تطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي: رؤية استشرافية

إعداد

أ.م.د/ السيد فكري عبدالعزيز مصطفي

أستاذ مساعد أصول التربية

كلية التربية– جامعة المنصورة

المستخلص:

تأتي عملية تطوير الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي ضرورة حتمية، حيث لم يعد التخطيط التقليدي قادرًا على مواجهة التغيرات المتسارعة وتعقيد البيئات التنظيمية والتعليمية والاقتصادية، فالذكاء الاصطناعي يوفر أدوات متقدمة لتحليل البيانات الضخمة، والتنبؤ بالمتغيرات المستقبلية، وبناء سيناريوهات أكثر دقة ومرونة تساعد متخذي القرار على وضع خطط واقعية وقابلة للتنفيذ، كما يسهم في تعزيز كفاءة تخصيص الموارد، وتقليل نسب الخطأ، وتحسين استشراف المخاطر والفرص، ومن ثم فإن دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عمليات التخطيط يمثل نقلة نوعية نحو تخطيط ذكي وتفاعلي قادر على الاستجابة الفورية للتحديات والمتغيرات، وتحقيق مستويات أعلى من الجودة والاستدامة في النتائج؛ وعليه فقد جاء البحث الحالي ليضع رؤية لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي، واعتمد البحث على المنهج الوصفي والاستشرافي؛ من أجل التأصيل النظري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم (البرمجة الخطية- البرمجة بالأعداد الصحيحة- البرمجة غير الخطية- البرمجة الديناميكية- برمجة الأهداف الخطية- نماذج شبكات الأعمال (أسلوبي التخطيط الشبكي (بيرت- المسار الحرج)- تقنية التقويم البياني والمراجعة- التخطيط الشبكي بنظرية المجموعات الضبابية)، وتحديد الأسس الفكريَّة لتطبيقات الذَّكاء الاصطناعي وتطبيقاته في التخطيط للتعليم، وتعرف طبيعة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والأساليب الكمية لتخطيط التعليم، وتحديد أهم تطبيقات الأساليب الكمية في التخطيط للتعليم في ضوء الذكاء الاصطناعي.

الكلّمـــات المفتاحيـــة: الأساليب الكمية- تخطيط التعليم- تطبيقات الذكاء الاطصناعي

Developing Some Quantitative Methods For Education Planning In The light Of Artificial Intelligence Applications: A forward-looking Vision

Dr. Elsayed Fekry Abdel Aziz Mustafa
Assistant Professor of Fundamentals of Education Faculty of Education - Mansoura University

Abstract:
The development of quantitative methods for educational planning in the light of artificial intelligence (AI) applications has become an inevitable necessity, as traditional planning is no longer capable of addressing the rapid changes and increasing complexity of organizational, educational, and economic environments. Artificial intelligence provides advanced tools for analyzing big data, forecasting future variables, and constructing more accurate and flexible scenarios that help decision-makers formulate realistic and executable plans. It also contributes to enhancing the efficiency of resource allocation, reducing errors, and improving the anticipation of risks and opportunities. Therefore, integrating AI applications into planning processes represents a qualitative shift toward intelligent and interactive planning capable of responding instantly to challenges and changes, and achieving higher levels of quality and sustainability in outcomes. Accordingly, the present study aims to propose a vision for developing some quantitative methods for educational planning in light of artificial intelligence applications. The study adopts a descriptive and foresight approach to theoretically ground quantitative methods in educational planning namely, linear programming, integer programming, nonlinear programming, dynamic programming, linear goal programming, and network models (including PERT and Critical Path Method), the Graphical Evaluation and Review Technique (GERT), and fuzzy set theory-based network planning. It also seeks to identify the intellectual foundations of AI applications in educational planning, explore the nature of the relationship between AI and quantitative planning methods, and determine the most significant applications of these methods in educational planning in light of artificial intelligence.

Keywords: Quantitative methods – Educational planning – Artificial intelligence applications

مقدمـــة ودراسات سابقة:

يُعَدُّ التخطيط التعليمي أحد أهم الأدوات الإستراتيجية التي تُسهم في تحقيق كفاءة وفاعلية النظم التعليمية، حيث يُمكِّن صانعي القرار من تحديد الاحتياجات المستقبلية للتعليم، وتوزيع الموارد البشرية والمادية بشكل عادل ومستدام، وقد ارتبطت الأساليب الكمية بالتخطيط لعقود طويلة بوصفها أداة دقيقة للتنبؤ وتحليل البيانات وبناء السيناريوهات، إلا أنّ هذه الأساليب التقليدية غالبًا ما كانت تواجه تحديات في التعامل مع الكم الهائل من البيانات المعقدة والمتغيرة بسرعة.

ومع ظهور الذكاء الاصطناعي كأحد أبرز التحولات التكنولوجية في القرن الحادي والعشرين، ظهرت فرص غير مسبوقة لتطوير الأساليب الكمية في التخطيط التربوي، فالذكاء الاصطناعي لا يقتصر على تحليل البيانات الضخمة بكفاءة، بل يتجاوز ذلك إلى التعلّم المستمر، واكتشاف الأنماط الخفية، وتوليد بدائل وقرارات مبنية على محاكاة دقيقة للواقع المستقبلي، ومن هنا تتأكد الحاجة إلى بناء رؤية شاملة تُوجّه خبراء التخطيط التعليمي نحو تبني هذه التقنيات وتوظيفها بما يحقق الاستخدام الأمثل للموارد ويرفع من جودة المخرجات التعليمية.

وتواكب الأساليب الكمية التقدم التكنولوجي والمعلوماتي الهائل؛ نظراً لما تتمتع به من القدرة على بلورة وتحديد المشكلة ذات الطابع الكمي وتحديد جميع جوانبها وأبعادها المختلفة، وكذلك تحديد جميع المتغيرات التي تؤثر فيها ودرجة تأثير كل متغير من المتغيرات، كما تتسم بالنظرة المستقبلية، ومن ثم توجد علاقة بينها

وبين التخطيط التربوي (التعليمي)، باعتبار أن لهما نقطة انطلاق واحدة، وهي تحديد المشكلة، ومن ثم اتخاذ جميع الإجراءات والتدابير اللازمة لحلها، كما يتفقان في هدفهما العام وهو الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة (المادية والبشرية) لتحقيق مجموعة من الأهداف المنشودة للمؤسسة التعليمية(Sen,2010, 4).

وتقوم الأساليب الكمية على استخدم النماذج الرياضية في عرض المشكلة سواء أكانت معقدة أم بسيطة، وتحديد المتغيرات المؤثرة في المشكلة، ويعبر عنها في شكل كمي حسب حاجة النموذج الرياضي، كما تعتمد أيضاً على استخدام نظرية الاحتمالات للوصول لحلول في ظل ظروف عدم التأكد، وتصنف بحوث العمليات إلى أساليب عديدة يمكن استخدامها في المجال التربوي والتعليمي (Morse & Kimball, 2012, 1).

ونظرًا للكم الهائل من البيانات المتاحة لمجالات التخطيط التعليمي، والتي قد لا يستطيع أي فريق تخطيط عادي تحليله وتوليفه، علاوة على ذلك، فإن أدوات التخطيط التعليمي التقليدية غير قادرة على دمج وتوليف هذا الكم من البيانات، لذلك فغالبًا ما تعتمد الخطط الإستراتيجية التقليدية على بيانات قليلة جدًا لتمكين القادة من اتخاذ قرارات إستراتيجية جيدة، وفي كثير الأحيان يتم تحديد المشكلات ووصفها بشكل أساسي من خلال التقارير عن المؤسسات التعليمية، وقد يزيد المشكلة تعقيدًا وضع الفريق الإستراتيجي افتراضات حول ما سيحدث في المستقبل استنادًا إلى بيانات قديمة غير مكتملة وغير دقيقة ومنحازة ولا تغطي جميع المشكلات المطلوبة (لوس، ٢٠٢٥، ١٠٧).

وأيضًا يشتمل التخطيط الاستراتيجي على عمليات اتخاذ قرارات ذاتية تتطلب فهمًا دقيقًا ومراعاة وجهات نظر متعددة، ويمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل كميات هائلة من البيانات التاريخية لتوليد سيناريوهات متعددة، وتساعد هذه السيناريوهات في توقع النتائج المحتملة وتمكين الحكومات من تطوير خطط طوارئ قوية (Forbes, 2023, 12).

بالإضافة إلى ذلك يمكن الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالاتجاهات والنتائج المستقبلية بناءً على أنماط البيانات التاريخية، بما يمكن واضعي السياسات إجراء تنبؤات أكثر دقة حول النمو الاقتصادي أو التغيرات الديموغرافية أو التأثيرات البيئية، ويمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحسين تخصيص الموارد من خلال تحليل عوامل مختلفة مثل التركيبة السكانية للسكان أو احتياجات البنية التحتية أو قيود الميزانية، بما يمكّن المؤسسات التعليمية من تخصيص الموارد بكفاءة وفعالية، وبالتالي، يمكن لنماذج تقييم المخاطر التي تعمل بالذكاء الاصطناعي تحديد نقاط الضعف في مختلف القطاعات مثل تهديدات الأمن السيبراني أو الكوارث الطبيعية، ويمكن بعد ذلك تحديد أولويات جهود التنفيذ بناءً على هذه التقييمات (Harvard Business Review, 2022, 19).

ومن ثم فإن دمج الذكاء الاصطناعي في التخطيط التعليمي أصبح ضرورة تفرضها التغيرات العالمية المتلاحقة والمتعددة التي أثرت في التعليم، وزادت من حجم المعلومات والبيانات التي تحتاج المؤسسات التعليمية لتحليلها، كما أن تعقد البيئة الخارجية للمؤسسات التعليمية تجعل الطرق التقليدية عاجزة أمامها، لذلك يجب

الاتجاه إلى دمج أساليب التخطيط بالذكاء الاصطناعي لضمان نجاح المؤسسات التعليمية في تحقيق أهدافها(لوس، ٢٠٢٥، ١٠٧).

فالتخطيط التعليمي عبر الذكاء الاصطناعي هو استخدام تكنولوجيا وتقنيات الذكاء الاصطناعي المتطورة في عملية التخطيط الشامل لأنظمة وإدارة التعليم والمساهمة في تمكين المديرين والعاملين من تحقيق الأهداف الطويلة والقصيرة المدى للمؤسسة مع دعم التفكير البشري بكافة الإمكانيات والمفاهيم والخطط المبنية على أسس علمية سلمية، ويتم ذلك من خلال خوارزميات الذكاء الاصطناعي المبنية على التعلم الذكي، والآلى بناء على المعلومات مع مُعالجة البيانات وتحليلها والتنبؤ المستقبلي بالنتائج (Aniekan, Chukwudi & Imoh, 2024, 30).

وقد تطورت الأساليب الكمية في ظل الذكاء الاصطناعي، نظرًا لإمكانات الذكاء الاصطناعي في تعزيز عمليات التخطيط التعليمي، لأن المؤسسات العليمية تواجه تحديات متزايدة التعقيد، فالذكاء الاصطناعي يقدم نهجًا تحويليًا لصنع واتخاذ القرار، مما يمكّنها من الاستفادة من كميات هائلة من البيانات، وتحديد الأنماط، وبناء خوارزميات متطورة لتسليط الضوء على المجالات الرئيسة بما يساعد على تطبيق الذكاء الاصطناعي في التخطيط، كالنمذجة التنبؤية وتخصيص الموارد وتقييم المخاطر والحد منها (Mariani and Others, 2023, 21).

ورغم أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي أظهرت قدرات رائعة في مجال تحليل البيانات وتعرف الأنماط والنمذجة التنبؤية، بما يجعل من تلك التطبيقات بديلًا جذابًا لمهام التخطيط التي تتطلب تحليلا دقيقا للبيانات، لكن لا يزال تطبيقات الذكاء

الاصطناعي تعاني من قيود يجب مراعاتها عند تقييم البدائل في التخطيط للتعليم (سلمان، ٢٠٢٤، ٥٩).

فمن الدراسات التي ربطب بين التخطيط التعليمي، والذكاء الاصطناعي دراسة السند (٢٠٢١) إلى تحديد العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وصنع القرارات التخطيطية بجامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن لتحقيق رؤية المملكة ٢٠٣٠؛ وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة ارتباطية إيجابية ذات دلالة إحصائية بين الذكاء الاصطناعي وصنع القرارات التخطيطية لبرامج بجامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن لتحقيق رؤية المملكة ٢٠٣٠، وأوصت الدراسة بضرورة إنشاء وحدة للذكاء الاصطناعي بالجامعة، مع ضرورة صنع القرارات التخطيطية من خلال استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، والاعتماد علي تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عمليات التخطيط المختلفة.

ودراسة الشهراني والتويجري (٢٠٢٤) التي هدفت إلي التعرف على متطلبات توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في صنع القرار بوزارة التعليم؛ واستخدمت المنهج الوصفي المسحي، وتوصلت الدراسة إلى أنها متطلبات توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في صنع القرار بالوزارة تمثلت في المتطلبات المادية، يليه المتطلبات الإدارية، وأخيراً جاءت المتطلبات البشرية، وكذلك توصلت الدراسة لعدد من المقترحات الإدارية، والمادية، والبشرية؛ لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في صنع القرار بالوزارة، وبعض التوصيات التي تسهم في الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

ددراسة لوس (٢٠٢٥) حيث هدفت إلى توضيح كيفية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير عمليات التخطيط الإستراتيجي في التعليم، وتوصلت الدراسة إلى عدة توصيات تساعد على توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط الإستراتيجي بمراحله وعملياته المختلفة في التعليم، وضرورة توفير برمجيات الأمن السيبراني عالية الكفاءة عند استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط الإستراتيجي في المؤسسات التعليمية، والعمل على توفير البنية التحتية التكنولوجية اللازمة لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط الإستراتيجي في المؤسسات التعليمية، ودعم التمويل اللازم وتوفيره لتنفيذ خطط وإستراتيجيات دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة مع مراحل التخطيط الإستراتيجي المختلفة في التعليم بما يتناسب مع كل مرحلة تعليمية.

وأيضا دراسة عبود (٢٠٢٤) التي هدفت الدراسة الي التعرف على أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في عملية تخطيط الموارد البشرية في كل من دولة الامارات العربية المتحدة والصين وسنغافورة، وأوصت الدراسة بأهمية الاستفادة من التجارب الدولية وتعزيز التعاون الدولي لتجاوز الفجوة الرقمية وإقامة المؤتمرات العلمية لمناقشة مدي امكانية تطبيق الذكاء الاصطناعي في كافة القطاعات الحكومية، كما أوصت الدراسة بأهمية تطبيق السياسات لتجهيز البلاد للثقافة الرقمية كرؤية استراتيجية شاملة تسهم في دفع المجتمع لتقبل تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتعامل مع تداعياته السلبية والايجابية.

وداسة (Aniekan, Chukwudi & Imoh, 2024) التي هدفت إلي تحليل الدور التحويلي للذكاء الاصطناعي في التخطيط التربوي، وتسليط الضوء عليه القدرة

على تعزيز عمليات صنع القرار داخل المؤسسات التعليمية، مثل التحليلات التنبؤية لتقييم أداء الطلاب، تحسين تخصيص الموارد وإنشاء تجارب تعليمية مخصصة مصممة خصيصًا لتلبية احتياجات الطلاب الفردية، ومن أهم النتائج أن تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن أن تؤدي إلى اتخاذ قرارات أكثر دقة وسرعة وقائمة على البيانات، مما يؤدي إلى تحسين نتائج التعلم، والإدارة الفعالة للموارد، والقدرة على توقع ومعالجة القضايا التعليمية الناشئة التحديات، كما أكد البحث على ضرورة قيام الجهات المعنية بالتعليم بدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي العناصر الأساسية لتخطيطهم الاستراتيجي، وهي تدعو المؤسسات إلى الاستثمار في الذكاء الاصطناعي وعرض البنية التحتية تدريب مكثف للمعلمين لاستخدام هذه الأدوات بشكل فعال، ووضع مبادئ توجيهية أخلاقية لضمان التنفيذ الأمثل للذكاء الاصطناعي في البيئات التعليمية.

ومن هذا المنطلق، سعى هذا البحث إلى تقديم رؤية متكاملة لتطوير بعض الأساليب الكمية في التخطيط للتعليم باستخدام الذكاء الاصطناعي، من خلال الجمع بين الإطار النظري والمنهج التنفيذي، بما يتيح للمؤسسات التعليمية تصميم نظم تخطيط ذكية، مرنة، وقابلة للتطوير، تعزز من قدرة النظام التعليمي على الاستجابة للتحديات المستقبلية بكفاءة وفاعلية، ويركز البحث علي أساليب البرمجة، ونماذج شبكات الأعمال (أسلوبي التخطيط الشبكي (بيرت- المسار الحرج)- تقنية التقويم البياني والمراجعة- التخطيط الشبكي بنظرية المجموعات الضبابية).

مشكلة البحث

تعمل المؤسسات التعليمية في بيئة متغيرة، تتسم بدرجة عالية من التعقيد، وتتغير فيها الفرص المتاحة، كما تتأثر بالتطور الهائل والمتسارع في التكنولوجيا وعالم الذكاء الاصطناعي، بما قد يضعف قدرتها على تحقيق أهدافها، وتكيفها وتأقلمها مع بيئتها الداخلية والخارجية؛ حتى تستطيع الاستمرار والنمو، وهنا تصبح الحاجة للتكامل بين أساليب التخطيط وتطبيقات الذكاء الاصطناعي الداعمة؛ نظرًا لقدرتهم علي توجيه المؤسسات التعليمية للانتقال من العمليات الإدارية التقليدية وصولاً إلى رؤية مختلفة للعوامل الديناميكية الداخلية والخارجية القادرة على تحقيق التغيير في البيئة المحيطة بها.

ورغم ما حققته الأساليب الكمية التقليدية من إسهامات مهمة في مجال التخطيط التربوي، سواء في التنبؤ بأعداد الطلاب أو تقدير الاحتياجات من المعلمين والموارد، إلا أنّ هذه الأساليب ما زالت محدودة في قدرتها على التعامل مع البيانات الضخمة والمعقدة والمتغيرة بسرعة، والتي باتت سمة أساسية للبيئات التعليمية المعاصرة (Miao & Holmes, 2021, 38) وقد أظهرت العديد من الدراسات أنّ الاعتماد على النماذج الإحصائية التقليدية قد يؤدي إلى فجوات في دقة التنبؤات، وضعف في مرونة النظم التعليمية في مواجهة التغيرات المستقبلية (Gallo & Wheeler& Silver, 2023, 23-24).

في المقابل، يقدّم الذكاء الاصطناعي، بما يتضمنه من خوارزميات تعلم آلي ومعالجة متقدمة للبيانات، إمكانات واسعة لتطوير الأساليب الكمية التقليدية، من خلال تعزيز قدرات التنبؤ، وتحليل الأنماط، وتصميم سيناريوهات بديلة تدعم متخذي القرار (Baker & Inventado, 2014, 65)، وقد أكدت بعض الدراسات أن دمج

تقنيات الذكاء الاصطناعي في التخطيط التربوي يسهم في تحسين كفاءة توزيع الموارد، وزيادة دقة التوقعات المستقبلية، ورفع جودة مخرجات النظام التعليمي

وأكدت دراسة لوس (٢٠٢٤) علي العلاقة بين توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير عمليات التخطيط الإستراتيجي في التعليم، وأوصت بضرورة الدمج بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة بمراحل التخطيط الاستراتيجي، مع وضع ضوابط لحماية البيانات المستخدمة في بناء النماذج الرياضية والتخطيط.

وهدفت دراسة الغندور(٢٠٢٢) إلى بيان أثر تطوير البيئة المعلوماتية لنظام إدارة المعلومات المالية الحكومية فى فعالية التخطيط والرقابة في الوحدات الحكومية، وقد توصلت الدراسة الى مجموعة من النتائج أهمها أن البيئة المعلوماتية الحالية لنظام إدارة المعلومات المالية الحكومية لا تساعد على توفير معلومات تحقق فعالية التخطيط والرقابة، وأن تطوير البيئة المعلوماتية باستتخدام الأساليب الكمية يساعد نظام إدارة المعلومات المالية الحكومية على توفير معلومات تعمل على تحقق فعالية التخطيط والرقابة، وإن الآليات المقترحة لتطوير البيئة المعلوماتية للنظام تعمل على تحقيق فعالية التخطيط والرقابة.

ويسهم الذكاء الاصطناعي في تطوير الأساليب الكمية للتخطيط من خلال دعم الآلات الذكية ومحاولة الحد من الأخطار والضغوطات النفسية؛ بتركيز الإنسان على أشياء أكثر أهمية وأكثر إنسانية، لصُنع قرارات بعيدة عن الخطأ والانحياز والعنصرية، أو الأحكام السابقة أو حتى التدخلات الخارجية أو الشخصية، وهو ما نحتاج إليه حاليًا ومستقبلًا في مواجهة ما قد يطرأ من مشكلات تواجه المؤسسات التعليمية؛ وبالتالي الوصول إلى صنع قرارات تخطيطية تتناسب مع الإمكانات

والقدرات المتاحة، ويعد صنع القرارات التخطيطية محور العملية الإدارية، وذلك لأنها عملية متداخلة في جميع وظائف الإدارة ونشاطاتها، فعندما تمارس الإدارة وظيفة التخطيط فإنها تتخذ قرارات معينة في كل مرحلة من مراحل وضع الخطة سواء عند وضع الهدف أو رسم السياسات أو إعداد البرامج أو اختيار أفضل الطرق والبدائل والأساليب لتشغيلها وتنفيذها.

ومن ثم يمكن صياغة المشكلة في التساؤل الرئيس الأتي:

كيف يمكن تطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟

ويتفرع من هذا التساؤل الرئيس التساؤلات الفرعي التالية:

١) ما الإطار الفكري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم؟

٢) ما الأسس النظرية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم؟

٣) ما العلاقة بين بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي؟

٤) ما أهم تطبيقات الأساليب الكمية في تخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟

٥) ما الرؤية المقترحة لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟

أهداف البحث

تمثل الهدف الرئيس للبحث الحالي في وضع رؤية مقترحة لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وتطلب ذلك تحديد مجموعة من الأهداف تمثلت فيما يأتي:

١. تحديد الإطار الفكري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم.
٢. تحديد الأسس الفكريَّة لتطبيقات الذَّكاء الاصطناعي وتطبيقاته في التخطيط للتعليم.
٣. تعرف طبيعة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والأساليب الكمية لتخطيط التعليم.
٤. تحديد أهم تطبيقات الأساليب الكمية في تخطيط التعليم في ضوء الذكاء الاصطناعي.

