجية للمؤسسات من خلال اعتماد نظم معلومات متقدمة تدعم جمع البيانات وتحليلها بشكل دقيق وسريع، مما يسهل استخدام النماذج الرياضية في الوقت الحقيقي.

ج. تعزيز ثقافة اتخاذ القرار المبني على البيانات: تشجيع تبني منهجية القرار المبنية على الأدلة والنماذج الكمية داخل المؤسسات، والحد من الاعتماد على الحدس أو التجارب الشخصية فقط.

د. تطبيق النمذجة في مختلف القطاعات الإدارية: توسيع نطاق استخدام النمذجة الرياضية ليشمل قطاعات متعددة مثل التسويق، الموارد البشرية، والإدارة المالية، لتعميم الفائدة وتحقيق تكامل في تحسين الأداء.

هـ. إجراء المزيد من الدراسات التطبيقية: تشجيع البحث العلمي الميداني لدراسة تطبيقات النمذجة في بيئات متنوعة، بهدف تطوير النماذج وتحسينها بما يتناسب مع خصوصية كل مؤسسة.

و. دمج النمذجة مع تقنيات الذكاء الاصطناعي: استكشاف إمكانية دمج النماذج الرياضية مع تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لتعزيز دقة التنبؤ وتحسين سرعة اتخاذ القرار.

المراجع

[1]. الخيال س ب ع، الحسيني ع ب أ. أثر تطبيق أنظمة الإدارة الإلكترونية على الأداء الوظيفي: دراسة ميدانية على موظفات العمادات في جامعة الملك عبد العزيز بجدة. جدة: جامعة الملك عبد العزيز؛ 2013. رسالة ماجستير.

[2]. الياسين م م م، خصاونة أ ع ع. العلاقة بين تصورات معلمي الرياضيات للنمذجة الرياضية وكفاءتهم الذاتية في مهارات النمذجة. إربد: جامعة اليرموك؛ 2017. رسالة ماجستير.

[3]. أبو الريان ع أ، رسلان م م. فاعلية استخدام النمذجة الرياضية في تنمية الكفاءة الاستراتيجية وعادات العقل المنتجة لدى طلاب المرحلة الثانوية. 2024. رسالة ماجستير.

[4]. سليطين س ع. الإدارة الاستراتيجية وأثرها في رفع أداء منظمات الأعمال: دراسة ميدانية على المنظمات الصناعية في الساحل السوري. 2006–2007.

[5]. عادل م. دور إعادة هندسة العمليات الإدارية في تحقيق الميزة التنافسية: دراسة ميدانية بشركة توزيع الكهرباء والغاز سونلغاز–تيارات. كلية العلوم الإنسانية والمجتمعية؛ 2022–2023.

[6]. فاضل أ ص. الاقتصاد الإداري (610). جدة: جامعة الملك عبد العزيز.

[7]. Larchenko OV. The efficiency analysis of the mathematical modeling methods application in the economy. ВІСНИК ХНТУ. 2023;2(85).

[8]. Sunnatullayevich XI. The role of mathematical modeling in the development of production and industrial sectors. European Journal of Pedagogical Initiatives and Educational Practices. 2025;3(4).

[9]. Kuzmina IA. The use of mathematical models to improve the effective functioning of enterprises. Paper Open Access. 2020.

[10]. Symonov D. Usage of mathematical modeling on the industrial enterprises. ResearchGate. 2020.

[11]. Telles CR. A mathematical modelling for workflows. Open Access. 2019.

[12]. Singh DP. Improve process and efficiency through mathematical modelling. 2018 Dec 7.

[13]. Marasco A, Romano A. A mathematical model for the management of a service center. Mathematical and Computer Modelling. 2011;53(9-10):2005–2014.

[14]. العزام ن م ع. دور الذكاء الاصطناعي في رفع كفاءة النظم الإدارية لإدارة الموارد البشرية بجامعة تبوك. مجلة الإدارة التربوية. 2020;5(3):28–45.

[15]. الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية: مراجعة، أخلاقيات، ثقة، ومستقبل. مجلة كيوريس. 2022;14(7):e26661. Abhishek K, Sharma DB, Carpenter M.

[16]. دحو ع ك. النماذج الرياضية واتخاذ القرارات الإدارية. مجلة الاقتصاد الجديد. 2012;3(1):35–52.

[17]. Li Y. Mathematical modeling methods and their application in the analysis of complex signal systems. Wiley Online Library. 2022.

[18]. Myrzakerimova A, Kolesnikova K, Nurmaganbetova M. Use of mathematical modeling tools to support decision-making in medicine. Procedia Computer Science. 2024 Jan 1;231:335-40.

[19]. الياسين م م م، خصاونة أ ع ع. العلاقة بين تصورات معلمي الرياضيات للنمذجة الرياضية وكفاءتهم الذاتية في مهارات النمذجة. إربد: جامعة اليرموك؛ 2017.

[20]. Velten K, Schmidt DM, Kahlen K. Mathematical modeling and simulation: introduction for scientists and engineers. John Wiley & Sons; 2024 Jul 16.

[21]. Banerjee S. Mathematical modeling: models, analysis and applications. Chapman and Hall/CRC; 2021 Dec 5.