أهمية البحث

تتضح أهمية البحث الحالي في النقاط الآتية:

١. **الأهمية النظريَّة، والتي تنبع من:**

- تناوله لموضوع تطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء الذكاء الاصطناعي، نظرًا لأهمية الدمج بين الأساليب الكمية والذكاء الاصطناعي لتحقيق استدامة المؤسسات التعليمية.
- الحاجة لتطوير الأساليب الكمية لتخطيط التعليم؛ من أجل الاستثمار الأمثل للموارد والإسهام في تلبية احتياجات سوق العمل.
- تسليط الضوء على أهم التقنيات الحديثة للذَّكاء الاصطناعي؛ والتي تساهم في تطوير الأساليب الكمية لتخطيط التعليم.
- استجابته للتوجهات العالمية المعاصرة، وتوصيات البحوث والمؤتمرات، والتي تنادي بضرورة الدمج بين الأساليب الكمية لتخطيط التعليم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٢. **الأهمية التطبيقية، والتي جاءت من:**

- قد تسهم نتائج البحث في تطوير أساليب التخطيط للتعليم التي تسهم في تحسين جودة المخرجات التعليمية، وتحقيق قدرتها لمُواكبة التغيرات المجتمعيَّة المعاصرة.
- يقدم البحث لمتخذي القرارات أساليب تخطيط تسهم في رسم السياسة التعليميَّة، والتي تساهم بشكل كبير في الاستثمار الأمثل للموارد المتاحة بما يحقق استدامة المؤسسات التعليمية.
- قيادات التعليم المصري: بتقديم المقترحات لتطوير الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء الذكاء الاصطناعي.
- الباحثين في المجال التربوي: البحث الحالي أساس لدراسات وأبحاث جديدة – في حدود علم الباحثين– في مجال الدراسات المستقبلية.

منهج البحث

في ضوء طبيعة الموضوع وأهدافه اعتمد البحث الحالي على المنهج الوصفي في تحليل الأدبيات والدراسات السابقة؛ من أجل التأصيل النظري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم، وتحديد الأسس الفكريَّة للذَّكاء الاصطناعي وتطبيقاته في التخطيط للتعليم، وتعرف طبيعة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والأساليب الكمية لتخطيط التعليم، وتحديد أهم تطبيقات الأساليب الكمية في تخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي، **كما اعتمد البحث على المنهج الاستشرافي** في وضع رؤية استشرافية لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء الذكاء الاصطناعي.

مصطلحات البحث

تمثلت مصطلحات البحث في:

١. **الأساليب الكمية لتخطيط التعليم، وتُعرف إجرائيًا** على أنها: "أساليب علمية منهجية تستخدم في التخطيط التعليمي لحل المشكلات المعقدة، وذلك عن طريق تحديد المشكلات والمتغيرات التي تؤثر فيها والقيود التي تحكمها، ثم بناء نموذج رياضي للمشكلة (نمذجه المشكلة)، ويتم حل النموذج بأساليب رياضية، ويتم اختيار البديل الأمثل الذي يحقق الأهداف التي يُراد الوصول إليها عند حل المشكلات.

٢. **تطبيقات الذَّكاء الاصطناعي، ويعرف إجرائيًّا على أنها:** تقنيات رقمية لديها القدرة الفائقة للقيام بالعديد من المهام التي تحاكي سلوك الإنسان خاصة في مجال التخطيط التعليمي، من تحليل وتفكير وإرشاد، واتخاذ قرارات بأسلوب علمي منظم، في مهام وعمليات التخطيط التعليمي، وتتسم بالسرعة والدقة في حل المشكلات المعقدة.

الحدود الموضوعية للبحث: اقتصر البحث الحالي على الأساليب الكمية التالية:

١. البرمجة الخطية *Linear Programming*– البرمجة بالأعداد الصحيحة *Programming integers*– البرمجة غير الخطية *Non-linear programming*– البرمجة الديناميكية *Dynamic Programming* – برمجة الأهداف الخطية *Linear programming goals*).

٢. نماذج شبكات الأعمال (أسلوبي التخطيط الشبكي (بيرت– المسار الحرج) *Pert and critical path*– تقنية التقويم البياني و المراجعة *Graphical Evaluation and Review Technique (GERT*)– التخطيط الشبكي بنظرية المجموعات الضبابية *Fuzzy set theory*).

مخطط البحث

تحقيقًا لأهداف البحث الحالي، وطبقًا للمنهجية المتبعة، فإنَّ خطواته قد سارت على النسق الفكري الآتي:

أولًا: الإطار النظري، ويتضمن المحاور التالية:

المحور الأول: الإطار الفكري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم

المحور الثاني: الأسس النظرية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تخطيط التعليم.

المحور الثالث: العلاقة بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

المحور الرابع: تطبيقات الأساليب الكمية في تخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

وينتهي البحث بوضع رؤية استشرافية لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

ومن ثمّ تمّ مُعالجة هذا البحث من خلال المحاور على النحو التالي:

المحور الأول: الإطار الفكري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم.

ويمكن عرض الإطار الفكري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم، من خلال مفهومها، أهميتها، وخصائصها، كما يلي:

أولًا: مفهوم الأساليب الكمية:

يعرف رابح (٢٠٠٧، ١٤٨) الأساليب الكمية على أنها: أساليب رياضية تستخدم لترجمة تصورات اقتصادية وغيرها لتقديرات كمية، بهدف تحديد أفضل طريقة حل لهذه التصورات في ظل قيود معينة وموارد محدودة.

كما تعرف بأنها: علم مرتبط بالنماذج والطرق والمنهجيات العلمية لتحليل المشكلات وتحسين صناعة واتخاذ القرارات داخل المؤسسات التعليمية (Kaniller, 2007, 102).

ويعرف "سوتينان" (Sottinen, 2009, 6) الأساليب الكمية على أنها علم يعتمد على الرياضيات التطبيقية والنمذجه والإحصاءات والخوارزميات للوصول إلى أمثل الحلول للمشكلات المعقدة.

كما يعرفها خليل (٢٠١٠، ٨٠) بأنها: تطبيق الطرق والوسائل والفنيات العلمية لحل المشكلات التي تواجه صانع القرار بشكل يحقق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لتحقيق أهداف أفضل، حيث تتطلب بحوث العمليات التعامل مع النظام ككل.

ويعرف البحث الحالي الأساليب الكمية بأنها: أساليب علمية منهجية تستخدم في التخطيط لحل المشكلات المعقدة التي تواجه التعليم، وذلك عن طريق تحديد المشكلات والمتغيرات التي تؤثر فيها والقيود التي تحكمها، ثم بناء نموذج رياضي للمشكلة (نمذجه المشكلة)، ويتم حل النموذج بأساليب رياضية، ويتم اختيار البديل الأمثل الذي يحقق الأهداف التي يُراد الوصول إليها عند حل المشكلات.

ثانيًا: خصائص الأساليب الكمية

تعتمد الأساليب الكمية على منهج متكامل لتحليل المشكلات ودراستها، وذلك بتعرف الجوانب المختلفة للقضية المدروسة والأهداف المراد تحقيقها والبدائل التي تؤدي إلى الوصول إلى هذه الأهداف، وذلك باستخدام الطرق الكمية المناسبة.

وتهتم الأساليب الكمية ببناء النماذج الرياضية Modeling من أجل تحليل واستنتاج ووضع علاقات بين متغيرات معينة من خلال بناء نماذج رياضية، بحيث يمكن استخدام هذه العلاقات في صورة وصفية أو في طرق تنبؤية مستقبلية حول ظاهرة ما، حيث تطبق بشكل واسع في المؤسسات الصناعية والخدمية الكبيرة، من أجل قياس درجة المخاطرة والصدفة، ومن أجل التنبؤ والمفاضلة بين البدائل المختلفة (رابح، ٢٠٠٧، ١٤٨–١٤٩).

وهناك مجموعة من خصائص الأساليب الكمية، وهي (توفيق، ٢٠٠٩، ٥٠–٥١؛ النجار، ٢٠٠٩، ٥٣؛ Helske and Others, 2024, 390):

١. الشمول: يجب تجميع معلومات شاملة لكل جوانب المشكلة قيد الدراسة.
٢. الدقة: توفير المعلومات حسب طلب المستخدم والموضوع محل البحث.
٣. التوقيت: ورود المعلومات في الوقت المناسب لاستخدامها في اتخاذ القرارات.
٤. الوضوح: يجب أن تكون المعلومات على درجة عالية من الوضوح بسهولة استخدامها.
٥. المرونة: مدي قابلية المعلومات للتكيف بحيث يمكن استخدامها أكثر من مرة.
٦. الموضوعية: أي أنها خالية التغيير لغرض التأثير على مستخدم المعلومات.
٧. اكتشاف مشكلات جديدة للدراسة والبحث.
٨. تبني الأساليب الجديدة والطرق العلمية الحديثة.
٩. الاستفادة من التداخل التخصصي أو فريق التخصص المتكامل.
١٠. الفحص الوظيفي للعلاقات مع النظام الكلي.

١١. ترتكز على الأسلوب المتكامل (تحليل النظم)، ويتطلب ذلك الإحاطة بالجزئيات والترابط والتفاعل بينهما في نظام متكامل.

١٢. يتم اتخاذ القرار بطريقة جماعية في التخطيط لحل المشكلة بطريقة جماعية (فريق عمل)، وليس بطريقة فردية، ويتطلب ذلك تكوين تخصصات غير متجانسة في شكل فرق عمل لمعالجة المشكلة والنظر إليها من جميع الزوايا.

١٣. يعتمد تطبيق بحوث العمليات على النظرة الشمولية للنظام المدروس، حيث تنظر للنظام علي أنه كيان متكامل ذو أهداف شاملة، وليس كوحدات متفرقة، فبحوث العمليات كعلم تطبيقي يُستخدم لحل المشكلات العملية، ويوفر حلولاً كلية للمؤسسة التعليمية، وينظر إليها ككل وليس كجزء.

مما سبق يتضح أن خصائص الأساليب الكمية تؤكد الاعتماد على المنهج العلمي المتكامل في تحديد وتحليل المشكلة، واعتمادها على الفريق الجماعي في العمل، حيث يتطلب كل جزء في المشكلة تخصصاً ما، وكذلك المرونة في تغيير الأهداف حسب الأوضاع المتاحة، والدقة في معالجة البيانات، والشفافية والتوقيت السليم، في توظيف المعلومات والبيانات ومعالجتها، واتخاذ القرار في الوقت المناسب.

ثالثاً: أهمية الأساليب الكمية

يشير كلٌ من (حركات وساسان وكحيلة، ٢٠٠٩، ٥؛ علاب، ٢٠٠٧، ٩-١٠) إلى أن أهمية الأساليب الكمية في التخطيط للتعليم، تتمثل فيما يلي:

١. وسيلة مساعدة على اتخاذ القرارات الكمية باستخدام الطرق العلمية الحديثة.

٢. تهتم بالتخصيص الأمثل للموارد المتاحة.

٣. تعمل وفقاً لقواعد وأسس جديدة للعمل الإداري، وذلك للوصول إلى أفضل المستويات.

٤. تساعد على تناول مشاكل معقدة بالتحليل والحل، والتي يصعب تناولها في صورتها العادية.

٥. تساعد على توفير تكلفة حل المشاكل المختلفة، وذلك بتخفيض الوقت اللازم للحل.

٦. صياغة الأهداف والنتائج ومعرفة مدي تأثر الأهداف بكافة العوامل والمتغيرات، وسهولة معالجة الروابط بين هذه المتغيرات رياضياً للوصول لحلول يسهل تطبيقها.

يتضح مما سبق عرضه أهمية الأساليب الكمية وقدرتها على حل المشكلات المعقدة، وقدرتها على تخفيض الوقت اللازم لذلك، وقدرتها علي تحديد الأهداف، انطلاقاً من العوامل والمتغيرات التي تؤثر في المشكلة، كما تعد وسيلة مساعده في اتخاذ القرار التربوي.

المحور الثاني: الأسس النظرية لتطبيقات لذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم.

ويتناول هذا المحور الأسس النظرية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم، وذلك من خلال: مفهومها، أهميتها، ومتطلباتها، ومزاياها، كما يلي:

أولًا: مفهوم تطبيقات الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي هو أحد علوم الحاسب الآلى التي تبحث عن أساليب برمجية متطورة للقيام بأعمال تحاكي الذكاء الإنساني، فهو علم يبحث أولا في تعريف الذكاء الإنساني وتحديد أبعاده، ومن ثم محاكاة بعض خواصه، ويهدف هذا العلم إلى

فهم العمليات الذهنية المعقدة التي يقوم بها العقل البشرى أثناء قيامه بالتفكير، ومن ثم ترجمة هذه العمليات الذهنية إلى ما يوازيها من عمليات محاسبية تزيد من قدرة الحاسب الآلى على حل المشكلات المعقدة.

ويتكون الذكاء الاصطناعي من كلمتين هما: الذكاء والاصطناعي، فالذكاء هو القدرة على فهم الظروف أو الحالات الجديدة والمتغيرة. أى هو القدرة على إدراك وفهم وتعلم الحالات أو الظروف الجديدة، ويتضمن الكثير من القدرات العقلية المتعلقة بالتحليل، والتخطيط، وحل المشكلات وسرعة المحاكاة العقلية كما يشمل القدرة على التفكير المجرد، وجمع وتنسيق الأفكار والتقاط اللغات وسرعة التعلم. أما كلمة الاصطناعي تطلق على كل الأشياء التي تنشأ نتيجة النشاط أو الفعل الذى يتم من خلال اصطناع وتشكيل الأشياء تمييزا عن الأشياء الموجودة بالفعل (الكيلاني، ٢٠٢١، ٢٢٥٩ – ٢٢٦١).

وعرف حريرى (٢٠٢١، ٣٧٥) تطبيقات الذكاء الاصطناعي بأنها برامج وأنظمة حاسوبية تحاكي الأعمال والمهام التي يقوم بها السلوك البشرى؛ فهو ذكاء يظهر من خلال عمل الآلات وليس الأشخاص عن طريق برامج للحاسب الآلى لديها القدرة على محاكاة السلوك الإنساني الذكي.

كما عرف محمود (٢٠٢١، ١٣٠) تطبيقات الذكاء الاصطناعي بأنها: قدرة الآلات على القيام بمهام معينة تحاكى وتشابه تلك التي يقوم بها الإنسان كالقدرة على التفكير أو التعلم من التجارب السابقة أو غيرها من العمليات التي تتطلب عمليات ذهنية يقوم بها البشر.

كما عرفها حمدي (٢٠٢٣، ٢٣) بأنه قدرة الحاسب الألي الذي يتحكم فيه عن طريق الربوت علي أداء المهام التي ترتبط بالإنسان، مثل القدرة علي التفكير واكتشاف المعني، والتغميم، والتعلم من الخبرات السابقة.

ثانيًا: أهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم

للذكاء الاصطناعي أهمية بالغة في التخطيط للتعليم، من أهمها ما يلي (محمد، ٢٠٢٣، ٤٦؛ عبود، ٢٠٢٤، ١٦٠– ١٦٥)

١. الموضوعية في اتخاذ القرارات الخاصة بالتخصيص أو التوزيع أو التبؤات نظرًا لأن أنظمة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي تتسم بالموضوعية والحيادية، والبعد عن التدخلات الخارجية أو الشخصية.

٢. سيؤدي الذكاء الاصطناعي دورًا كبيرًا في تشخيص المشكلات التي تواجه التعليم، وتحديد أبعادها وجوانبها المختلفة.

٣. زيادة الكفاءة من خلال أتمتة المهام الروتينية وتسريع عملية صنع واتخاذ القرارات التعليمية.

٤. تحسين دقة التبيؤات من خلال تحديد الاحتياجات المستقبلية المختلفة للمؤسسات التعليمية.

٥. تحسين نظام تتبع الطلاب وأعضاء هيئة التدريس والعاملين من خلال الاستعانة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٦. تعزيز التنوع والبعد عن التحيز، وذلك من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تعمل علي تحليل البيانات وتبوبيها بحيادية، وتحديد المشكلات المتوقعة في المستقبل.

٧. الجدولة من خلال جدولة الموارد المتاحة بالمؤسسات التعليمية، والعمل علي توزيعها بشكل منطقي متدرج لتغطية الاحتياجات المستقبلية.

٨. تحليل البيانات الضخمة، حيث يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل البيانات الضخمة المتعلقة بأعداد الطلاب والعاملين وأعضاء هيئة التدريس والموارد المتاحة لتحقيق تخطيط أفضل.

٩. التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية، باستخدام التحليلات التنبؤية، فالذكاء الاصطناعي يساعد على توقع الاحتياجات المستقبلية للمؤسسات التعليمية وفقًا للتغيرات المحيطة.

١٠. من المتوقع أن يعزز استخدام الذكاء الاصطناعي القدرة على المراجعة التاريخية للأداء المؤسسي وفهم العوامل الرئيسية ومحفزات الأداء، إلى جانب القدرة على توقع الخيارات الإستراتيجية وتحديد القيمة المستقبلية بناءً على التجارب الفعلية والمؤشرات المستمدة من الممارسات التطبيقية.

١١. فضلا عن ما يوفره الذكاء الاصطناعي من المساهمة بقوة في مجال التشخيص الجيد للوضع الراهن، وترجمة عمليات التخطيط الإستراتيجية من خلال الأنظمة الإلكترونية (الأتمتة) في تطبيقات الذكاء الإصطناعي بما يساعد على التنبؤ المستقبلي والتوجيه الدقيق للرؤية الاستراتيجية.

١٢. كما يتيح استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي لدعم تحليلات الممارسات بشكل دوري دون تدخل بشري، مما يتيح إمكانية الاستفادة المثلى من الإمكانيات المتاحة والتنبؤ المستقبلي.

مما سبق يتضح أهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي كأدوات مساعدة على التخطيط للتعليم، لما لها من قدرة علي تشخيص الواقع الفعلي الحقيقي للمؤسسات التعليمية دون تجميل، من خلال تحليل البيانات بأكثر من طريقة، والمراجعة الدورية

للبيانات وتعديلها بشكل فوري، والعمل علي توزيع الموارد المتاحة للتعليم، بما يحقق عدالة التوزيع، ومن ثم يكون لها أثر بالغ في صناعة واتخاذ القرارات التعليمية.

ثالثًا: متطلبات توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم

تتعدد متطلبات توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم، ما بين متطلبات مادية وإدارية وبشرية، ويمكن توضيحها كما يلي (التوبجري، الشهراني، ٢٠٢٣، ٤٧– ٥٥):

١. متطلبات مادية: تتمثل في:

- نشر ثقافة أمن الأنظمة والمعلومات.
- تزويد المسئولين بالمعلومات المستخرجة من قواعد البيانات.
- توفير قواعد البيانات الضخمة لحفظ المعلومات والبيانات.
- توفير بنيتة تحتيه تكنولوجية لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- توفير المخصصات المالية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٢. متطلبات إدارية: تتمثل في:

- تطوير الأنظمة الإدارية بما يتناسب مع أساليب صنع القرار الذكي.
- إبرام شراكات مع شركات إنتاج تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- دعم القيادات العليا للتحول لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم.
- اعتماد القرار الذكي في تخطيط التعليم علي مدخلات الخبراء التربويين.
- توفير البرامج التدريبية للتعامل مع تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٣. متطلبات إدارية: تتمثل في:

- دعم القيادات العليا لتطوير أساليب التخطيط التعليمي.
- توفير المختصين في برامج الذكاء الاصطناعي (الدعم الفني).

- توفير الكوادر المؤهلة للتدريب علي تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالتعاون مع خبراء التخطيط التعليمي.
- تقليص مشاركة الإداريين في صنع القرارات الذكية لتخطيط التعليم.
- توفير خبراء تربويين من أساتذة التخطيط للمشاركة في صنع القرارات الذكية للتخطيط التعليمي واتخاذها.

مما سبق يتضح أنه لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم متطلبات، منها متطلبات مادية: تتمثل في توفير البرامج والتقنيات اللازمة، ومتطلبات إدارية: تتمثل في توفير كادر إداري معد لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم، ومساعدة الخبراء.

رابعًا: مزايا توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم

تُعزز وتُسرّع تطبيقات الذكاء الاصطناعي قدرات التخطيط التعليمي بطريقتين رئيسيتين:

١. **تعزيز عملية اتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات:** يتيح الذكاء الاصطناعي تقاربًا وتحليلًا شاملًا للبيانات على نطاق غير مسبوق، وهذا يُعزز عملية اتخاذ القرارات المستندة إلى الأدلة، وهو أمر بالغ الأهمية للتخطيط الاستراتيجي.

٢. **التنبؤ الاستشرافي:** تُوفر التحليلات والمحاكاة التنبؤية التي تُجريها أنظمة الذكاء الاصطناعي معلوماتٍ عمليةً حول السيناريوهات المستقبلية، يُمكّن هذا التنبؤ المؤسسات من تطوير استراتيجياتٍ مُتكيّفة واستشرافية.

ويعود توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم بمجموعة من المزايا علي التعليم، ومنها (غازي، ٢٠٢٣، ١١-١٢، البلوي، ٢٠٢٥، ٥٣٧-٥٣٨):

١. تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي على توفير آليات للتخطيط الإستراتيجي وفقا للمراحل المختلفة ولاسيما في مجالات تشخيص الوضع الراهن، وإعداد التحليل الإستراتيجي، مما ينعكس على توفير الوقت والتكاليف، فضلا عن دقة التحليل.

٢. تزيد أهمية تطبيق الذكاء الاصطناعي عند اتخاذ القرارات في التعلم من التجارب والممارسات التطبيقية في تطوير الخطة الاستراتيجية بمؤسسات الأعمال، نظرًا لما يترتب عليه من آثار لهذه الإستراتيجية والتعامل مع نتائجها بشكل أفضل، مما يمكن قادة القرارات سواء بالسلب أو الإيجاب، نظرا لما يقدمه من فهم أسباب الفرق من الاستفادة من الأخطاء والنجاحات السابقة لتحسين كيفية توجيه النظام والحصول على المعلومات المطلوبة بشكل أكثر دقة وفاعلية.

٣. اتاحة القدرة على استدعاء البيانات الضخمة الفورية وتحليلها وسهولة الحصول على الاستنتاجات الاستراتيجية بحيث يمكن تنفيذ الاستجابة الفورية للأحداث المرتبطة بالأداء الإستراتيجي ولاسيما في مجال الشركات التي يرتبط أدائها بالتطورات السوقية وممارسات المنافسين.

٤. إمكانية الحصول على المعلومات المرتبطة بالممارسات والنتائج المحققة من خلال البحث الآلي المستمر عن البيانات التي سيتم تحديد أنواعها بواسطة العنصر البشري.

٥. تتيح تقنيات الذكاء الاصطناعي إمكانية القيام بعمليات العصف الذهني ولاسيما في المراحل الأولى للتخطيط الإستراتيجي مما يتيح توفير العديد من البدائل والقرارات والتوجهات الإستراتيجية.

٦. إمكانية المراجعة الآلية للممارسات الإستراتيجية التطبيقية من خلال إدخال البيانات وتحديثها باستمرار وفقاً للنتائج الفعلية، مما يتيح القدرة على اتخاذ القرارات وفقا لبيانات ومعلومات محدثة. إمكانية المراجعة الدورية والمستمرة لتحليل البيانات والحصول على الاستنتاجات والافتراضات وفقاً للحالات المختلفة الناتجة عن تنفيذ الخطط الإستراتيجية.

٧. القدرة على مراقبة وتنفيذ الأداء الإستراتيجي وتحليل النتائج باستمرار، والتعرف على انحرافات الأداء والعمل على تطويرها وتحسينها وتعديلها ومن ثم التأكد من تحقيق مؤشرات الأداء الإستراتيجي، بما يمكن المؤسسة من تحقيق استدامة الأعمال.

٨. الكفاءة والفعالية من حيث التكلفة: وذلك من خلال أتمتة المهام المتكررة، والحد من الخطأ البشري، تبسيط عمليات التخطيط للموارد البشرية.

يتضح مما سبق أن توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط للتعليم له مجموعة من المزايا التي تعود علي التعليم ككل من خلال المساهمة الفعالة في تحقيق الأهداف الاستراتيجية للتعليم، فعلي المعلمين توفير الموارد اللازمة

لتحسين جودة التعليم، وعلي الطلاب العمل علي تحسين جودة الخدمات الطلابية بالمدرسة أو الجامعة.

المحور الثالث: العلاقة بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

علاقة التخطيط التعليمي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي علاقة تكاملية ومتزايدة الأهمية في العصر الرقمي، حيث يسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز كفاءة وفعالية التخطيط التعليمي، فالذكاء الاصطناعي لا يخطط نيابةً عن الإنسان، بل يدعم المخطط التربوي بتقديم معلومات دقيقة، وتنبؤات، وتحليلات تساعده على اتخاذ قرارات أفضل وأسرع وأكثر كفاءة.

ويمكن عرض العلاقة التكاملية فيما يلي (Athota and Others, 20, 25؛ Gamboa, Abu & Shio, 2024,393–؛Diwekar, 2020, 23–25 Harvard ؛Ghaffar, Khattak, Shah, & Jehangir, 2024, 438؛395 Business Review, 2022؛Huang& Chen, 2024):

١. **تحليل البيانات لاتخاذ قرارات تربوية دقيقة:** يستخدم التخطيط التربوي البيانات لاتخاذ قرارات استراتيجية (مثل تحديد الاحتياجات التعليمية، توزيع الموارد، تطوير المناهج)، فالذكاء الاصطناعي يعزز هذه العملية من خلال أدوات تحليل البيانات الضخمة، بما يسمح باستقراء الأنماط والتنبؤ بالاحتياجات المستقبلية بشكل أدق.

٢. **التنبؤ بالاتجاهات والاحتياجات المستقبلية:** من خلال تقنيات التعلم الآلي (Machine Learning)، يمكن للذكاء الاصطناعي التنبؤ بنسبة الطلب على

التخصصات، أو معدلات التسرب، أو الحاجة إلى المعلمين في المستقبل، مما يدعم التخطيط بعيد المدى.

٣. **دعم التخطيط الفردي والتخصيص:** يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتخطيط مسارات تعليمية مخصصة للمتعلمين استنادًا إلى قدراتهم واهتماماتهم، بما ينسجم مع مبادئ التخطيط التربوي المتمركز حول الطالب.

٤. **تحسين إدارة الموارد البشرية والتعليمية:** يمكن للذكاء الاصطناعي المساعدة في تخطيط وتوزيع المعلمين وفق الاحتياج الفعلي، وتحليل الكفاءة التدريسية، وتقديم توصيات للتطوير المهني.

٥. **محاكاة السيناريوهات واتخاذ القرار:** بعض نظم التخطيط التربوي المدعومة بالذكاء الاصطناعي توفّر أدوات لمحاكاة السيناريوهات المختلفة (مثل تأثير زيادة عدد الطلاب أو تخفيض التمويل)، مما يساعد صناع القرار على تقييم البدائل بشكل علمي.

٦. **التخطيط لسياسات تعليمية قائمة على الأدلة:** باستخدام نظم دعم القرار المبنية على الذكاء الاصطناعي، يمكن للمؤسسات التعليمية التخطيط لسياسات أكثر استجابة للواقع والبيانات.

ويمكن عرض بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تسهم بشكل كبير في تحليل البيانات والتخطيط التعليمي، كما يلي:

١. **Power BI – Tableau – RapidMiner – IBM Watson Analytics:**
تطبيقات لتحليل البيانات التربوية وتصورها بشكل يساعد في اتخاذ قرارات التخطيط التربوي.

٢. Tableau: أداة تحليل بصري تفاعلي تُستخدم لتحليل الاتجاهات التعليمية ودعم التخطيط الإستراتيجي.

٣. RapidMiner: منصة تعليم آلي يمكن استخدامها لبناء نماذج تنبؤية في التعليم، مثل التنبؤ بالطلب على المعلمين أو معدلات التسرب.

٤. IBM SPSS Modeler: لتحليل البيانات التربوية باستخدام الذكاء الاصطناعي وتوليد تنبؤات تدعم صناع القرار.

٥. **SIMS (School Information Management System)**: أنظمة معلومات المدارس التي تُستخدم في تخطيط الموارد وتوزيع المعلمين والطلاب.

٦. (Open EMIS) نظام إدارة التعليم المفتوح: نظام معتمد في بعض الدول لتخطيط التعليم على المستوى الوطني وتحليل الأداء التعليمي.

٧. Knewton Alta: منصة تعليم تكيفي تستخدم الذكاء الاصطناعي لتخصيص المحتوى للمتعلمين ودعم خطط التعلم الفردية.

٨. Squirrel AI Learning: من الصين، يستخدم الذكاء الاصطناعي لتحديد نقاط القوة والضعف لدى المتعلم وتقديم مسارات تعليمية مخصصة.

٩. Anaplan: منصة تخطيط قائمة على السحابة تُستخدم في قطاعات متعددة، بما في ذلك التعليم، لتخطيط الميزانيات والموارد البشرية.

١٠. SAP Integrated Business Planning for Education: نظام تخطيط متكامل يُستخدم في بعض الجامعات لتوزيع الموارد الأكاديمية والبشرية بكفاءة.

ويمكن عرض مجالات التخطيط التعليمي التي يدعمها تطبيقات الذكاء الاصطناعي، من خلال الجدول التالي:

جدول (١)

مجالات التخطيط التعليمي التي يدعمها تطبيقات الذكاء الاصطناعي

مجال التخطيط التعليمي	دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي فيها
التخطيط للموارد البشرية.	تحديد عدد المعلمين المطلوبين وتوزيعهم جغرافيًا وفق الاحتياج، وتحديد الطلب الاجتماعي، والاحتياجات التربوية المختلفة، والموارد.
التخطيط المالي.	توقع الموازنات، واقتراح تخصيص الموارد وفق الأولويات.
التخطيط الأكاديمي.	تطوير المناهج والمسارات التعليمية بناءً على تحليل احتياجات السوق والطلاب.
التخطيط للبنية التحتية.	اقتراح أماكن بناء مدارس أو جامعات جديدة استنادًا إلى الكثافة السكانية.
التخطيط الاستراتيجي.	التنبؤ بالتحديات المستقبلية واقتراح خطط مرنة قائمة على البيانات الضخمة.

*الجدول من إعداد الباحث

المحور الرابع: الأساليب الكمية في التخطيط للتعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

تواكب الأساليب الكمية لتخطيط التعليم التقدم التكنولوجي والمعلوماتي الهائل، خاصة في علم اتخاذ وصناعة القرار بصفة عامة والقرار التربوي بصفة خاصة؛ نظراً لما تتمتع به من القدرة على بلورة وتحديد المشكلة ذات الطابع الكمي وتحديد جميع جوانبها وأبعادها المختلفة، وكذلك تحديد جميع المتغيرات التي تؤثر فيها ودرجة تأثير كل متغير من المتغيرات، كما تتسم بالنظرة المستقبلية، وتتضح العلاقة بين بحوث العمليات والتخطيط التعليمي باعتبار أن لهما نقطة انطلاق

واحدة، وهي تحديد المشكلة، ومن ثم اتخاذ جميع الإجراءات والتدابير اللازمة لحلها، كما يتفقان في هدفهما العام وهو الاستثمار الأمثل للموارد المتاحة (المادية والبشرية) لتحقيق مجموعة من الأهداف المنشودة للمؤسسة التعليمية (Eiselt & Sandblom, 2022, 34).

وتقوم على استخدام النماذج الرياضية في عرض المشكلة سواء أكانت معقدة أم بسيطة، وتحديد المتغيرات المؤثرة في المشكلة، ويعبر عنها في شكل كمي حسب حاجة النموذج الرياضي، كما تعتمد أيضاً على استخدام نظرية الاحتمالات للوصول لحلول في ظل ظروف عدم التأكد (Hausken, 2024, 359).

وسيتم عرض بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم، فيما يلي

أولًا: البرمجة الخطية Linear Programming

تعد البرمجة الخطية أحد الأساليب الكمية لبحوث العمليات، وسيتم توضيح البرمجة الخطية من خلال عرض النقاط التالية:

١. مفهوم البرمجة الخطية

يُعرف (Panneerselvam, 2023, 35) البرمجة الخطية بأنها: أسلوب رياضي تطبيقي يستخدم كأداة لإيجاد أفضل استخدام للموارد المتاحة لدي المؤسسة التعليمية، ولهذا الأسلوب جانبان هما:

أ- **البرمجة Program:** وتعني إمكانية استخدام الأسلوب لإيجاد البرامج المختلفة لتوزيع الموارد المتاحة لدي المؤسسة، بما يتلاءم مع القيود المفروضة على هذه الموارد، ثم اختيار أفضل هذه البرامج التي تحقق هدف المؤسسة.

ب- **الخطية Linearity:** ويقصد بها أن العلاقات بين المتغيرات المحددة للمشكلة تكون علاقات خطية أي أن استجابة المتغيرات هي استجابة واحدة، وتتفق مع استجابة دالة الهدف.

٢. خصائص البرمجة الخطية

أشار كل من (رندر وستير وبالاكريشان، ٢٠٠٧، ٨١-٨٣؛ Cohen, Lee & Song, 2021, 17) إلى أن هناك أربعة خصائص للبرمجة الخطية تتمثل فيما يلي:

أ- دالة الهدف من خلال تعظيم أو تدني بعض القيم، وهي عادة الربح أو التكلفة لجميع المشكلات التي تواجه المؤسسة.

ب- وجود قيود أو محددات، تحدد الدرجة التي يمكن من خلالها تحقيق الأهداف.

ج-وجود مجموعة من القرارات أو البدائل نختار من بينها لتحديد البديل الأمثل لتحقيق الهدف المرغوب.

د-إمكانية التعبير عن الهدف والقيود التي تتضمنها البرمجة الخطية بواسطة معادلات خطية ومتباينات من الدرجة الأولي.

٣. مكونات نموذج البرمجة الخطية

يتكون نموذج البرمجة الخطية من ثلاثة مكونات (طه،٢٠١١؛ Mohanta and Others, 2024 ؛& Chaubey & Sharanappa & Mishra, 2022 Meng)، وهي:

أ- **متغيرات القرار** "Decision Variables": تعد خطوة تحديد متغيرات القرار للمشكلة هي الخطوة الأساسية في وضع النموذج، والمتغير هو عملية أو نشاط نريد الوصول إلى الكمية المثلي منه، وتمثل متغيرات القرار العناصر غير المعلومة (المجهولة) في المشكلة.

ب- **دالة الهدف** "Objective Function": تمثل دالة الهدف العنصر المطلوب الوصول إليه كهدف لحل المشكلة، وقد تكون تعظيم أو تدني وهي تمثل الإجابة عن السؤال لماذا نحاول حل هذه المشكلة؟

ج- **القيود** "Constraints": القيد عبارة عن "علاقة رياضية بين المتغيرات والموارد النادرة ويكون على شكل معادلة خطية، فإذا كان القيد معادلة فهي ذات جانبين تفصل بينهما إشارة المساواة، أما إذا كان القيد متباينة فهي ذات جانبين تفصل بينهما إشارة أقل من أو يساوي أو إشارة أكبر من أو يساوي".

٤. خطوات بناء نموذج البرمجة الخطية

حدد "ستاشو" Stacho(2014,5) خطوات لبناء نموذج البرمجة الخطية، كما يلي:

أ- **تحديد الأنشطة:** يتم تحليل المشكلة وحصر الأنشطة المرتبطة بها، ومعرفة ما ينفذ من هذه الأنشطة، لكي يتم بعد ذلك اختيار وحدة لقياس مستوي كفاءة كل نشاط.

ب- **تحديد الموارد:** بتحديد المدخلات والمخرجات لكل نشاط، وتحديد الموارد المتاحة لكلٍ منها.

ج- **حساب معاملات المدخل المنتج:** بتحديد كمية المدخلات والمخرجات المطلوبة لكل وحدة من وحدات النشاط، ومع محدودية الموارد نبحث طريقة استعمال الموارد وتوزيعها على الأنشطة المختلفة.

د- **تحديد الشروط الخارجية:** وذلك لتحديد الموارد التي سوف تدخل في تكوين النموذج.

هـ- **الصياغة الرياضية للنموذج:** تتركز الصياغة الرياضية لأسلوب البرمجة الخطية على أمرين مهمين هما :

الأول صياغة دالة الهدف، والثاني صياغة القيود المفروضة على المشكلة.

والصياغة الرياضية لدالة الهدف تأخذ الشكل الأتي-:

$$\text{Max (or Min) } Z=C_1X_1+C_2X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots+C_nX_n$$

طبقاً للقيود الآتية:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 +\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots+ a_{1n}x_n \ (\leq,=,\geq)\ b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 +\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots+ a_{2n}x_n \ (\leq,=,\geq)\ b_2$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 +\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots+ a_{mn}x_n \ (\leq,=,\geq)\ b_m$$

فضلاً عن قيود عدم السلبية التي تكون بالشكل الأتي:

$$X_j \geq 0 \ , \ j=1,2,3,4\ldots\ldots\ldots n$$

حيث إن : c_j معامل المتغير الذي تسلسله j في دالة الهدف.

Xj : متغيرات النموذج (المشكلة).

Aij : معامل المتغير الذي ترتيبه j في القيد الذي ترتيبه i.

$i = 1,2,\ldots\ldots\ldots,m - j = 1,2,\ldots\ldots\ldots,n$

m : تمثل عدد القيود ، n : تمثل عدد المتغيرات.

$$\min \{c^T x \;/\; Ax(\leq \text{ or } = \text{ or } \geq)\; b;\; x > 0\}$$

ثانيًا: البرمجة بالأعداد الصحيحة Programming with Integers

لتوضيح البرمجة بالأعداد الصحيحة يمكن عرض النقاط التالية:

١. مفهوم البرمجة بالأعداد الصحيحة

البرمجة بالأعداد الصحيحة هي برمجة خطية تكون فيها جميع المتغيرات ذات قيمة صحيحة، بدقة أكثر تعد مسألة تكبير أو تصغير دالة خطية (دالة الهدف) ثابتة لمتغيرات ذات قيمة صحيحة، وبصفة عامة مسألة البرمجة الصحيحة هي أكثر صعوبة في الحل الأمثل لمسألة البرمجة الخطية؛ لأنه يمكننا حل مسألة البرمجة الصحيحة بحل متتابعة من مسائل البرمجة الخطية، وفي مسألة البرمجة الصحيحة سوف نسمي أي قيمة صحيحة من المتغيرات التي تحقق دالة الهدف بالحل الموجب (Feasible Solution) ويمكننا أن نسمي مجموعة الحل الموجبة بالمنطقة الموجبة (Feasible Region) (حسن والبياني، ٢٠١٠، ١٤).

٢. أنواع نماذج البرمجة بالأعداد الصحيحة

يمكن تقسيم نماذج البرمجة بالأعداد الصحيحة إلى ثلاثة أنواع أساسية يعالج كل نوع منها مشكلة برمجة خطية معينة، وتتمثل هذه الأنواع في:

أ- **نماذج البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة الكاملة:** ويستخدم في حل مشكلة البرمجة الخطية التي تتطلب التوصل إلى قيم صحيحة غير كسرية لجميع متغيرات النموذج.

ب- **نماذج البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة المختلطة:** تستخدم هذه النماذج في حل المشكلات التي تتطلب ضرورة التوصل إلى مزيج من القيم الصحيحة وغير الصحيحة للنموذج المدروس.

ج- **نماذج البرمجة الخطية بالصفر والواحد:** تستخدم هذه النماذج في حل المشكلات التي تهدف للوصول لحل للمتغيرات، وذلك الحل يكون صفرًا أو واحدًا (Taha, 2007,349-350).

ثالثًا: البرمجة غير الخطية Nonlinear Programming

تعد البرمجة غير الخطية أحد أساليب البرمجة الرياضية التي تتعامل مع دالة هدف غير خطية أو قيود غير خطية أو الاثنين معاً، وتتكون من ثلاثة مكونات وهي: دالة الهدف، والقيود، والمتغيرات المؤثرة في المشكلة قيد الدراسة.

ويشير غنيم (٢٠٠٩، ٣٧٨) إلى وجود ثلاثة فروق بين البرمجة غير الخطية و البرمجة الخطية، وهي:

- المتغيرات: حيث تأخذ المتغيرات في دالة الهدف أو في القيود الشكل الخطي.
- الحلول: تكون حلول البرمجة الخطية عبارة عن أركان فئة مغلقة بينما حلول البرمجة غير الخطية تكون المنطقة بأكملها.
- القيود: تتساوي عدد القيود مع المتغيرات في البرمجة الخطية بينما لا يتحقق ذلك في البرمجة غير الخطية.

رابعًا: البرمجة الديناميكية Dynamic programming

تعرف البرمجة الديناميكية بأنها التخطيط عبر الفترات الزمنية، فهي تهتم بالقرارات المؤثرة في الظواهر التي تتعلق بالزمن (Jensen, 2004).

ويعرفها صالح (٢٠٠٤، ٣٢٩) بأنها أسلوب رياضي يستخدم في حل المشكلات التي تتضمن سلسلة من القرارات المتعاقبة والمتتابعة، حيث تزيد من كفاءة العمليات الحسابية المتعلقة بالنماذج الرياضية، وذلك عن طريق تجزئة المشكلة الأصلية إلى مجموعة من المشكلات البسيطة التي يسهل حلها.

وتهدف البرمجة الديناميكية إلى التوصل إلى الحل الأمثل لمجموعة من المشكلات التي تتسم بتعدد المراحل التي يتم فيها اتخاذ قرارات معينة تتعلق بمتغيرات معينة، بتحويل المشكلات الكبري إلى مشكلات جزئية، وبالتوصل لحل للمشكلات الجزئية نكون قد توصلنا لحل للمشكلة الكبرى (غنيم،٢٠٠٩، ٥٤٩).

وتوجد طريقتان لحل نموذج البرمجة الدينامكية، وهما الطريقة العكسية والطريقة الأمامية، حيث تعتمد الطريقة الأمامية على البحث عن الحل الأمثل للمشكلة قيد الدراسة والتحليل على مراحل تبدأ من نقطة النهاية في اتجاه عكسي عن طريق فحص البدائل المتاحة حتي نصل لنقطة البداية، بينما الطريقة الأمامية عكس ذلك، حيث تبدأ بتقويم البدائل واتخاذ القرارات على مراحل متتالية على أن تكون نقطة البداية هي المرحلة الأولي بدلاً من كونها المرحلة الأخيرة (غنيم، ٢٠٠٩، ٥٥١).

خامسًا: نموذج برمجة الأهداف الخطية Linear programming goals

وسوف يتناول البحث فيها مفهومها، خصائصها، وطرق حلها، كما يلي:

١. مفهوم برمجة الأهداف الخطية

نموذج البرمجة الخطية متعددة الأهداف هو "أسلوب رياضي صُمم لمساعدة الإدارة في تحديد أفضل استخدام للموارد في ظل تعدد الأهداف دون الحاجة إلى تحديد قيم هذه الأهداف مسبقاً"، فنموذج البرمجة الخطية متعددة الأهداف هو أحد أساليب بحوث العمليات الذي يهدف إلى معالجة المشاكل الإدارية ذات الأهداف المتعددة، وذلك من خلال تعظيم أو تدني عدد من الأهداف دون الحاجة إلى تحديد أولويات هذه الأهداف أو ترتيبها حسب الأهمية النسبية، وحل هذا النموذج بمثابة مجموعة من الحلول ذات الكفاءة، وعلى متخذ القرار اختيار ما يراه مناسباً (Dorfman, 2022, 24).

ويعرف غنيم (٢٠٠٩، ٣٤٨) نموذج البرمجة الخطية متعددة الأهداف بأنه أسلوب رياضي يهتم بتحليل المشكلات بهدف تخصيص مجموعة من الموارد المتاحة والنادرة لمجموعة من الأهداف المتعددة التي تسعي المؤسسة لتحقيقها، سواء أكانت متعارضة أم متناسقة.

ويعتمد أسلوب البرمجة بالأهداف على تحديد أولوية كل هدف، ثم تحديد وزن محدد لكل هدف ضمن مستوي الأولوية، ثم البحث عن حل يصغر المجموع الموزون لانحرافات دوال الهدف عن أهدافها الخاصة، فمتغيرات الإنحراف الموجبة والسالبة للقيود توضع بدل وظيفة الهدف، وهي ما يراد تخفيضها(كاظم، ٢٠٠٩، ٢٠٤).

والبرمجة بالأهداف هي امتداد للبرمجة الخطية، وهي عبارة عن إطار تحليلي لصانع القرار يُمكن استخدامها لتوفير الحلول المثلي لأهداف متعددة ومتضاربة، حيث يستخدم هذا الأسلوب البسيط لإيجاد الحل الأمثل للمشكلات متعددة الأبعاد في

ضوء مجموعة معينة من القيود التي يتم التعبير عنها في شكل خطي، والتي تُدرس بموضوعية وفق الظروف المحيطة بالمشكلة، أي يتم التعامل مع من هم خارج سيطرة الإدارة عن القيود، وعلاوة على ذلك يتم تعيين كل هدف على مستوي مرضٍ والتي قد لا تكون بالضرورة أفضل نتيجة يمكن الحصول عليها Aounini, 2007, 128 & Larbani).

٢. خصائص البرمجة الخطية متعددة الأهداف

حدد غنيم (٢٠٠٩، ٣٩٤) ثلاث خصائص للبرمجة الخطية متعددة الأهداف وهي:

أ- تحقيق أهداف متعددة سواء أكانت متعارضة أم متناسقة.

ب- يمكن التعبير عن الأهداف في صورة رتب وأولويات.

ج- تهدف برمجة الأهداف إلى تخفيض الانحرافات بين الأهداف المحققة والأخرى المستهدفة إلى أقصي حد ممكن قد يصل إلى الصفر.

وتهدف برمجة الأهداف المتعددة (Programming multiple objectives) إلى الوصول لحلول المشكلة ، وذلك من خلال مجموعة من الأهداف القابلة للقياس والمتضاربة في بعض القيود .(Larbani & Aounini,2007,127)

٣. طرق حل نموذج البرمجة الخطية متعددة الأهداف:

يشير طه (٢٠١١، ٥١١) إلى أن هناك طريقتين لحل نموذج برمجة الأهداف، وهما:

أ- طريقة الأوزان Weights Method: تعتمد هذه الطريقة على تكوين دالة هدف واحدة تتكون من المجموع المرجح للأهداف، وبعد ذلك تتحول المسألة إلى مسألة برمجة خطية عادية.

ب- طريقة الأولويات Preemptive: تعتمد هذه الطريقة على إيجاد القيم المثلي للأهداف، واحداً بعد الآخر، حيث تعتمد هذه الطريقة على ترتيب الأهداف حسب أولوياتها وحسب أهميتها النسبية، وتتشابه هذه الطريقة مع طريقة السمبلكس(Simplex).

سادسًا: تطوير نماذج البرمجة في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي

تم توظيف برنامج Quantitative Systems for Business (Win QSB) في تطوير أساليب البرمجة، ويمكن توضيح ذلك فيما يلي:

يعرف برنامج (Win QSB) على أنه النظام الكمي للأعمال، وهو من التطبيقات الجاهزة التي تتلاءم مع أنظمة التشغيل (Windows)، حيث صُمم هذا البرنامج خصيصًا لاتخاذ القرارات التي تخص المشاكل الإدارية وأنظمة الإنتاج، فضلًا عن تقييم المشاريع ومراقبة الجودة والمحاكاة (Brandimarte, 2012, 21).

فبرنامج (Win QSB) هو برنامج متخصص في تحليل البيانات والنمذجة الرياضية والإحصائية المستخدمة في المجالات التجارية، ويهدف البرنامج إلى مساعدة المحللين والباحثين في اتخاذ قرارات مستنيرة باستخدام أساليب تحليل كمية متقدمة، ويتميز Win QSB بكونه أداة مرنة وسهلة الاستخدام لتطبيق الأساليب الرياضية والإحصائية في تحليل البيانات التعليمية.

١- **أهمية البرنامج: تتمثل أهمية برنامج (Win QSB) فيما يلي:** (Wibowo & Maimunah, 2023, 1633)

- يقوم البرنامج بجمع كافة تطبيقات بحوث العمليات والتطبيقات الإدارية، الاحصائية والمحاسبية.

- سهولة حل النماذج الرياضية المعقدة التي تتميز بها النماذج التي تصف تلك التطبيقات.
- يعطي البرنامج تفسيرات لنتائج وحلول تلك المشكلات الرياضية، كذلك يتميز بإمكانية عالية في تمثيلها بشكل رسوم بيانية.

٢- **مميزات البرنامج:** تتمثل مميزات برنامج Win QSB فيما يلي: (Wibowo & Maimunah, 2023, 1635)

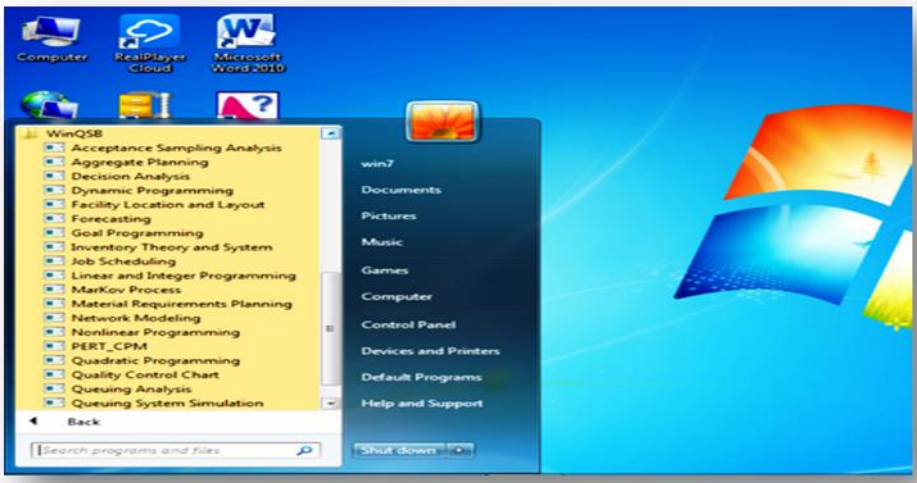
- **التحليل الإحصائي:** يوفر مجموعة واسعة من الأدوات لتحليل البيانات الإحصائية مثل المتوسطات والإنحرافات المعيارية، وتحليل التوزيعات، واختبارات الفرضيات، واختبارات التباين، وغيرها من الأدوات الإحصائية الأساسية.
- **النمذجة الرياضية:** يستخدم البرنامج الأساليب الرياضية لتصميم نماذج كميّة وتحليل سلوك النظام التجاري، كما أنه يُمكن المستخدمين من بناء نماذج للتنبؤ بالنتائج المستقبلية بناءً على البيانات التاريخية.
- **تحليل الانحدار:** يدعم البرنامج أساليب التحليل الانحداري التي تستخدم لتحديد العلاقة بين المتغيرات وتحليل تأثير المتغيرات المستقلة على المتغيرات التابعة.
- **النمذجة التنبؤية:** يمكن للبرنامج استخدام تقنيات التنبؤ مثل تحليل السلاسل الزمنية والنماذج الإحصائية الأخرى لتوقع الاتجاهات المستقبلية في الأسواق والبيانات التعليمية.

- **تحليل القرارات:** يدعم البرنامج أدوات اتخاذ القرارات بناءً على البيانات الكمية، مما يسمح بتحليل خيارات القرار المختلفة والتنبؤ بنتائج كل خيار.
- **محاكاة مونت كارلو:** يتضمن البرنامج أدوات لمحاكاة العمليات العشوائية باستخدام أسلوب مونت كارلو، وهو أسلوب يستخدم لتقدير الاحتمالات وقياس المخاطر التي تواجه التعليم.
- **التحليل متعدد المتغيرات:** يمكن للبرنامج التعامل مع البيانات المعقدة التي تحتوي على العديد من المتغيرات، مما يساعد علي تحليل العلاقات بين هذه المتغيرات بشكل فعال.
- **توليد التقارير:** بعد إجراء التحليل، يوفر البرنامج إمكانية توليد تقارير مفصلة تحتوي على النتائج والرسوم البيانية التي تتيح للمستخدمين فهم البيانات واتخاذ القرارات بناءً عليها (Oliveira, 2011, 671).

ويمكن الدخول إلى البرنامج من خلال قائمة البدء (Start)، ومن ثم اختيار البرامج (Programs)، وبوضع المؤشر على البرنامج سوف نحصل على القوائم بالبرامج الفرعية أو الجزئية التي يتألف منها برنامج Win QSB، ويمكن تحميل البرنامج من خلال الرابط التالي: https://winqsb.ar.uptodown.com/window...وشكل البرنامج موضح في الشكل (١):

شكل(١) الوجهة الرئيسية لبرنامج Win QSB

ويمكن توضيح البرامج الفرعية لبرنامج Win QSB، من خلال الشكل (٢) التالي:



شكل(٢) البرامج الفرعية ضمن برنامج Win QSB

وساهمت تقنيات البرمجة في تحسين الجودة وإدارة المخاطر من خلال تقليل المخاطر المرتبطة بالعمليات مثل ادارة الجودة الشاملة، تصميم التجارب، تحليل المخاطر وتصميم النظم المرنة لتساعد على الإبتكار وتطوير مخرجاتها، فربط تقنيات

البرمجة الخطية بالذكاء الاصطناعي يساهم في تطوير الأنظمة والتقنيات التي تتميز بالقدرة على التعلم والتفكير واتخاذ القرارات بشكل مشابه للإنسان على سبيل المثال (استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات التخطيط والتحليل في مشكلات البرمجة الخطية، إذ يمكن للنظم الذكية تحليل البيانات وتحديد النماذج والعلاقات الرياضية المعقدة التي تسيطر على المشكلة، وبالتالي يمكن للنظام الذكي اقتراح حلول محتملة وتحسين الخطط القائمة (سلمان، ٢٠٢٤، ٥٦).

إن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في البرمجة الخطية يفتح آفاقًا جديدة للتحسين ويضع الأساس للتعامل مع المشاكل المعقدة في العالم الواقعي، لقد أظهرت الشبكات العصبية والخوارزميات الجينية وتعلم التعزيز قدرتها على تعزيز كفاءة وفعالية وقوة حلول البرمجة الخطية. رغم أنه لا يزال هناك الكثير من البحث الذي يجب القيام به، والتحديات التي يجب التغلب عليها، فإن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي مع البرمجة الخطية يحمل وعدًا هائلًا للصناعات والقطاعات التي يعتمد فيها التحسين، مع تقدم التكنولوجيا وتحسن الخوارزميات، يمكننا التطلع إلى مستقبل تصبح فيه البرمجة الخطية المدعومة بالذكاء الاصطناعي النهج الافتراضي لحل مشكلات التحسين (Gauthier & Bollt & Griffith & Barbosa, 2021, 12–13) .

وقد أوصت دراسة (Gupta & Sinha, 2020, 904) بضرورة اعتماد نهج الخوارزمية الجينية (GA) لحل مشكلات التخطيط الأكاديمي مع نموذج برمجة الأهداف، حيث تُعتبر المشكلات الواقعية ذات المعايير الكسرية معقدة للغاية بحيث لا يمكن حلها باستخدام أسلوب البرمجة الخطية التقليدي، ومن هنا تأتي أهمية

الخوارزمية الجينية، حيث يتميز بانخفاض الحمل الحوسبي والتعقيد، علاوة على ذلك، يمكن التوصل بسهولة إلى قرار شبه أمثل باستخدام هذه التقنية العالمية للبحث المستلهمة من الانتقاء الطبيعي والوراثة السكانية، وعلى نطاق أوسع، يمكن توسيع نطاق هذا النموذج ليشمل مجالات تخطيطية أخرى إلى جانب توزيع الكوادر الأكاديمية، مثل تخطيط المناهج الدراسية، الجداول الزمنية، والتخطيط للموارد المالية وغيرها.

كما اقترحت دراسة (El Yessefi & Cherrat & Ech-Charrat & Ezziyyani, 2024, 1443) نظام لدعم اتخاذ القرار يستخدم الخوارزميات الجينية لزيادة كفاءة وموضوعية التخطيط لمسار الحياة الأكاديمية، ويقوم النظام بتحليل مجموعة بيانات تتضمن معلومات عن الوحدات الدراسية، الوحدات الدراسية الفرعية، الكفاءات، وأهداف التعلم. تستخدم الخوارزميات الجينية، التي تشمل عمليات الطفرة، التزاوج، والاختيار، لتوليد مسارات دراسية متناسقة ومناسبة.

وتهتم كل من منهجيات الذكاء الاصطناعي والأساليب الكمية للتخطيط بتطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي لحل المشكلات الرياضية الصعبة، لا سيما في مجال التخطيط للتعليم، حيث تعتمد على مجموعة من الصيغ الرياضية مثل نماذج البرمجة المقيدة، والنماذج المنطقية، ولغات البرمجة البيانية والدالية مثلProlog، Lisp، Bayesian، وركزت نماذج بحوث العمليات على صيغ أكثر سهولة، مثل البرمجة الخطية، لتحديد الحلول المثلى للمشكلات المحددة جيدًا بشكل عام، فتقنيات الذكاء الاصطناعي توفر صيغ متنوعة وذات مرونة (Abdul Ameer & Salman and Kamel, 2022,640).

ويمكن الربط بين الذكاء الاصطناعي والبرمجة باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل أكثر فاعلية، إذ تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل الخوارزميات الجينية(Genetic Algorithms) والشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks)والبحث الذكي (Intelligent Search) في حل مشكلة البرمجة الخطية بشكل أكثر فاعلية ودقة، من خلال:

أولًا: الخوارزميات الجينية (Genetic Algorithms):

هي تقنيات حوسبة مستوحاة من عمليات الإنتقاء الطبيعي في الطبيعة، وتستخدم لحل المشكلات المعقدة التي يصعب حلها باستخدام الطرق التقليدية، وتعتمد الخوارزميات الجينية على فكرة التطور الطبيعي، حيث يتم "توليد" حلول مختلفة للمشكلة، ثم يتم اختيار أفضلها لتطوير أجيال جديدة من الحلول عبر عمليات مشابهة للإنتقاء الطبيعي (Hadi and Shaheed, 2020, 190)

فالخوارزمية الجينية هي تقنية حسابية تطويرية تعمل على حل المشكلات تلقائيًا دون الحاجة إلى تعريف الكمبيوتر بكيفية القيام بذلك، حيث تعد منهجية مستقلة تجعل أجهزة الكمبيوتر تحل المشكلات تلقائيا، ولبناء نموذج الخوارزمية الجينية يشترط أن يتم توفير مشكلة قابلة للحل اذ تعد الخوارزمية الجينية طريقة إرشادية وتقنية تحسين (Optimization) لحل مشكلة البرمجة الخطية من خلال محاكاة عملية التطور الطبيعي مبدأ الانتقاء الطبيعي (Natural Selection) هو القدرة على التحمل والتكاثر حسب الافضلية للأفراد بسبب الاختلافات في النمط الظاهري، وهو الآلية الرئيسة للتنمية، والتغيير في السمات الأبوية للسكان مع مرور الوقت.

وعليه يجب معرفة بعض المصطلحات الخاصة بمفهوم الخوارزمية الجينية، وهي كالتالي:

(Gen & Lin, 2023, 640 ؛Sohail, 2023, 1008)

- **الكروموسوم Chromosome**: مجموعة من الجينات تحتوي على الحل على شكل جينات.
- **الجين Gene**: الجين جزء من الكروموسوم ويحتوي الجين على جزء من الحلول وهو يقيم الحل، مثال: ١٣٤٢٦ هو كروموسوم ثم ١، ٢، ٣، ٤، ٥ و٦ هي جيناته.
- الفرد Individual : يشابه الكروموسوم.
- **السكان Population** : عدد الأفراد الموجودين بنفس طول الكروموسوم.
- **مساحة البحث**: عندما نحل أي مشكلة، نريد معرفة بعض الحلول التي تعد الأفضل من بين الحلول الأخرى، لذا فإن المساحة المخصصة لكل الحلول الممكنة تسمى مساحة البحث.
- **(اللياقة) Fitness**: هي قيمة مخصصة للفرد وتعتمد على مدى بعد الفرد أو قربه من الحل.
- **دالة اللياقة Fitness function**: دالة لتقييم مدى قرب الحل المعطى من الحل الأمثل للمشكلة المطلوبة، وهي مهمة فهي تعد دالة ربط بين المشكلة والخوارزمية. فكلما كانت الدالة كبيرة كانت كفاءة الكروموسوم أكبر.

- **التطور**: اختيار الأفراد لتكوين الجيل القادم.
- إعادة التركيب أو العبور الكروموسومي Recombination or crossover: فجينات الوالدين تشكل بطريقة ما الكروموسوم الجديد بالكامل.
- الترميز Encoding: تسمى العملية المستخدمة لتمثيل الحل في شكل سلسلة بالترميز وهو يحمل المعلومات الضرورية. وكما هو الحال في الكروموسوم، يمثل كل جين خاصية معينة للحل.
- طريقة الترميز Encoding method: هناك عدة طرق للترميز، ولكن في الخوارزمية الجينية الطريقة الأكثر استخدامًا للترميز هي الترميز الثنائي، فالكروموسومات عبارة عن سلسلة من ١ و٢، ويمثل كل موضع في الكروموسومات خاصية معينة للمشكلة.
- الطفرة Mutation: تطور ذرية جديدة في كل نقطة موضع في الكروموسوم.

وتعمل الخوارزميات الجينية، كما يلي (Singhl & Damaschke & Dehrotra, 2017, 50**):**

- **التمثيل الجيني**: في البداية، يتم تمثيل كل حل ممكن للمشكلة كـ "كود جيني"، وغالبًا ما يُمثل بحروف أو أرقام أو سلسلة من القيم التي تمثل الحلول.
- **التقييم**: يتم تقييم كل حل باستخدام دالة تسمى دالة التقييم أو دالة اللياقة (fitness function)، وهي تقيس جودة الحل.

- **الاختيار**: يتم اختيار حلول أكثر ملاءمة بناءً على تقييم دالة اللياقة، ثم يتم انتقاء أفضل الحلول للتكاثر.
- **التكاثر (التهجين)**: يتم دمج حلول متعددة (عن طريق التهجين أو التزاوج) لإنتاج حلول جديدة، حيث يتم تبادل أجزاء من الجينات بين الحلول المتنوعة لإنشاء جيل جديد من الحلول.
- **التحور**: أحيانًا يتم تعديل الجينات بشكل عشوائي في عملية تسمى التحور لإدخال تنوع في الحلول.
- **التكرار**: يتم تكرار العملية عدة مرات، وتُستخدم الأجيال المتعاقبة لتحسين الحلول مع كل جيل.

وتتعدد تطبيقات الخوارزمات الجينية في التخطيط للتعليم، وذلك من خلال (Kučak, Juričić, & Đambić, 2019, 345– 347):

١. **تحسين الاحتفاظ بالطلاب وتعظيم العوائد الطلابية:** فتحديد الطلاب "المعرضين للخطر" مبكرًا، يمكن للجامعات والكليات اكتشاف هؤلاء الطلاب والتواصل معهم لمساعدتهم على أن يكونوا أكثر نجاحًا، ويعد الاحتفاظ بالطلاب جزءًا أساسيًا من العديد من أنظمة التسجيل، ويؤثر في معظم جوانب معايير الجامعة: كالسمعة، والمالية، والترتيب. فالاحتفاظ بالطلاب أصبح أمرًا مهمًا للغاية بالنسبة للمديرين في المؤسسات التعليمية العليا. هناك دراسات قليلة طوّرت نماذج للتنبؤ بالأسباب التي تؤدي إلى انخفاض عدد الطلاب.

٢. **تحليل بيانات الطلاب:** يتعين على المؤسسات التعليمية تقديم تعليم عالي الجودة لطلابها، فإحدى الطرق الأكثر شيوعًا اليوم لتحقيق أعلى مستوى من الجودة في النظام التعليمي هي اكتشاف المعرفة للتنبؤ بتسجيل الطلاب في دورة معينة، وتقوم المؤسسات التعليمية بجمع كميات كبيرة من بيانات الطلاب، ويمكن استخدام الخوارزمية الجينية لاستخراج هذه المعلومات.

٣. **دعم الهيئة الأكاديمية:** هناك العديد من التحديات في سياق التعليم العالي حيث اقترح المؤلفون نماذج تعتمد على الخوارزميات الجينية، ومن الأمثلة على ذلك إنشاء أنظمة تخصيص الموارد مثل جداول مواعيد الجامعات، وبناء أنظمة توصية للطلاب، وإنشاء اختبارات تقييم آلية. تواجه المؤسسات التعليمية العليا تحديًا عندما يتعلق الأمر بجدولة الموارد والأحداث، فالجدولة هي نوع من المشاكل التي يجب فيها تخصيص الأحداث (الدروس، والامتحانات، والدورات، والطلاب، والأساتذة، وما إلى ذلك) إلى عدد من الفترات الزمنية بحيث يتم تجنب تعارضات في استخدام مجموعة معينة من الموارد (الفصول الدراسية، وما إلى ذلك)، وتُستخدم الخوارزميات الجينية كثيرًا لإنشاء حلول آلية لحل مشكلة إنشاء الجداول الزمنية.

ويمكن أيضًا تطبيق الخوارزميات الجينية في إدارة تكاليف التعليم أو موازنة التعليم، وهي تحديات شائعة في المؤسسات التعليمية، سواء كانت مدارس أو جامعات، **وفيما يلي مثال:** يركز على تحسين تخصيص الميزانية في التعليم.

الهدف:

تحقيق أفضل توزيع للموازنة المخصصة للتعليم بين مختلف الأنشطة التعليمية (مثل الأجور والمرتبات، المعدات، البنية التحتية، الأنشطة اللاصفية) بحيث يتم تقليل التكاليف وزيادة الكفاءة التعليمية دون التأثير على جودة التعليم، **وتتمثل الخطوات العملية لذلك فيما يلي:**

١. **تمثيل المشكلة:** ويتم فيها تحديد

المدخلات:

- الميزانية المتاحة: مقدار المال الذي يمكن تخصيصه على مختلف الأنشطة.
- الأنشطة المختلفة التي تحتاج إلى تمويل: مثل الرواتب (المعلمين، الإداريين)، شراء المعدات، تحسين المباني أو المرافق، الأنشطة الطلابية، تدريب المعلمين، إلخ.
- القيود والحدود: مثل حدود الإنفاق على كل نشاط، وضرورة الحفاظ على مستوى معين من جودة التعليم، وتوافر الأفراد أو الموارد.

الهدف: تخصيص الميزانية بين الأنشطة المختلفة بشكل يحقق أقصى استفادة ممكنة مع الالتزام بالقيود المالية.

٢. **تمثيل الحلول الجينية**

في هذا السياق، يمكن تمثيل كل حل جيني كمصفوفة أو مجموعة من القيم التي تمثل النسب المئوية أو المبالغ المخصصة لكل نشاط.

على سبيل المثال: **الأجور والمرتبات:** ٤٠٪ من الميزانية، **المعدات:** ٢٥٪ من الميزانية، **الأنشطة اللاصفية:** ١٥٪ من الميزانية، **البنية التحتية:** ١٠٪ من الميزانية، **تدريب المعلمين:** ١٠٪ من الميزانية.

مثال على الحل الجيني: [40%, 25%, 15%, 10%, 10%]

حيث:

40% مخصصة للرواتب.

25% مخصصة لشراء المعدات.

15% مخصصة للأنشطة الطلابية.

10% مخصصة للبنية التحتية.

10% مخصصة لتدريب المعلمين.

٣. **دالة التقييم**(Fitness Function)

دالة التقييم ستقوم بتقييم الحلول بناءً على مجموعة من المعايير التي تعكس كفاءة تخصيص الميزانية:

- **جودة التعليم:** يجب أن يضمن تخصيص جزء مناسب من الميزانية لتحسين جودة التعليم، مثل رواتب المعلمين والتدريب.
- **الكفاءة الاقتصادية:** يجب تقليل الهدر وضمان تخصيص الموارد بشكل يعظم الفائدة.
- **القيود:** التأكد من أن التخصيص يتماشى مع القيود المالية المفروضة على الأنشطة.

- **تحقيق الأهداف:** التأكد من أن كل قطاع يحصل على التمويل الكافي لضمان استمراريته وتحقيق أهدافه.

على سبيل المثال: إذا كانت الرواتب مخصصة أقل من ٣٥٪ في الحل، فإن دالة اللياقة قد تعطي هذا الحل درجة منخفضة لأن ذلك قد يؤثر سلبًا في جودة التعليم.

إذا كانت نسبة تخصيص الأنشطة الطلابية تزيد عن ٢٠٪ من الميزانية، فقد تعتبر دالة التقييم ذلك غير مناسب إذا كانت الأنشطة اللاصفية ليست ذات أولوية عالية.

٤. التكاثر

يتم دمج حلول متعددة التي تمثل توزيعات ميزانية مختلفة لإنشاء حلول جديدة، على سبيل المثال، يمكن أخذ جزء من تخصيص الميزانية لحل معين (مثل تخصيص أكثر للرواتب) وجزء آخر من حل آخر (مثل تخصيص أكثر للأنشطة الطلابية) لإيجاد جيل جديد من الحلول.

مثال على التكاثر:

الأب الأول: [40%, 25%, 15%, 10%, 10%]

الأب الثاني: [30%, 30%, 10%, 20%, 10%]

بعد التكاثر: [35%, 27.5%, 12.5%, 15%, 10%]، حيث تم دمج تخصيص الميزانية بين الأب الأول والثاني.

٥. التحور

التحور هو عملية تغيير عشوائي لقيمة معينة في الحل الجيني، قد يتم تغيير النسبة المئوية المخصصة لأحد الأنشطة بشكل عشوائي لزيادة التنوع والبحث عن حلول أفضل.

مثال على التحور:

الحل قبل التحور: [40%, 25%, 15%, 10%, 10%]

الحل بعد التحور: [40%, 30%, 10%, 10%, 10%]

حيث تم زيادة النسبة المخصصة للمعدات إلى ٣٠٪ عن طريق التحور.

٦. **التكرار والتقييم المستمر**

يتم تكرار عملية التكاثر والتحور عبر عدة أجيال في كل جيل، يتم تقييم الحلول باستخدام دالة التقييم، ويُختار الحل الأفضل وفقًا للمعايير الموضوعة.

٧. **اختيار أفضل الحلول**

بعد عدة أجيال من التكرار، يتم الوصول إلى أفضل حل جيني يمثل التوزيع الأمثل للميزانية بين الأنشطة المختلفة.

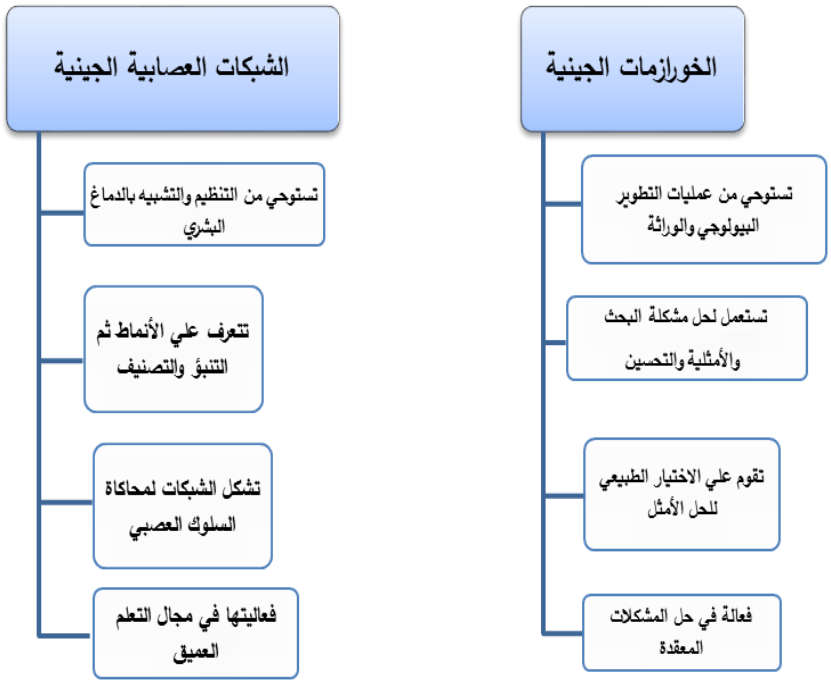
النتيجة:

بعد عدة أجيال من الخوارزميات الجينية، سيتم الوصول إلى أفضل توزيع للميزانية بحيث يتم تلبية الاحتياجات الأساسية لكل جانب من جوانب العملية التعليمية (الرواتب، المعدات، الأنشطة الطلابية، إلخ) مع الحفاظ على الكفاءة الاقتصادية وضمان تحقيق أهداف التعليم.

على سبيل المثال، قد تكون النتيجة النهائية هي تخصيص ٤٥٪ للرواتب، ٢٠٪ للمعدات، ١٥٪ للأنشطة الطلابية، ١٠٪ للبنية التحتية، و١٠٪ لتدريب المعلمين، مما يعكس التوازن بين جودة التعليم والاستدامة المالية.

ثانيًا: الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks – ANN)

هي نموذج رياضي مستوحى من الشبكات العصبية البيولوجية التي توجد في دماغ الكائنات الحية، تستخدم الشبكات العصبية الاصطناعية بشكل رئيسي في تعلم الآلة، وتُعد واحدة من التقنيات الأساسية في الذكاء الاصطناعي (AI) لحل العديد من المشكلات المعقدة مثل التصنيف، التنبؤ، ومن أمثلة ذلك التنبؤ بالطلب الاجتماعي على التعليم فهو عملية تهدف إلى تحديد الاحتياجات المستقبلية للمجتمعات من التعليم استنادًا إلى مجموعة من العوامل الاجتماعية، الاقتصادية، والثقافية، والشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) يمكن أن تكون أداة فعالة في هذه العملية لأنها قادرة على تحليل البيانات الكبيرة والمعقدة واكتشاف الأنماط والاتجاهات التي قد تكون غير واضحة باستخدام الأساليب التقليدية (Rivas & Gonzalez–Briones & Hernandez& Prieto & Chamoso, 2021, 716)، ويمكن توضيح الفروق بين الشبكات العصابية الجينية والخورازمات الجينية، كما هو موضح بالشكل التالي:



شكل(٣)

الفروق بين الخورازمات الجينية والشبكات العصبية الاصطناعية (إعداد الباحث)

وتتمثل الخطوات العملية لاستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بالطلب الاجتماعي على التعليم في:

الهدف هو التنبؤ بمقدار الطلب على التعليم في منطقة معينة بناءً على مجموعة من العوامل التي تؤثر على قرار الأسر بالالتحاق بالمدارس أو الجامعات، وهذه العوامل قد تتضمن:

- **التركيبة السكانية:** (مثل حجم السكان، الفئة العمرية، مستوى التعليم في المجتمع).
- **المستوى الاقتصادي:** (الدخل المتوسط، معدل البطالة، دخل الأسرة).

- **السياسات الحكومية:** (مثل الدعم الحكومي للتعليم، أو القوانين التي تتعلق بإلزامية التعليم).
- **العوامل الثقافية:** (القيم الاجتماعية تجاه التعليم، العوامل الدينية).
- **تكنولوجيا المعلومات:** (الوصول إلى الإنترنت، التعليم الإلكتروني، استخدام تكنولوجيا التعليم).

الخطوات الرئيسة لاستخدام الشبكات العصبية في التنبؤ بالطلب الاجتماعي على التعليم :وتتضمن

١. جمع البيانات المدخلة:(Input Data)

تحتاج الشبكة العصبية إلى مجموعة من البيانات التي تمثل العوامل المؤثرة في الطلب الاجتماعي على التعليم، وتتمثل بعض الأمثلة على البيانات المدخلة والتي يمكن استخدامها:

العوامل السكانية:

- عدد الأطفال في الفئة العمرية المستهدفة (من ٥ إلى ١٨ سنة).
- نسبة الإناث والذكور في هذه الفئة العمرية.
- الكثافة السكانية.

العوامل الاقتصادية:

- متوسط الدخل السنوي للأسر.
- نسبة الأسر التي يمكنها تحمل تكاليف التعليم.
- مستوى الفقر ومعدلات البطالة.

العوامل الاجتماعية والثقافية:

- مستوى الوعي الاجتماعي والثقافي حول أهمية التعليم.
- معدلات التسرب من التعليم.
- وجود برامج دعم حكومية أو غير حكومية لتعزيز التعليم.

التغيرات التكنولوجية:

- توافر الوصول إلى الإنترنت (لتعليم عبر الإنترنت).
- انتشار الحواسيب والهواتف الذكية.

العوامل السياسية:

- السياسات الحكومية المتعلقة بالتعليم (زيادة الإنفاق على التعليم، تحسين جودة التعليم).
- التشريعات الخاصة بإلزامية التعليم.

٢. **طبقة المدخلات** (Input Layer)

تمثل هذه الطبقة العوامل التي تم جمعها في البيانات المدخلة، يمكن أن تتضمن هذه البيانات الأرقام والكميات مثل:

- عدد الأطفال في الفئة العمرية ٥-١٨ سنة.
- نسبة البطالة في المجتمع.
- متوسط الدخل.
- نسبة الأسر ذات الدخل المنخفض.
- نسبة الحضور في المدارس.

٣. **الطبقات المخفية** (Hidden Layer) :

هذه الطبقات تقوم بمعالجة البيانات المدخلة لاستخراج الأنماط المعقدة التي ترتبط بكيفية تأثير العوامل المختلفة على الطلب على التعليم، تقوم الشبكة العصبية بتعلم العلاقات بين هذه العوامل على مدار الزمن.

على سبيل المثال، قد تجد الشبكة أن زيادة نسبة البطالة قد تؤدي إلى انخفاض الطلب على التعليم بسبب القلق المالي للأسرة.

قد تكتشف الشبكة أن زيادة الوصول إلى الإنترنت تؤدي إلى زيادة الطلب على التعليم الإلكتروني، بينما قد يؤدي تراجع معدل البطالة إلى زيادة الطلب على التعليم الجامعي.

٤. **الطبقة الإخراجية** (Output Layer):

النتيجة النهائية التي سيتم التنبؤ بها هي الطلب المستقبلي على التعليم في شكل نسب مئوية أو عدد الطلاب المتوقعين في المستقبل في المؤسسات التعليمية، مثل المدارس والجامعات، على سبيل المثال، قد يكون التنبؤ عبارة عن:

- عدد الطلاب المتوقعين في المدارس في العام الدراسي المقبل.
- نسبة الطلب على التعليم الجامعي أو التعليم الإلكتروني في المستقبل.

٥. **عملية التدريب والتنبؤ**: يتم تدريب الشبكة العصبية على البيانات التاريخية المتعلقة بالطلب على التعليم في فترات زمنية سابقة. الشبكة العصبية ستتعلم من هذه البيانات لتحديد الأنماط والاتجاهات التي تؤثر في الطلب على التعليم.

٦. **تحسين الأوزان:** تستخدم الشبكة العصبية خوارزمية الانتشار العكسي (Backpropagation) لتحديث الأوزان بين العُقد وفقًا للأخطاء التي تم اكتشافها أثناء التدريب، هذا يساعد في تحسين دقة التنبؤات.

فاستخدام الخوارزميات الجينية والشبكات العصبية الاصطناعية في التخطيط للتعليم يمكن أن يوفر أدوات قوية لتحسين الأداء الأكاديمي، وتخصيص الموارد، وتقديم تعليم يتماشى مع احتياجات الطلاب، وهذه التقنيات يمكن أن تدعم استراتيجيات التعليم الذكي والمستدام، مما يعزز فاعلية النظام التعليمي ويؤدي إلى تحسين النتائج التعليمية على المدى الطويل.

ثالثًا: نماذج شبكات الأعمال

تعددت الأساليب المستخدمة في تخطيط ومراقبة وتنفيذ المشروعات التربوية مثل: أسلوب تقويم ومراجعة البرنامج (بيرت)، أسلوب المسار الحرج، تقنية التقويم البياني والمراجعة، والتخطيط الشبكي بنظرية المجموعات الضبابية، بهدف استخدام الموارد والإمكانات؛ وصولاً إلى أفضل البدائل الممكنة، وذلك لتخفيض الإهدار في الوقت والجهد والنفقات، ويمكن عرضها بالتفصيل من خلال ما يلي:

١. **أسلوبي بيرت** PERT **والمسار الحرج** CPM

يستخدم أسلوب تقويم ومراجعة البرامج بيرت في المجال التربوي في وضع تصور لإنجاز الأعمال التربوية في أقل وقت ممكن عن طريق التخطيط وتحديد مسارات حرجة ، بهدف التحكم في كافة المتغيرات الداخلية أو الخارجية، ويمكن استخدامه عند تصميم أية مهمة تربوية أو برنامج تربوي، فهو الأداة التي تمكن القيادات التربوية من اتخاذ قرارات فعالة، حيث يُمكن من توزيع الوقت وتجنب الهدر

المادي وتوفير الجهد، وأسلوب بيرت يستخدم في كثير من العمليات أهمها: التخطيط لبناء مؤسسة تعليمية، تقدير الوقت والتكلفة اللازمة لإنجاز مشروع تربوي، تطوير المناهج، إدارة وتخطيط القوي العاملة، التخطيط لإصلاح التعليم، إعداد وتدريب الموظفين، الصعوبات التي قد تعيق تنفيذ برنامج تربوي، الخريطة المدرسية، تخطيط الميزانيات التربوية (Babu, 2024, 12–13& Yudistira, 2024, 72).

١) المفاهيم الأساسية التي يشترك فيها كل من أسلوب بيرت وأسلوب المسار الحرج (Jacob Boureima & Moumouni, 2024, 120–122)

أ- **الحدث:** Event يمثل نقطة أو لحظة بدء نشاط أو عدة أنشطة معينة أو الانتهاء من إنجاز نشاط أو عدة أنشطة معينة.

ب- **النشاط** Activity : يعبر عن الأداء الفعلي للعمل أو المهمة، وبالتالي فهو يتطلب وقتاً للتنفيذ، ويحتاج إنفاق ببعض الموارد المالية.

وتنقسم الأنشطة بصفة عامة إلى:

- **أنشطة متعاقبة:** وهي الأنشطة التي تحدث في ترتيب متعاقب.
- **أنشطة متوازية:** هي الأنشطة التي يتم تنفيذها في الوقت نفسه.
- **الأنشطة الحقيقية:** وهي تعبر عن الأعمال التي يجب تنفيذها للانتقال من حدث معين على شبكة العمل الخاصة بتنفيذ مشروع معين إلى حدث آخر.
- **الأنشطة الوهمية:** فهي الأنشطة التي لا تستغرق وقتاً، ولا تستلزم أية موارد، أي أن الوقت المستغرق من قبل النشاط الوهمي يعادل صفر.

- **أنشطة انتظار:** وهي الأنشطة التي يستغرق تنفيذها وقتاً معيناً لتكامل إنجازها دون الحاجة إلى موارد.

جـ- شبكة الأعمال Net Work: مجموعة من النقط يرمز لها بالحروف أو الأرقام، ومجموعة من الفروع التي تصل بين كل زوج من النقط، ويرمز للفروع بأسماء النقط التي تصل بينها، ويتم تمثيل كل نقطة بدائرة تحمل رقماً بداخلها، وقد تعبر النقطة عن حدث يرمز لحظه بدء نشاط معين أو لحظه الانتهاء من إنجاز نشاط معين، أو قد تعبر عن مرحلة إنتاجية، ويكون أي فرع على الشبكة موجهاً إذا كان له اتجاه مرتبط به، وتحدد الاتجاهات بالأسهم، وتعرف الشبكة على أنها "أسلوب مناسب لعرض التسلسل المنطقي والطبيعي للأنشطة المختلفة" (Bagshaw, 2021,224).

وهناك مجموعة من الاعتبارات الواجب مراعاتها عند رسم شبكة الأعمال الممثلة لأي مشروع تتمثل في: (Bagshaw, 2022, 220)

- أن تبدأ شبكة الأعمال بحدث واحد فقط هو حدث البداية، وتنتهي كذلك بحدث واحد هو حدث النهاية، لذلك يجب التأكد من عدم وجود أنشطة مُعلقة، ويتم تفادي ذلك باستخدام الأنشطة الوهمية.
- التحديد الدقيق للأنشطة التي يتضمنها المشروع وترتيب هذه الأنشطة بشكل يعكس التتابع الفني والترتيب المنطقي للأعمال أو المهام المختلفة التي يتضمنها المشروع، حيث يتعين عند تحديد كل نشاط على الشبكة ضرورة التعرف على النشاط أو الأنشطة التي قد تحدث في وقت حدوثه، وكذلك النشاط أو الأنشطة التي قد تتبعه.

- مراعاة أن كل نشاط يربط بين حدث بداية وحدث نهاية، بحيث يكون رقم الحدث الذي يمثل بداية النشاط أصغر من رقم الحدث الذي يمثل نهاية النشاط، حتى لا تظهر أنشطة سلبية في اتجاه عكسي، لأن ذلك يعني أن المسار سوف يكون غير منتهٍ.
- التأكد من أن رقم الحدث لم يتكرر مرة أخرى بالشبكة.

د- **المسار الحرج** Critical Path: هو أطول مسار خلال الشبكة، ويمثل وقت تنفيذ المشروع، أي هو المسار الذي يحدد طول زمن إنهاء المشروع، والأنشطة الواقعة على هذا المسار تمثل الأنشطة الحرجة، ولحساب المسار الحرج لابد من رسم الشبكة (المخطط الشبكي)، ودون تحديد الوقت المرن أو الفائض الكلي، ويتميز المسار الحرج بمجموعة من الفوائد: التخطيط، وتوزيع الموارد، والرقابة والتحكم، والجدولة.

هـ- **الوقت:** Time تتعد صوره وأشكاله حسب الاستخدام (طه،٢٠١٣، ٣٠٠-٣٠١):

- الوقت المبكر (Te) Earliest Time: وهو الوقت الذي لا يمكن أن يبدأ النشاط قبله نظراً لارتباطه بالأنشطة السابقة له، ويتم حسابه عن طريق حاصل ضرب الأوقات اللازمة لتنفيذ الأنشطة السابقة له.
- الوقت المتأخر (TL) Latest Time: وهو الوقت الذي يجب ألا يتأخر عنه بداية النشاط، أي لابد أن يبدأ النشاط قبل ذلك الوقت، ويتم حسابه عن طريق طرح الأوقات المختلفة لكل نشاط من نقطة النهاية، بدءاً من الخلف حتي نصل للحدث الأول من شبكة الأعمال.

- الوقت الراكد Slack Time(Ts): هو الوقت الذي يمكن للنشاط في حدوده أن يتأخر دون أن يؤثر في الجدول الزمني للمشروع.
- الوقت المبكر لبداية ونهاية النشاط Activity Start Time Earliest (TES): هو أقرب وقت ممكن لبداية النشاط.
- الوقت المبكر لنهاية النشاط : هو مجموع الوقت المبكر لبداية النشاط والوقت اللازم لإتمامه.
- الوقت المتأخر لبداية النشاط: هو آخر وقت ممكن لبداية النشاط دون تأجيل المشروع.
- الوقت المتأخر لنهاية النشاط : هو مجموع الوقت المتأخر لبداية النشاط والوقت اللازم لإتمامه
- الوقت المتفائل: وهو الوقت المتوقع أن يتم فيه النشاط وذلك في أحسن الظروف.
- الوقت الأكثر احتمالاً: وهو الوقت المتوقع أن يتم فيه النشاط في الظروف العادية، وهو أكبر من الوقت المتفائل.
- الوقت المتشائم: وهو الوقت المتوقع لإتمام المشروع في ظل أصعب الظروف الممكنة.
- الوقت العادي: وهو الوقت الذي يمثل الاستخدام الكفء للموارد المتاحة واللازمة لأداء النشاط.
- الوقت المتسرع : وهو الحد الأدني الممكن من الوقت والمقرر إتمام النشاط فيه.

٢) المراحل الأساسية لتطبيق أسلوب بيرت والمسار الحرج

يشير كل من (Bagshaw, 2022, 223- 226؛ طه،٢٠١٣، ٣٠٥-٣٠٩؛ Stephano and Others, 2024, 1822) يحتاج تطبيق أسلوب بيرت إلى مجموعة من المراحل الأساسية تتمثل في:

أ- مرحلة التخطيط:

يتم في هذه المرحلة تحديد مجموعة من الأمور، وهي:

- تقسيم المشروع إلى عدد من المراحل التي تُبين العمليات والأنشطة التفصيلية التي توضع في مراحل العمل.
- بناء شبكة الأعمال، وهي نموذج مبسط للنشاطات والأعمال اللازم القيام بها لتنفيذ المشروع.
- رسم شبكة الأعمال، وذلك بوضع الأنشطة والعمليات في تسلسل منطقي ومرتبة حسب التنفيذ.
- وضع تقدير لزمن تنفيذ المشروع، وذلك بتحديد الزمن المتفائل والزمن المتشائم والزمن الأكثر احتمالاً.

ب- مرحلة التوقيت والتحليل:

وتتضمن هذه المرحلة تحليل الموارد من حيث إمكانية توافرها كماً وكيفاً، وكذلك تحليل التكاليف من حيث تكلفة إنجاز كل نشاط على حدة، والاختيار بين البدائل المتاحة بما يضمن إنجاز المشروع بأقل تكلفة وفي أقل وقت ممكن، وكذلك تحديد الزمن الكلي لتنفيذ المشروع، وذلك عن طريق مجموع الزمن المتوقع لكل نشاط علي الشبكة، واستخدام المسار الحرج لتحديد

الأنشطة ذات الأهمية الكبري على الشبكة لمعرفة نقاط القوة والضعف أو التأثير في الأنشطة الأخرى.

جـ- مرحلة تحديث المخطط الشبكي بشكل دوري أثناء تنفيذ المشروع:

تتضمن هذه المرحلة متابعة تنفيذ المشروع، ومن ثم مقارنة النتائج الفعلية بالنتائج المتوقعة، ثم محاولة الوصول للأخطاء والانحرافات ومعرفة الأسباب التي أدت لذلك (أبوطاحون، ٢٠١٠، ١٤٩-١٥١).

٢. تقنية التقويم البياني والمراجعة Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)

تفترض نماذج شبكات الأعمال التقليدية أن أنشطة المشروع محددة بدقة، وستنجز كاملة دون أن يبقى نشاط واحد دون تنفيذ طوال مدة الإنجاز، فكل نشاط وفق هذه النماذج ينجز بطريقة تنفيذية معينة لا تؤخذ في الحسبان الطرائق البديلة والاختيارية لتنفيذ المشروع مما يجعل بنية تقسم العمل خالية من وجود أي نشاط بديل لنشاط آخر، فظهرت تقنية GERT لتعالج هذه القصور التي ترى أن شبكة في شكلها الكلي احتمالية في حد ذاتها، وليس فقد زمن النشاط هو المقدار الاحتمالي (Dorrer, Dorrer, Kasyanova & Zyryanov, 2020, 22).

وضعت تقنية GERT للقضاء على القصور المتعلق بإلزامية انجاز النشاط، حيث ترى هذه التقنية أن النشاط يمكن إنجازه، وقد لا يمكن إنجازه، بالإضافة إلى هذا سمحت هذه التقنية بعملية عكس اتجاه الأسهم المتعلقة بالأنشطة لأن في بعض المشاريع وخاصة الإنتاجية منها تتطلب إعادة إنجاز نشاط ما فيمثل بحلقة على شبكة العمل، ولقد سمحت هذه التقنية أيضا بإجراء محاكاة للمشاريع وذلك نظرًا للطبيعة

الاحتمالية لهذه الشبكة، وبالتالي إجراء التجارب قبل بداية المشروع من أجل الحصول على نتائج يمكن تطبيقها على المشروع الأصلي، لكن لم تعالج هذه التقنية أيضا المشكل المتعلق بتقديرات الزمن والعوامل النوعية المؤثرة فيه (Geng, Yang, Mitici, & Liu, 2023, 14).

١) تعريف تقنية التقويم البياني والمراجعة

يعتمد نموذج GERT تطويرا لنموذج Pert التقليدية، وهذا ما يوضحه تعريف هذا النموذج، ويعتبر أسلوب GERT أحد أساليب تحليل شبكات الأعمال التي تستخدم في تخطيط ومراقبة المشروع التي تتطلب فحص خطواتها أو أنشطتها قبل إتمامها مما ينشأ أمام الإدارة عدة احتمالات نتيجة لذلك الفحص تتعلق بقبول تنفيذ النشاط أو عدم قبوله، وكذلك إعادة التنفيذ (Seligmann, 2019, 118).

وهو حالة معدلة لكل من أسلوب (CPM,PERT) ويقوم هذا الأسلوب على افتراض جميع الأزمنة تأخذ مكانها، ولكن كل نشاط له احتمالية الحدوث في شبكة الأعمال.

ويتسم تقنية التقويم البياني والمراجعة بالخصائص التالية (Dorrer& Dorrer, 2020, 860):

- كل شبكة تتألف من عدة نشاطات وعقد وترتبط في تسلسل منطقي.
- كل نشاط في الشبكة يرافقه مقدار احتمال إنجازه.
- إن تحقيق الشبكة يحصل بتحقيق مجموعة معينة من الاحتمالات المرافقة للأنشطة والأحداث.

مما سبق نستخلص أن نموذج أسلوب GERT هو النموذج الذي يلاءم حاجات مثل: قد تكون بعض الأنشطة غير مطلوبة وليس هناك حاجة لإنجازها، أو قد تحقق أنشطة ما وتؤثر في أنشطة لاحقة وهذا ما يتطلب إعادة إنجاز النشاط فيمثل بحلقة، وبالتالي تحوي الشبكة أسهما معكوسة، وهذا ما يتقاض مع قواعد الأنظمة التي تبنى عليها نماذج شبكات الأعمال التقليدية، وبالتالي احتمالية الشبكة كليًا، وليس فقط زمن النشاط، وهذا نظرًا لأن المشروعات لم تعد محصورة في بيئات مستقرة.

٢) خطوات تحليل تقنية التقويم البياني والمراجعة

تتلخص خطوات تقنية التقويم البياني والمراجعة في تحليل الشبكات فيما يلي: (Walsh, Dong & Tumer, 2018؛ Yudistira, 2024, 71)

- تحديد وصف أنشطة المشروع بحيث يشمل وصف كل نشاط الاحتمالات المتعلقة بهذا المشروع.
- تحويل الأزمنة المحتملة للمشروع الى مسارات بنموذج شبكة الأعمال لتوضيح تتابع هذه الأزمنة بالرسم.
- تحديد نسبة الاحتمالات المتعلقة بكل نشاط محتمل أو بكل مسار.
- جمع بيانات الوقت والتكلفة المتعلقة بالأزمنة المحتملة للعملية.
- حساب التوليفات المحتملة للأنشطة المحتملة أو المسارات، تم تحديد نسبة الاحتمال بكل توليفة وتحديد إجمالي تكاليف ووقت كل توليفة.
- تحديد التكلفة الاحتمالية والوقت الاحتمالي للمشروع مع تحديد المسارات التي يمكن أن تحقق وفرات في التكلفة والوقت.

٣. التخطيط الشبكي بنظرية المجموعات الضبابية (Fuzzy set theory)

أدى القصور في طريقة GERT إلى ظهور تقنية تستخدم نظرية المجموعات الضبابية، حيث قدمت هذه التقنية برنامجًا زمنيًا يُعتمد عليه في تنفيذ المشروعات، ويمكن من خلاله تحديد زمن ضبابي، وتكون المسارات في هذه التقنية واضحة وعلاقات الأسبقية معروفة، ولكن أنشطتها غير واضحة، مما يجعل زمن إنجازها غير واضح وضبابي، لهذا خصصت درجات انتماء لمتغير الزمن لتأخذ قيما متناقصة من الواحد إلى الصفر بشكل يتحول معه الزمن من عنصر ينتمي إلى المجموعة، إلى عنصر لا ينتمي إلى المجموعة، ومنه القضاء على جميع العوامل النوعية المؤثرة في تقدير الزمن الخاص بكل نشاط (فؤاد، ٢٠٢١، ١٤٤؛ Neumann & Steinhardt, 2012).

وتعرف المجموعة الضبابية على أنها أصناف من العناصر مع درجة انتماء مستمرة، وأن هذه المجموعة مُيزت بداله الانتماء المميزة التي خصصت لكل عنصر درجة انتماء مداه بين (الصفر والواحد) أي عندما يأخذ العنصر درجة انتماء واحد فهذا يعني أن العنصر ينتمي تماما إلى المجموعة الضبابية، وعندما تكون درجة الانتماء صفر، فهذا يعني أن العنصر لا ينتمي إطلاقاً إلى المجموعة الضبابية، أما بقية الدرجات فهي تنحصر بين الصفر والواحد، فإذا كانت درجة الانتماء (٠.٥) فهذا يعني أن العنصر ينتمي بنسبة (٠.٥) إلى المجموعة الضبابية ولا ينتمي إلى المجموعة بنفس النسبة ويطلق على هذا العنصر بنقطة التوازن (قدور وفودوا، ٢٠٢٠، ٢١٤).

ويُحدث الذكاء الاصطناعي تغييرًا جذريًا وسريعًا في مجال إدارة المشاريع، حيث يوفّر فرصًا جديدة ويطرح في الوقت ذاته تحديات كبيرة أمام الشركات. من خلال دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في سير عمل إدارة المشاريع، يصبح من الممكن:

- الكشف الاستباقي عن المخاطر.
- تحليل الأعطال بشكل أسرع ومعالجتها بسرعة.
- إدارة أفضل لتوسّع نطاق المشروع والتوقعات.
- إجراء تنبؤات وتجارب دقيقة.
- تمكين الفرق بدلاً من الاعتماد على الإدارة المركزية.

تتيح حلول الذكاء الاصطناعي استخدام الموارد بشكل أكثر كفاءة، وتحسّن من جودة التواصل والتعاون واتخاذ القرار داخل الفرق، ومع ذلك، يجب على المؤسسات التغلب على عدة عقبات قبل أن تتمكن من تنفيذ الذكاء الاصطناعي بفعالية في إدارة المشاريع، ومن أبرز هذه العقبات:

- ضعف جودة البيانات أو صعوبة الوصول إليها.
- مقاومة التغيير التنظيمي.
- الاعتبارات الأخلاقية والاجتماعية.
- نقص الكفاءات المتخصصة في الذكاء الاصطناعي.

ولتحقيق أهدافها وإضافة قيمة حقيقية إلى عمليات إدارة المشاريع، يجب على الشركات تبنّي استراتيجية شاملة للذكاء الاصطناعي تشجع ثقافة التعلّم المستمر والابتكار، كما أن التعاون بين مديري المشاريع، وعلماء البيانات، ومتخصصي

تكنولوجيا المعلومات، وقادة الأعمال يُعد أمرًا حاسمًا لدمج الذكاء الاصطناعي بفعالية في إدارة المشاريع، كما ينبغي للقائمين علي إدارة المشاريع مواكبة أحدث التطورات والابتكارات في هذا المجال، من أجل الاستفادة القصوى من قدرات الذكاء الاصطناعي، وبصورة عامة، فإن استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع يوفّر فرصًا غير محدودة للمؤسسات لتحسين تنفيذ المشاريع، ورفع مستوى الأداء، ودفع عجلة النجاح المؤسسي. (Sahadevan, 2023, 358؛ Pregina & Kannan, 2024, 2560)

ثالثًا: توظيف برنامج بريمافيرا (Primavera) في تطوير أساليب وتقنيات التخطيط الشبكي:

بريمافيرا (Primavera) هو برنامج متخصص في إدارة المشاريع والتخطيط الزمني، وتستخدمه العديد من المؤسسات في جميع أنحاء العالم لتنظيم وتخطيط وتتبع تقدم المشاريع المعقدة، سواء كانت مشاريع بناء، أو صناعية، أو تكنولوجية، يتمتع برنامج Primavera بقدرات كبيرة في تخطيط وتنظيم موارد المشروع وتحليل التكاليف والجداول الزمنية.

أهم استخدامات بريمافيرا (Ragavi & Uma, 2016, 1261; Rayabharapu & Abhay& Gangadhar, 2024,7):

١. **إدارة الجدول الزمني للمشاريع:**(Project Scheduling)

- يستخدم **بريمافيرا** لإعداد جداول زمنية دقيقة للمشروعات الكبيرة، مثل بناء المنشآت، أو مشاريع تطوير البرمجيات.
- يسمح بإنشاء تقارير عن تقدم العمل وتحديد ما إذا كان المشروع يسير وفقًا للجدول الزمني المقرر.

٢. **إدارة الموارد:**

- يمكن تحديد الموارد اللازمة لكل مهمة داخل المشروع (مثل العمالة، الآلات، والمواد)، وتحديد كميات وتواريخ تسليم هذه الموارد.
- يساعد البرنامج في تحديد ما إذا كانت الموارد مستخدمة بكفاءة أو إذا كان هناك نقص أو فائض.

٣. **إدارة التكاليف:**

- يمكن تتبع التكاليف الخاصة بكل مرحلة من مراحل المشروع، ويتضمن ذلك تقدير التكاليف، الموازنة، وتحليل التكاليف الفعلية مقابل التكاليف المخطط لها.
- يسمح بريمافيرا بإنشاء تقارير مالية ومتابعة تأثيرات التغييرات على الميزانية الإجمالية للمشروع.

٤. **تحليل المخاطر:**

- يساعد علي تحديد المخاطر المرتبطة بالمشروع وتحليل تأثيراتها المحتملة على الجدول الزمني والتكاليف.
- يتم إجراء التحليل باستخدام تقنيات مثل تحليل السيناريو، لتحسين القدرة على اتخاذ القرارات في مواجهة المخاطر المحتملة.

٥. **إدارة العمليات المتزامنة:**(Critical Path Method – CPM)

- يمكن استخدام بريمافيرا لتحديد مسار المشروع الحرج، وهو المسار الذي يجب اتباعه دون تأخير حتى لا يتأثر الجدول الزمني الكلي.
- يسمح أيضًا بتحديد الأنشطة التي يمكن تأجيلها دون التأثير في المشروع ككل.

٦. **إعداد تقارير دقيقة:** يوفر بريمافيرا العديد من القوالب والتقارير التي تساعد علي عرض تقدم المشروع أو تقارير الأداء المتعلقة بالجدول الزمني والميزانية.

النسخ المتاحة من بريمافيرا:

- Primavera P6 Professionalهو الإصدار الأكثر شيوعًا ويستخدم في المشاريع الكبيرة والمتوسطة. يوفر أدوات لإدارة الجدول الزمني، وتخطيط الموارد، وتحليل التكلفة، وهو موجه للمحترفين في إدارة المشاريع.
- Primavera P6 EPPM (Enterprise Project Portfolio Management) هذا الإصدار يستخدم بشكل رئيس من قبل الشركات الكبيرة التي تحتاج إلى إدارة مجموعة من المشاريع في نفس الوقت، ويتضمن أدوات متقدمة للمتابعة وإدارة المشاريع على مستوى المؤسسة.

فوائد استخدام بريمافيرا:

١. **تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة:** يساعد علي تسهيل التواصل بين فرق العمل المتعددة من خلال نظام مركزي لتخزين البيانات.

٢. **تحقيق الكفاءة في إدارة الوقت:** من خلال إنشاء جداول زمنية واضحة ومتابعة التقدم بدقة.

٣. **إدارة المخاطر بكفاءة:** من خلال التحليل المبكر للمخاطر وتحديد استراتيجيات التعامل معها.

٤. **تحقيق الرؤية الواضحة للمشروع:** من خلال تقارير مرئية تساعد المديرين على اتخاذ قرارات سريعة ومبنية على بيانات حقيقية.

آلية عمل برنامج بريمافيرا (Primavera) تعتمد بشكل رئيس على إدارة المشاريع من خلال أدوات تخطيط وتنظيم متقدمة، تهدف إلى ضمان تنفيذ المشاريع بنجاح ضمن الوقت المحدد ووفق الميزانية المقررة، ويستخدم البرنامج مجموعة من الأنظمة والعمليات لتتبع التقدم، تخصيص الموارد، وإدارة التكاليف، وتتضح آليات عمله على النحو التالي:

١) **إعداد المشروع** (Project Setup) **المرحلة الأولى في استخدام بريمافيرا هي إعداد المشروع، وهي تتضمن:**

- تعريف المشروع: يتم تعريف المشروع وتحديد مكوناته الأساسية مثل الأهداف، نطاق المشروع، وتواريخ البدء والانتهاء.
- تعريف المراحل الرئيسة: يتم تقسيم المشروع إلى مكونات أصغر (أو مراحل) لتسهيل إدارة المشروع، وهي أساسية في تنظيم العمل.
- التخطيط الزمني: يتم إنشاء جدول زمني مفصل يشمل جميع الأنشطة المطلوبة مع تحديد تواريخ البدء والإنتهاء لكل نشاط، بالإضافة إلى تحديد الأنشطة التي تعتمد على أنشطة أخرى.

٢) **إعداد الأنشطة والمهام** (Task and Activity Setup)

- تحديد الأنشطة: يتم تحديد الأنشطة اللازمة لإكمال كل مرحلة من مراحل المشروع، و يشمل تفصيل كل خطوة مطلوبة لإتمام العمل.
- تخصيص الموارد: بعد تحديد الأنشطة، يتم تخصيص الموارد اللازمة (مثل العمال، الآلات، المواد) لكل نشاط، كما يمكن تحديد تكلفة الموارد واستخدامها.

- تحديد العلاقات بين الأنشطة: يتم تحديد كيفية ارتباط الأنشطة ببعضها البعض، على سبيل المثال، يمكن أن يعتمد النشاط "B" على إتمام النشاط "A" تُستخدم تقنيات مثل Critical Path Method (CPM) لتحديد الأنشطة الحاسمة التي تؤثر في الجدول الزمني للمشروع.

٣) **إدارة الجدول الزمني**(Scheduling) : بريمافيرا يسمح بإنشاء جدول زمني ديناميكي للمشروع:

- تحليل مسار المشروع الحرج: باستخدامCPM، يتم تحديد المسار الحرج، أي الأنشطة التي يجب الانتهاء منها في وقتها المحدد لتجنب تأخير المشروع.
- مراقبة التقدم الزمني: يقوم البرنامج بتتبع تقدم الأنشطة بشكل مستمر، مما يسمح بتحديث الجدول الزمني ومقارنة ما تم إنجازه مع ما كان مخططًا له.
- إعادة الجدولة: في حالة حدوث تغييرات أو تأخيرات في المشروع، ويمكن إعادة جدولة الأنشطة لتجنب التأثير على الوقت الإجمالي للمشروع.

٤) **إدارة الموارد** (Resource Management)

- تخصيص الموارد: يتم تخصيص الموارد بشكل دقيق لكل نشاط، ويمكن تخصيص الموارد مثل العمال، الآلات، المواد حسب الحاجة.
- تحليل الاستخدام: يمكن مراقبة مدى استخدام الموارد بشكل فعال، والتأكد من أنها مخصصة بشكل كفء بما يساعد على تجنب نقص أو فائض الموارد.
- إعادة تخصيص الموارد: إذا كان هناك تعارض أو نقص في الموارد، يمكن نقلها بين الأنشطة أو تعديل جداول العمل لإدارة الموارد بشكل أفضل.

٥) **إدارة التكاليف** (Cost Management)

- تحديد التكلفة: يتم تحديد تكلفة كل نشاط بناءً على الموارد المستخدمة ووقت العمل.
- مراقبة التكاليف: يتابع البرنامج التكاليف الفعلية مقارنة بالتكاليف المخططة للمشروع، ويساعد هذا على تحديد أي انحرافات من الميزانية.
- إعادة التقدير: في حالة التغيرات في حجم المشروع أو تعقيداته، يمكن تعديل تقديرات التكلفة لضمان التزام المشروع بالميزانية.

٦) **تحليل المخاطر**(Risk Analysis)

- تحديد المخاطر: يساعد البرنامج على تحديد المخاطر التي قد تؤثر فى الجدول الزمني أو التكاليف.
- تقييم المخاطر: يتم تقييم المخاطر من حيث تأثيرها واحتمال حدوثها، باستخدام أدوات مثل تحليل السيناريوهات.
- استراتيجية المخاطر: يتيح البرنامج وضع استراتيجيات للتعامل مع المخاطر المحتملة وتعديل خطة المشروع بناءً على تحليل المخاطر.

٧) **المراقبة والتقارير** (Monitoring and Reporting)

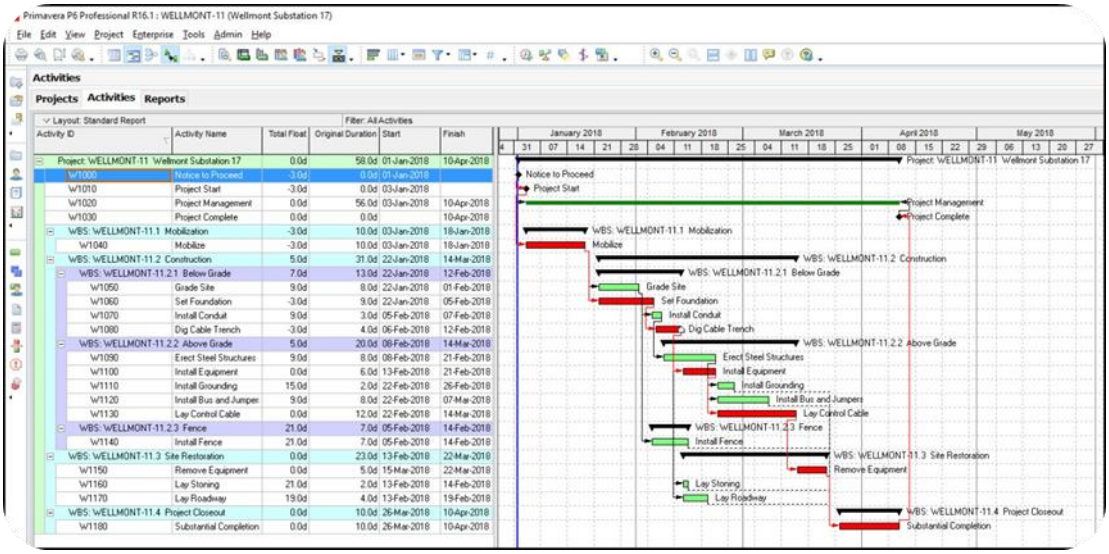
- متابعة التقدم: يمكن تتبع تقدم المشروع بشكل مستمر باستخدام تقارير مفصلة حول الوضع الحالي للأنشطة.
- إصدار التقارير: يُمكن إنشاء تقارير متخصصة مثل تقارير الجدول الزمني، تكاليف المشروع، استهلاك الموارد، وتقدم الأعمال.

- التحديثات اللحظية: يتم تحديث التقارير بشكل تلقائي استنادًا إلى البيانات التي يتم إدخالها في البرنامج، مما يوفر تحديثات لحظية لصانعي القرار حول وضع المشروع.

٨) **إغلاق المشروع** (Project Closing)

- إغلاق الأنشطة: بعد إتمام جميع الأنشطة وفقًا للجدول الزمني والميزانية، يتم إغلاق المشروع.
- مراجعة الأداء: يتم مقارنة الأداء الفعلي بالمخطط لتحديد الإنجازات واستخلاص الدروس لتحسين المشاريع المستقبلية.
- التوثيق: يتم توثيق كل تفاصيل المشروع، بما في ذلك التكاليف النهائية، الجدول الزمني، وأداء الفريق، ليتم استخدامها في المشروعات المستقبلية.

شكل (٤) الواجهة الرئيسية لبرنامج (Primavera)



شكل (٥)

أحد تطبيقات برنامج (Primavera)

رابعًا: تطوير نماذج شبكات الأعمال في ظل الذكاء الاصطناعي

يمكن عرض بعض مجالات تطوير نماذج شبكات الأعمال في ظل الذكاء الاصطناعي، كما يلي:

١. التحليل التنبؤي باستخدام الذكاء الاصطناعي

يمكن للذكاء الاصطناعي استخدام البيانات التاريخية لتحليل الأنماط وتنبؤ الوقت اللازم لكل نشاط بشكل أكثر دقة، بدلاً من الاعتماد فقط على تقديرات الخبراء، يمكن للخوارزميات التنبؤية أن تأخذ في الاعتبار العديد من العوامل المؤثرة التي قد لا تكون واضحة للبشر.

٢. التخطيط التكيفي

بفضل الذكاء الاصطناعي، يمكن تحديث خطة المشروع بشكل ديناميكي بناءً على تغييرات في الظروف أو في البيانات الحية، على سبيل المثال، يمكن استخدام

الخوارزميات الجينية أو الخوارزميات التطورية لتحديث الشبكة تلقائيًا استجابةً للمتغيرات المستجدة مثل تأخير الأنشطة أو زيادة الموارد.

٣. **استخدام البيانات الضخمة**(Big Data)

يمكن للذكاء الاصطناعي الاستفادة من البيانات الضخمة لتحليل وفهم تفاصيل دقيقة عن المشروع، مما يسهم في تحسين عمليات اتخاذ القرار، يمكن أن تشمل هذه البيانات معلومات حول الأداء السابق للمشاريع، معدلات التأخير في الأنشطة، وكذلك الظروف الاقتصادية أو الاجتماعية المؤثرة.

تعرف البيانات الضخمة بأنها: "أرصدة من المعلومات التي تمتاز بضخامة الحجم والسرعة والتنوع الذي يتطلب أشكالا مبتكرة وفعالة لمعالجتها تختلف عن معالجة البيانات العادية بحيث تمكن مستخدميها من تحسين الرؤية واتخاذ القرارات وعملية التشغيل الآلي (Baig & Shuib & Yadegaridehkordi, 2020, 8–12)، **وتتميز البيانات الضخمة بمجموعة من الخصائص**، وهي:

١) **الحجم:** (Volume) الكمية الكبيرة جدًا من البيانات التي تُنتج وتتراكم بشكل مستمر، مثل البيانات المجمعة من الإنترنت، وسائل التواصل الاجتماعي، أجهزة الاستشعار، وغيرها.

٢) **السرعة:** (Velocity) السرعة العالية التي يتم بها توليد البيانات وتحديثها، حيث تتم عملية جمع البيانات ومعالجتها بشكل مستمر وبزمن قريب من الفوري في بعض الأحيان، مثل البيانات في الوقت الفعلي (Real–Time Data).

٣) **التنوع:** (Variety) تنوع أشكال البيانات، حيث تأتي البيانات من مصادر متعددة وبأنواع مختلفة، مثل البيانات النصية، الصور، الفيديوهات، البيانات الهيكلية وغير الهيكلية، والبيانات شبه الهيكلية.

٤) **المصداقية:** (Veracity) دقة وموثوقية البيانات، حيث يمكن أن تحتوي البيانات الضخمة على معلومات غير دقيقة أو غير موثوقة.

٥) **القيمة:** (Value) القدرة على استخراج معلومات ذات قيمة وفائدة من البيانات الضخمة، سواء لتحسين العمليات أو لاتخاذ قرارات استراتيجية.

وللبيانات الضخمة أهمية كبيرة فهي تقدم ميزة عالية للمؤسسات التعليمية إذا استطاعت الاستفادة منها ومعالجتها وتخزينها وإدارتها، لأنها تقدم فهماً أعمق للمستفيدين ومتطلباتهم ويساعد ذلك على اتخاذ القرارات الملائمة والرشيدة داخل هذه المؤسسات بطريقة أكثر كفاءة وفاعلية، وذلك بناء على المعلومات المستخرجة من قواعد بيانات المستفيدين وبالتالي تخفيض التكاليف الخاصة بالطلاب والهيئة التدريسية، **وذلك من خلال** (Fischer and Others, 2020, 136-138):

١. تحسين العمليات المالية والإدارية.
٢. تحسين الخدمات المقدمة للمستفيدين من الطلاب والهيئة التدريسية والجهات المعنية.
٣. تطوير الخدمات التعليمية الجديدة.
٤. الاستفادة من المعلومات المناسبة وتقديم الخدمات للمستفيدين في الوقت المناسب.
٥. المساعدة على اتخاذ القرارات المالية والإدارية الرشيدة.
٦. اكتشاف الرؤى المهمة القابلة للتنفيذ.
٧. تحديد البيانات الأكثر أهمية للفئات التي تستهدفها من الطلاب والهيئة التدريسية وغيرهم من ذوي المصالح المشتركة و توجيه القرارات المستقبلية.

٨. فهم احتياجات المستفيدين بشكل أكثر، والتعرف على كيفية زيادة المعلومات الاستخبارية، وزيادة الكفاءة، وتحسين العمليات وخدمات المستفيدين .وتحسس مواطن الخطر وتحسين إدارة المخاطر.

فوائد تحليل البيانات الضخمة في المؤسسات التعليمية:

تكمن فوائد تحليل البيانات الضخمة في المؤسسات التعليمية في النقاط التالية (رشوان، ٢٠١٨، ٣١، Ang & Seng, 2020, 7):

١. اتخاذ القرارات الأفضل بناء على المعلومات الناتجة عن تحليل البيانات الضخمة لكافة الوحدات المالية والإدارية في الجامعة.

٢. اكتشاف الفرص غير المستغلة ونقاط الضعف المحتملة في كافة أعمال ووظائف الجامعة، بناء على نتائج تحليل البيانات.

٣. تمكن المعنيين من إيجاد حلول لما يكشف عنه تحليل البيانات الضخمة من مشكلات محتملة في بعض عمليات أو تعاملات وحدات الجامعة في المجالات الأكاديمية أو الإدارية.

٤. زيادة فرصة منافسة الجامعة على المزيد من مستويات التميز العلمي والبحثية بناء على نتائج التحليل البيانات الضخمة التي تعتبر من الأصول المعرفية للجامعة.

٥. تمكن الوحدات المالية والإدارية في الجامعة من تقديم خدمات أفضل لمنسوبي الجامعة والمستفيدين من خدماتها.

٦. التعرف على مكامن الخلل والضعف وتحسين العمليات في كافة الوحدات المالية والإدارية في الجامعة.

٧. زيادة فرصة اتخاذ قرارات واضحة وصحيحة.

٨.زيادة القدرة على التنبؤ لدى المخططين في الجامعة.

وتتعدد تقنيات البيانات الضخمة، ومنها ما يلي:

١) **التخزين الموزع:** مثل Hadoop & Spark، حيث يتم تقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة وتخزينها عبر العديد من الخوادم لتحقيق الكفاءة في المعالجة. وهذا يسمح بتحليل البيانات بسرعة وكفاءة حتى عندما تكون البيانات ضخمة جدًا.

٢) **أنظمة إدارة قواعد البيانات:** مثل NoSQL databases (MongoDB& Cassandra)، التي تتميز بالقدرة على التعامل مع بيانات غير هيكلية أو شبه هيكلية (مثل النصوص، الصور، أو البيانات الاجتماعية) التي لا يمكن تخزينها بسهولة في قواعد البيانات التقليدية.

٣) **معالجة البيانات في الوقت الفعلي:** مثل Apache Kafka &Apache Samzaالتي تسمح بالتحليل الفوري للبيانات أثناء تدفقها، مما يساعد على اتخاذ قرارات سريعة بناءً على البيانات الحالية.

٤) **تحليل البيانات:** باستخدام تقنيات مثل **التحليل التنبؤي** و**التعلم الآلي** لتحليل كميات ضخمة من البيانات واستخراج الأنماط والمعلومات الهامة التي يمكن أن تؤدي إلى تحسين العمليات واتخاذ القرارات.

٥) **تصوير البيانات:** أدوات مثل Tableau &Power BI تساعد على تحويل البيانات المعقدة إلى تصورات رسومية يمكن فهمها بسهولة، مما يجعل التحليل أكثر فاعلية.

فالتحليل التنبؤي يمكن أن يُطبق في التعليم لتحسين جودة التعلم، تحسين التجربة التعليمية للطلاب، واتخاذ قرارات استراتيجية لدعم المؤسسات التعليمية، واستخدام التحليل التنبؤي في مجال التعليم يشمل مجموعة واسعة من التطبيقات التي تساعد على فهم سلوكيات الطلاب، والتنبؤ بأدائهم، وتخصيص المواد التعليمية، وتحسين نتائج التعليم، و**فيما يلي بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع:**

١- تخطيط المشاريع وجدولتها

لقد أحدث تطبيق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في تخطيط المشاريع وجدولتها ثورة في إدارة المشاريع، ويعتمد التخطيط التقليدي للمشاريع عادةً على خبرات الخبراء والبيانات التاريخية، وهو ما يتأثر بسهولة بالعوامل الذاتية والقيود، مما يؤدي إلى تخطيط غير دقيق أو محافظ للغاية، ومن ناحية أخرى، يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تحقيق تخطيط وجدولة مشاريع أكثر دقة وذكاءً من خلال تحليل كميات كبيرة من البيانات واستخدام خوارزميات المحاكاة. على سبيل المثال، يمكن لأدوات التخطيط المعتمدة على الذكاء الاصطناعي تحديد المسارات الحرجة ونقاط المخاطر في المشروع بسرعة، وتحسين تخصيص الموارد وجدولة المهام، وتحسين كفاءة وجودة تنفيذ المشروع. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي إجراء تعديلات ديناميكية بناءً على البيانات الفورية وتقدم المشروع لتحقيق مراقبة وتنبؤ فوريين بتقدم المشروع والتكاليف، مما يساعد مديري المشاريع على تحديد المشاكل واتخاذ التدابير في الوقت المناسب من أجل تحقيق أهداف المشروع بشكل أفضل.

٢- تقديرات التكاليف والتوقعات

يقدم تطبيق الذكاء الاصطناعي في تقدير التكاليف والتنبؤ بها دقة وموثوقية أعلى في إدارة المشاريع، ويعتمد تقدير التكاليف التقليدي عادةً على البيانات التاريخية وحكم الخبراء، مما يجعله عرضة للعوامل الذاتية والأخطاء، مما يؤدي إلى تقدير غير دقيق للتكاليف، من ناحية أخرى، يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي اكتشاف الأنماط والارتباطات المخفية من خلال تحليل البيانات الكبيرة وخوارزميات التعلم الآلي لتحقيق تقديرات أكثر دقة للتكاليف، على سبيل المثال، يمكن لنماذج التنبؤ بالتكاليف المعتمدة على الذكاء الاصطناعي استخدام بيانات المشاريع التاريخية ومعلومات التكاليف الفورية، مع دمج الخوارزميات المعقدة لإجراء التنبؤات، بحيث يتم تقدير تكلفة المشروع بدقة أكبر ومساعدة مديري المشاريع في اتخاذ قرارات معقولة.

٣- إدارة المخاطر ودعم اتخاذ القرار

يوفر تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر ودعم اتخاذ القرار حلاً أكثر شمولية وفعالية لإدارة المشاريع. غالبًا ما يعتمد إدارة المخاطر التقليدية على خبرة الخبراء ونماذج تقييم المخاطر الثابتة، مما يجعل من الصعب التحديد والرد على المخاطر المحتملة المختلفة في المشروع بشكل شامل بالمقابل، يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي استخدام تحليل البيانات الكبيرة وخوارزميات التعلم الآلي لاستخراج الارتباطات والأنماط المحتملة لعوامل المخاطر من كميات كبيرة من البيانات لتحقيق تحديد وتقييم أكثر دقة وشمولية للمخاطر، فعلى سبيل المثال، يمكن لنظام إدارة المخاطر المعتمد على الذكاء الاصطناعي مراقبة وتحليل ديناميكيًا

مختلف عوامل المخاطر في المشروع، والتنبؤ بالأحداث المخاطر المحتملة، ومساعدة مديري المشاريع في وضع تدابير مضادة في الوقت المناسب للحد من تأثير المخاطر فى المشروع.

٤– الاتصال والتعاون

يقدم تطبيق الذكاء الاصطناعي في الاتصال والتعاون وسيلة أكثر كفاءة وراحة للعمل لفرق المشاريع. في إدارة المشاريع التقليدية، وغالبًا ما يعتمد التواصل بين أعضاء الفريق على الطرق التقليدية مثل الاجتماعات والبريد الإلكتروني، وهو ما يعاني من مشاكل مثل انخفاض كفاءة الاتصال وتأخر نقل المعلومات، ومن ناحية أخرى، يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تحقيق الاتصال والتعاون في الوقت الفعلي بين أعضاء الفريق من خلال أدوات ومنصات التعاون الذكية، فعلى سبيل المثال، يمكن لمنصات التعاون بين الفرق المعتمدة على الذكاء الاصطناعي توفير دردشة مباشرة، ومشاركة المستندات عبر الإنترنت، وتوزيع المهام، وغيرها من الوظائف لمساعدة أعضاء الفريق على التواصل والتعاون في أي وقت ومن أي مكان، مما يحسن كفاءة الفريق وتكامل العمل.

٥– إدارة الجودة والمراقبة

يقدم تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة الجودة والمراقبة أداة إدارة جودة أكثر دقة وأتمتة لإدارة المشاريع، فعادةً ما تعتمد إدارة الجودة التقليدية على أخذ عينات وفحص يدوي، مما يجعلها عرضة لتأثيرات العوامل البشرية والحكم الذاتي، مما يؤدي إلى إغفال أو سوء تقدير مشكلات الجودة. من ناحية أخرى، يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تحقيق المراقبة والتنبؤ الفوري بجودة المشروع من خلال أدوات إدارة

الجودة الذكية والخوارزميات، فعلى سبيل المثال، يمكن لنظام إدارة الجودة المعتمد على الذكاء الاصطناعي تحديد مشكلات الجودة المحتملة بسرعة من خلال تحليل كميات كبيرة من بيانات المشروع ومؤشرات الجودة، وتنبيه مديري المشاريع لإتخاذ تدابير فورية لحلها.

٦- تخصيص الموارد وتحسينها

يقدم تطبيق الذكاء الاصطناعي في تخصيص الموارد وتحسينها وسيلة أكثر ذكاءً وكفاءة لإدارة الموارد في إدارة المشاريع، فعادةً ما يعتمد تخصيص الموارد التقليدي على الخبرة والقواعد، مما يجعل من الصعب الاستفادة الكاملة من إمكانات الموارد، مما يؤدي إلى الهدر وعدم الكفاءة، وبالمقابل، يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تحقيق نشر وتحسين ديناميكي لموارد المشروع من خلال خوارزميات تخصيص وتحسين الموارد الذكية، فعلى سبيل المثال، يمكن لنظام إدارة الموارد المعتمد على الذكاء الاصطناعي تخصيص وتعديل الموارد بذكاء من خلال تحليل عوامل مثل متطلبات المشروع، مهارات أعضاء الفريق، وتوافر الموارد، من أجل تحقيق أقصى استفادة من متطلبات المشروع وتحسين استغلال الموارد. (Ziwen, 2024, 1120-1122)

في النهاية توصل البحث إلي عرض بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم، مع توضيح كيفية تطويرها باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، مع التأكيد علي العلاقة بين الأساليب الكمية لتخطيط التعليم، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وسيتم في الخطوة التالية وضع رؤية ستشرافية لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي، فيما يلي:

الرؤية الاستشرافية لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي

في ضوء البنية الهيكلية للبحث، من تأصيل للإطار الفكري للأساليب الكمية لتخطيط التعليم، الأسس النظرية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط التعليم، العلاقة بين بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وتطبيقات الأساليب الكمية في التخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وما أشارت إليه نتائج الدراسات التي تناولها البحث، سعى البحث لتقديم رؤية استشرافية لتطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي من خلال تناول منطلقات الرؤية وأهدافها، ومراحلها، وأخيرًا أهم آليات تنفيذ الرؤية، على النحو التالي:

منطلقات الرؤية:

تتمثل منطلقات الروية فيما يلي:

١. **تحقيق أهداف التعليم الوطنية والمحلية:** يساعد تخطيط التعليم على تحديد الأهداف التعليمية وفقاً لاحتياجات المجتمع وسوق العمل، مما يسهم في إعداد خريجين قادرين على تلبية تلك الاحتياجات.

٢. **توزيع الموارد بشكل عادل وفعّال:** من خلال تخطيط التعليم، يتم توزيع الموارد (مثل الميزانيات، المعلمين، والمرافق) بطريقة أكثر فعالية، ويساعد ذلك على توجيه الموارد إلى الأماكن التي تحتاج إليها بشكل أكبر، مثل المدارس في المناطق النائية أو ذات الكثافة الطلابية العالية.

٣. **تحسين الجودة التعليمية:** يساهم التخطيط السليم على تحسين مستوى التعليم من خلال تحديث المناهج الدراسية، تطوير مهارات المعلمين، وتبني طرق تدريس جديدة وفعالة، وكما يساعد على تحديد احتياجات التدريب المستمر للمعلمين.

٤. **زيادة فرص الوصول إلى التعليم:** يساهم التخطيط الجيد في تقليل الفجوات بين مختلف الفئات الاجتماعية والاقتصادية، مما يساعد على تحسين فرص الوصول إلى التعليم للجميع، على سبيل المثال، من خلال تخصيص برامج تعليمية خاصة لذوي الاحتياجات الخاصة أو تخصيص منح دراسية للطلاب في المناطق الفقيرة.

٥. **تحقيق العدالة والمساواة في التعليم:** التخطيط السليم يعزز من تحقيق العدالة في توزيع الفرص التعليمية، مما يساهم في تقليل الفوارق بين الطلاب من خلفيات اجتماعية واقتصادية مختلفة، ويضمن أن جميع الطلاب يتمتعون بفرص متساوية للتعلم.

٦. **مواكبة التغيرات التكنولوجية:** من خلال التخطيط، يمكن دمج التقنيات الحديثة في العملية التعليمية بشكل أكثر كفاءة. على سبيل المثال، دمج التعليم الإلكتروني أو التعلم المدمج كجزء من النظام التعليمي لتحسين جودة التعليم وتوفير المزيد من الفرص التعليمية للطلاب.

٧. **التخطيط للمستقبل:** يساعد تخطيط التعليم على التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية للقوى العاملة ومواءمة المناهج الدراسية مع هذه الاحتياجات،

ويمكن التنبؤ بتوجهات سوق العمل وتطوير برامج تعليمية تتماشى مع هذه المتغيرات، مما يساعد على إعداد الطلاب بشكل أفضل للمستقبل.

٨. **تحسين تقييم الأداء الأكاديمي:** يساعد التخطيط في وضع آليات دقيقة لتقييم الأداء الأكاديمي، سواء على مستوى المدارس أو الجامعات، وهذا يشمل وضع مؤشرات قياس لنجاح الطلاب وجودة التعليم، مما يساعد على اتخاذ قرارات استراتيجية لتحسين النظام التعليمي.

٩. **مراقبة وتقييم التطورات التعليمية:** التخطيط يساعد على إنشاء آليات لرصد وتقييم الأنظمة التعليمية بشكل دوري. من خلال جمع البيانات وتحليلها، يمكن تحديد النقاط التي تحتاج إلى تحسين واتخاذ الإجراءات اللازمة بناءً على نتائج التقييم.

١٠. **تعزيز الشراكة بين القطاعين العام والخاص:** يمكن لتخطيط التعليم أن يعزز التعاون بين الحكومات والمؤسسات التعليمية من جهة، والقطاع الخاص من جهة أخرى، من خلال تطوير برامج تعليمية مشتركة تساهم في توفير المهارات المطلوبة لسوق العمل وتعزز من فرص التوظيف لخريجي التعليم.

١١. **تطوير البحث العلمي والابتكار:** يساعد تخطيط التعليم في تحديد أولويات البحث العلمي في المؤسسات التعليمية، مما يشجع على تطوير مجالات جديدة في البحث والابتكار، ويساعد ذلك في تعزيز قدرة الجامعات والمدارس على تقديم أبحاث علمية تواكب التقدم العلمي والتكنولوجي في العالم.

١٢. **استدامة النظام التعليمي:** من خلال التخطيط السليم، يمكن ضمان استدامة النظام التعليمي عن طريق وضع استراتيجيات طويلة الأجل تتضمن توفير الموارد المالية والتقنية اللازمة لضمان استمرارية التعليم في المستقبل، حتى في ظل التحديات الاقتصادية والاجتماعية.

١٣. ربط موازنة التعليم بالخطة الاستراتيجية له، وقياس تكلفة البرامج التعليمية، مما يحقق ترشيد الإنفاق الجامعي، وذلك بربط المصروفات التعليمية بما يعود على المؤسسات التعليمية من إيرادات.

١٤. تحليل البدائل من أجل الوصول إلى أفضل الوسائل لتحقيق الأهداف التعليمية بأقل تكلفة ممكنة.

١٥. توفير البيانات والمعلومات البديلة لتحقيق الأهداف التعليمية المقترحة وفقًا للكلفة والعائد.

١٦. مساعدة القيادات التعليمية على صنع القرارات الرشيدة واتخاذها حول تطوير التعليم وفقًا لتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

أهداف الرؤية:

يتمثل الهدف الرئيس للرؤية المقترحة في تطوير بعض الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وذلك من خلال التكامل بين الأساليب الكمية وبين تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ومن الهدف الرئيس للرؤية تتفرع الأهداف الآتية:

١. نشر ثقافة الذكاء الاصطناعي وعلاقته بالتخطيط للتعليم بين القيادات التعليمية.

٢. رفع كفاءة المؤسسات التعليمية وتحسين العائد منها.

٣. ترشيد عمليات صنع واتخاذ القرارات الإدارية بمؤسسات التعليم مع توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٤. الاستثمار الأمثل للموارد المتاحة من خلال تحديد الأولويات الرئيسة وفقًا لتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٥. توافر أساليب ومقاييس واضحة لقياس وتقويم الأداء بالمؤسسات العليمية، لتصحيح الأوضاع الخاطئة بشكل مستمر وسريع.

٦. توفير أساليب رقابة على البرامج والأنشطة التعليمية، ومن ثم مقارنة الأداء الفعلي لها بالأداء المخطط له، لتحديد الانحرافات في الأداء ومعالجتها في الوقت المناسب.

٧. التركيز على النتائج المتوقعة (المخرجات) من البرامج الجامعية بدلاً من التركيز على المدخلات، التي تتمثل في أوجه الصرف المختلفة.

٨. رفع كفاءة استخدام الموارد نتيجة لارتباط القرارات بالأهداف المحددة، وتحديد البدائل المتاحة وتحليلها، واختيار البديل الأمثل.

٩. وضع أسس علمية لاتخاذ كافة التدابير والإجراءات اللازمة (مادية، إدارية، وتكنولوجية، وغيرها) لتطوير الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

مراحل الرؤية

تتمثل مراحل الرؤية فيما يلي:

١. **المرحلة الأولى:** تتمثل في الإعداد لعملية الانتقال باستخدام استراتيجية العقلانية والإقناع، للقيادات التعليمية والمخططين التربويين، وتحديد المزايا

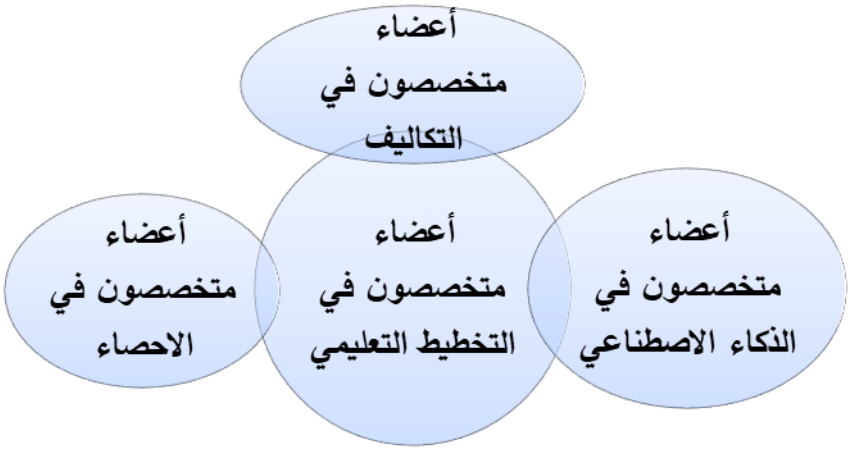
والفوائد التي ستعود على التعليم من تطبيقات الذكاء الاصطناعي، والتعرف على فجوة الأداء بين الوضع الحالي للتعليم وبين الوضع المستقبلي لها بعد توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي، بتقديم المنشورات والمقالات، وعرض سيمنارات يتم من خلالها شرح خطة الانتقال.

٢. **المرحلة الثانية: الاستراتيجية التمهيدية:** تتطلب هذه المرحلة التوعية وتكوين الاتجاهات واتخاذ القرارات لإقناع القيادات بأهمية الدمج بين الأساليب الكمية لتخطيط التعليم وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٣. **المرحلة الثالثة: استراتيجية التطبيق:** بتوفير متطلبات التطبيق من القوى البشرية اللازمة، والبنية التحتية التكنولوجية، والموارد المادية، ويتطلب ذلك تشكيل مجموعة من اللجان التالية:

١) **لجنة التخطيط التعليمي واستشراف المستقبل:** لجنة التخطيط التعليمي واستشراف المستقبل هي لجنة تهتم بدراسة التغييرات الداخلية والخارجية للتعليم، لتحديد نقاط القوة والضعف والفرص والتحديات التي تواجهه، وتحديد الغايات الاسترتيجية للتعليم، وتقسيمها إلى مجموعة من الأهداف الاستراتيجية، وتقسيم أهداف التعليم إلى مجموعة من الأنشطة، لكل نشاط مدة زمنية محددة ومصدر محدد للتمويل وجهة تنفيذية وجهة متابعة، ودراسة تقارير متابعة تنفيذ الخطط والبرامج،

ويقترح البحث أن تتكون لجنة التخطيط التعليمي واستشراف المستقبل من مجموعة من الأعضاء، كما يوضحهم الشكل التالي:



شكل (٦)

مقترح مكونات لجنة التخطيط التعليمي واستشراف المستقبل (الشكل من إعداد الباحث)

من الشكل (٦) تتضح مكونات لجنة التخطيط التعليمي واستشراف المستقبل، حيث يجب أن يعتمد بشكل رئيس على أعضاء متخصصون في التخطيط للتعليم لوضع الرؤية المناسبة التي تتواءم مع ظروف التعليم وإمكاناتها، مع مساندة من أعضاء متخصصون في الذكاء الاصطناعي لتحديد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة لطبيعة المشكلات، مع دعم من أعضاء متخصصون في الإحصاء لتوفير الأساليب المناسبة واللازمة للتوقعات المستقبلية للتعليم في شتى المجالات وتحديد البدائل المقترحة للتغلب على الصعوبات التى قد تواجه التعليم، مع دعم فريق متخصص في التكاليف لتحديد التكاليف الفعلية والمتوقعة للأهداف التى تتضمنها الخطة والأنشطة المحددة للتعليم.

٢) لجنة قواعد البيانات والمعلومات (البيانات الضخمة):

يجب أن تشتمل لجنة قواعد البيانات أو المعلومات (البيانات الضخمة) على مجموعة من المتخصصين في مجال البيانات والمعلومات ولديهم القدرة على التعامل مع البيانات الضخمة والبرمجيات الخاصة بها، للعمل على تبويب كافة المعلومات والبيانات التاريخية عن التعليم، بما يسهل مهمة لجنة التخطيط الاستراتيجي في الحصول على المعلومات والبيانات اللازمة والكافية لدراسة واقع التعليم بشكل مفصل.

وهناك مجموعة من المهام للجنة قواعد البيانات والمعلومات (البيانات الضخمة)، من أهمها ما يلي:

- تطوير وإنشاء قواعد البيانات التى يحتاجها التعليم.
- تزويد لجنة التخطيط التعليمي واستشراف المستقبل واللجان الأخرى، بما يحتاجون إليه من بيانات أو معلومات أو تقارير عن التعليم بشكل عام.
- اتخاذ كافة الاجراءات الخاصة بطبع النشرات الإحصائية التى تصدر عن التعليم للمجتمع الخارجي شريطة أن تتسم بالمصداقية والواقعية.
- توفير وتنظيم وحدات فعالة لجمع وتحليل البيانات وتجهيز المعلومات والتنسيق فيما بينها.
- الإلمام الشامل بالبيانات والمعلومات المتعلقة بالتخطيط للتعليم.

ويقترح البحث أن تتكون لجنة قواعد البيانات والمعلومات من مجموعة من الأعضاء، كما يوضحهم الشكل التالي:

شكل (٧)

مقترح مكونات لجنة قواعد البيانات والمعلومات (البيانات الضخمة) (الشكل من إعداد الباحث)

من الشكل (٧) السابق يتضح أن لجنة قواعد البيانات والمعلومات (البيانات الضخمة) يجب أن تتكون من أعضاء متخصصون في تصميم قواعد البيانات (الجانب التكنولوجي)، وأعضاء متخصصون في نظم المعلومات الإدارية (كيف تعد نظم المعلومات بشكل سليم)، وأعضاء متخصصون في إدخال البيانات وتنظيمها وتبويبها وفقاً لما هو متفق عليه، والأعضاء الأهم هم المتخصصون في البرمجة ولغاتها المتقدمة والإحصاء المتقدم.

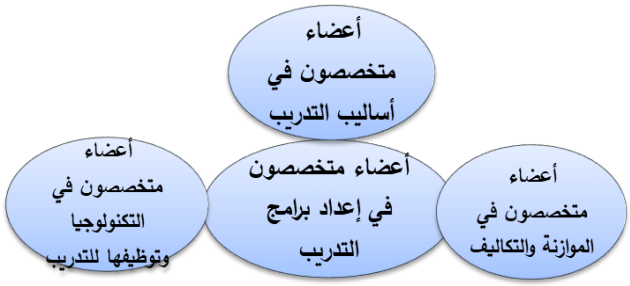
٣) لجنة الذكاء الاصطناعي والتدريب:

هي لجنة تهتم بتدريب العاملين على بعض المهام المنوطة بهم، عن طريق تحديد برامج تدريبية معينة محددة الوقت والأهداف للتعامل مع الأساليب الحديثة في مجال الذكاء الاصطناعي بشكل عام وتتطبيقاته في مجال التخطيط للتعليم بشكل خاص.

ويقترح البحث مجموعة من المهام للجنة الذكاء الاصطناعي والتدريب، يمكن عرضها كما يلي:

- إعداد الخطط والبرامج اللازمة لتدريب العاملين.
- إعداد وتدريب الكوادر البشرية اللازمة للتعامل مع الأساليب الحديثة والمتطورة في مجال الذكاء الاصطناعي.
- تقدير الاحتياجات التدريبية اللازمة للعاملين، وجدولتها حسب أهميتها وأولوياتها.
- التخطيط لتطوير قدرات العاملين، وتكوين فرق استشارية متخصصة للتغلب على الصعوبات التي تواجه العاملين.
- توفير أساليب واضحة ومحددة وفعالة لتقييم أداء العاملين.

وتقترح الدراسة أن تتكون لجنة الذكاء الاصطناعي والتدريب من مجموعة من الأعضاء، كما يوضحهم الشكل التالي:



شكل (٨)

مقترح مكونات لجنة الذكاء الاصطناعي والتدريب (الشكل من إعداد الباحث)

من الشكل (٨) السابق يتضح أن لجنة الذكاء الاصطناعي والتدريب يجب أن تتكون من أعضاء متخصصون في إعداد البرامج التدريبية وأعضاء متخصصون في التكاليف والموازنة، وأعضاء متخصصون في التكنولوجيا وتوظيفها للتدريب.

٤) لجنة اللوائح والقوانين

تهدف لجنة اللوائح والقوانين إلى تقديم التسهيلات القانونية للجان الأخرى، وتتمثل هذه المهام فيما يلي:

- تعديل اللوائح الخاصة بالشئون الإدارية التي تعرقل العمل، وأخذ كافة الاجراءات القانونية اللازمة لذلك.
- إعداد الهيكل التنظيمي لإدارات التخطيط والموازنة بالجامعة.
- الاشتراك في التقويم مع اللجان الأخرى.

ويقترح البحث أن تتكون لجنة اللوائح والقوانين من مجموعة من الأعضاء، كما يوضحهم الشكل التالي:

شكل (٩)

مقترح مكونات لجنة اللوائح والقوانين (الشكل من إعداد الباحث)

من الشكل السابق يتضح أن لجنة اللوائح والقوانين يجب أن تتكون من أعضاء متخصصون في وضع اللوائح والقوانين وأعضاء متخصصون في شئون العاملين، وأعضاء متخصصون في الشئون القانونية، وأعضاء متخصصون في الشئون المالية.

معوقات تطبيق الرؤية

هناك مجموعة من معوقات تطبيق الرؤية، من أهمها ما يلي:

١- جمود القوانين والتشريعات الموجهة للتعليم.

٢- صعوبة الاستقلال المالي بالشكل الكافي واللازم لتطبيق الرؤية.

٣- مقاومة التغيير من قبل القيادات الأكاديمية والإدارية للتعليم.

٤- التكلفة العالية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، ومن ثم صعوبة الحصول عليها.

٥- صعوبة تحديد الأهداف الاستراتيجية للتعليم بشكل دقيق، نظراً للتغير المستمر فى البيئة الخارجية للتعليم، وعدم قدرة التعليم على مواكبة تلك التغيرات في كثير من الأحيان.

٦- ضعف إقتناع بعض القيادات الأكاديمية بفكر التخطيط التعليمي واستشراف المستقبل.

٧- ضعف الموارد المالية للتعليم واستنزافها فى نواحٍ شتى للتطوير فى جوانب ليست الاحتياجات الفعلية للتعليم.

٨- تحتاج الرؤية المقترحة إلى العاملين المؤهلين والمدربين على التعامل بشكل جيد مع الأساليب الحديثة في التخطيط التعليمي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

وفي النهاية يوصي البحث بضرورة البحث المستمر في تطوير الأساليب الكمية لتخطيط التعليم في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي، لما سيعود علي التعليم من فوائد: تتمثل في تحقيق أهدافه المستقبلية، وترشيد الإنفاق، وتحقيق عوائد عالية.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

١. أبو طاحون، أمل لطفي (٢٠١٠). *التخطيط التربوي واعتباراته الثقافية والاجتماعية والاقتصادية*. عمان: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.

٢. البلوي، حنان راشد سالم (٢٠٢٥، إبريل). تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على آليات تخطيط الاحتياجات وتنمية الموارد البشرية. *مجلة السياسة والاقتصاد. جامعة بني سويف، كلية السياسة والاقتصاد*. العدد ٢٦. ٥٢٣–٥٤٩.

٣. التوبجري، أنس بن ابراهيم والشهراني، ثمراء بنت عايض (٢٠٢٣، إبريل). متطلبات توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في صنع القرار بوزارة التعليم. *مكتب التربية العربي لدول الخليج*. السنة ٤٤. العدد ١٦٨. ٤١–٦٤.

٤. توفيق، إنعام على (٢٠٠٩). *تقويم نظم المعلومات باستخدام بحوث العمليات*. القاهرة: الوراق للنشر والتوزيع.

٥. حركات، سعيدة وساسان، نبيلة وكحيلة، أمال (٢٠٠٩، ٢٧–٢٨ يناير). استخدام بحوث العمليات في اتخاذ القرارات الإدارية. *المؤتمر الوطني السادس بعنوان الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية*. وزارة التعليم

العالي والبحث العلمي. جامعة ٢٠ أوت ١٩٥٥ سكيكدة. كلية علوم التسيير والعلوم الاقتصادية. ١-١٨.

٦. حريرى، هند حسين محمد (٢٠٢١، مايو). رؤية مقترحة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في دعم التعليم بالجامعات في المملكة العربية السعودية لمواجهة جائحة كورونا (Covid-19) في ضوء الاستفادة من تجربة الصين. *مجلة الجامعة الإسلامية للعلوم التربوية والاجتماعية المملكة العربية السعودية*. عدد خاص. ٣٦٥- ٤٢٧.

٧. حسن، باسم عباس & البياني، عباس يونس (٢٠١٠، إبريل). خوارزميات جديدة في مسائل البرمجة الصحيحة المختلطة. *مجلة الرافدين لعلوم الحاسبات والرياضيات*. كلية الحاسبات والمعلومات. ٧(٢). ١٣-٢٩.

٨. حمدي، شريف (٢٠٢٣). *تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتعزيز الميزة التنافسية لمنظمات الأعمال*. دار العربي للنشر والتوزيع.

٩. خليل، نبيل سعد (٢٠١٠). *صنع القرار التعليمي في جمهورية مصر العربية وبعض الدول المتقدمة*. القاهرة: دار الفجر للنشر والتوزيع.

١٠. رابح، بوقره (٢٠٠٧). تحديد مستوى الاستخدام لنماذج صفوف الانتظار كأحد الأساليب الكمية في الإدارة "دراسة حالة مستشفى الزهراوي بالمسلية". *مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير*. كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير. جامعة سطيف. العدد (٧). ١٤٥-١٦٤.

١١. رشوان، عبدالرحمن محمد سليمان (٢٠١٨). دور تحليل البيانات الضخمة في ترشيد اتخاذ القرارات المالية والإدارية في الجامعات الفلسطينية- دراسة

ميدانية. *مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية*. جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي – كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير. ١١(١). ٢٢-٤١.

١٢. رندر، بارى وستير، رالف وبالا كريشان، ناجراج (٢٠٠٧). *نمذجة القرارات وبحوث العمليات باستخدام صفحات الانتشار الإلكترونية (على الحاسب الآلي)*. ترجمة مصطفى موسى. تقديم يحيى عبد العظيم المشد. الرياض: دار المريخ للنشر.

١٣. سلمان، منى شاكر. (٢٠٢٤). تحسين البرمجة الخطية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي: دراسة تجريبية. *مجلة الإدارة والاقتصاد*. الجامعة المستنصرية. المجلد (٤٩). العدد (١٤٣). ٥٦- ٦٨.

١٤. السند، حصة بنت عبدالرحمن (٢٠٢١). الذكاء الاصطناعي وصنع القرارات التخطيطية لبرامج العمل التطوعي بجامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن لتحقيق رؤية المملكة ٢٠٣٠. *مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية*. المملكة العربية السعودية. ١٣(٤). ٧٧- ١٠٦.

١٥. صالح، سمير أبو الفتوح (٢٠٠٤). *بحوث العمليات لدعم القرارات في البيئة التنافسية*. المنصورة: المكتبة العصرية.

١٦. طه، حمدي (٢٠١١). *مقدمة في بحوث العمليات (النماذج المحددة)*. ترجمة أحمد حسين على. مراجعة محمد على محمد. الرياض: دار المريخ للنشر.

١٧. عبود، حنان محمد (٢٠٢٤). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عمليات التخطيط للموارد البشرية: دراسة تحليلية مقارنة. *مجلة الأستاذ*. جامعة طرابلس- نقابة أعضاء هيئة التدريس. العدد٢٧. ١٥٤- ١٨٨.

١٨. غازي، علي (٢٠٢٣، يوليو). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التخطيط الاستراتيجي لتعزيز مستقبل مستدام لمؤسسات الأعمال. *مجلة إدارة الأعمال*. جمعية إدارة الأعمال مصر. العدد (١٨١). ١٠-٣١.

١٩. الغندور، محمد مصطفي (٢٠٢٢، يناير). أثر تطوير البيئة المعلوماتية لنظام إدارة المعلومات المالية الحكومية علي فعالية التخطيط والرقابة في الوحدات الحكومية- دراسة ميدانية. *مجلة الإسكندرية للبحوث المحاسبية*. كلية التجارة جامعة الإسكندرية. ٦(١). ٣٣٥- ٤٠٣.

٢٠. غنيم، أحمد محمد (٢٠٠٩). *الأساليب الكمية المفاهيم العلمية والتطبيقات الإدارية*. القاهرة: المكتبة العصرية للنشر والتوزيع.

٢١. فؤاد، زميت (٢٠٢١). تطبيق نظرية المجموعات الضبابية في تخطيط المشاريع. *مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية*. جامعة سطيف. ١٤(١). ١٤٠-١٥٥.

٢٢. قدور، أشواق وفودوا، محمد (٢٠٢٠). المنطق الضبابي واستخداماته في ترشيد القرارات المالية. *مجلة التكامل الاقتصادي*. جامعة أحمد دراية الجزائر. ٨(١). ٢١٠- ٢٢٥.

٢٣. كاظم، صفاء كريم (٢٠٠٩، يوليو). المقارنة بين تقديرات معالم نموذج الانحدار الخطي المتعدد باستخدام أسلوب OLS وأسلوب برمجة الأهداف الخطية.

مجلة الإدارة والاقتصاد، كلية الإدارة والاقتصاد. الجامعة المستنصرية. العراق العدد (٧٧). ٢٠٠-٢١٣.

٢٤. الكيلانى، رانيا محمود عبدالحميد (٢٠٢١، يناير). استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في أفلام شبكة نيتفميكس Netflix دراسة تحليلية فى ضوء مدخل حروب الجيل الخامس. *مجلة كلية الآداب*. جامعة الفيوم. ١٣(١). ٢٢٤٦- ٢٣١٨.

٢٥. لوس، عفيفة فتحي (٢٠٢٥). توظيف الذكاء الاصطناعي في تطوير عمليات التخطيط الاستراتيجي للتعليم: دراسة تحليلية استشرافية. *مجلة مستقبل التربية. مؤسسة الدكتور ضياء الدين زاهر للتعليم والتنمية المستدامة*. ٣١ (١٤٥). ٧٩- ١٣٤.

٢٦. محمد، لمياء محسن (٢٠٢٣). *مجالات الذكاء الاصطناعي تطبيقات وأخلاقيات*. القاهرة: دار العربي للنشر والتوزيع.

٢٧. محمود، مديحة فخرى (٢٠٢١، يناير). تصور مقترح لإعادة هندسة الجامعات المصرية على ضوء فرص وتحديات الذكاء الاصطناعي. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*. كلية التربية. جامعة الفيوم. مصر. مج (١٥). ١١٤- ٢٥٦.

٢٨. النجار، فريد راغب(٢٠٠٩). *بحوث العمليات في الإدارة*. القاهرة: الدار الجامعية.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. Abdul Ameer, Y. R., Salman, Sh. M. and Kamel, A., (2022). "A hybrid algorithm to bypass some weak features in the particle

swarm and firefly algorithms with an application to the travelling salesman problem". Tikrit *Journal of Administrative and Economic Sciences*; Vol. 18, No. 60, Part (1): 635-652.

2. Ang, K. & Seng, K. (2020). Big educational data & analytics: Survey, architecture and challenges. *IEEE access*, 8, 116392-116414.
3. Aniekan, U. R., Chukwudi, U. M., & Imoh, S. G. (2024). Application of Artificial Intelligence in Educational Planning. Volume 1, Issue 1. 27- 35.
4. Athota, V. S., Pereira, V., Hasan, Z., Vaz, D., Laker, B., & Reppas, D. (2023). Overcoming financial planners' cognitive biases through digitalization: A qualitative study. *Journal of Business Research*, Elsevier. 154.
5. Babu, D. R., Goli, G., Shrihari, S., Rao, K. N., & Rao, N. S. (2024). Suitability Analysis of Project Management Techniques to Multi-disciplinary Student Project Plans. *Journal of Engineering Education Transformations*, Rajarambapu Institute of Technology (RIT). 38(1). 1-41.
6. Bagshaw, K. B. (2021). PERT and CPM in project management with practical examples. *American Journal of Operations Research*, Scientific Research Publishing (SCIRP). 11(4), 215-226.
7. Baig, M. I., Shuib, L., & Yadegaridehkordi, E. (2020). Big data in education: a state of the art, limitations, and future research directions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, SpringerOpen. 17, 1-23.
8. Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In Learning Analytics (pp. 61-75). Springer.
9. Brandimarte, P. (2012). Quantitative methods: An introduction for business management. a wiley-interscience publication john wiley & sons.

10. Cohen, M. B., Lee, Y. T., & Song, Z. (2021). Solving linear programs in the current matrix multiplication time. *Journal of the ACM (JACM)*, 68(1), 1-39.
11. Diwekar, U. M. (2020). *Introduction to applied optimization Third Edition*. Springer Nature.
12. Dorfman, R. (2022). Application of linear programming to the theory of the firm: including an analysis of monopolistic firms by non-linear programming. Univ of California Press.
13. Dorrer, A. G., Dorrer, M. G., Kasyanova, E. V., & Zyryanov, A. A. (2020, November). Numerical modeling of the process of implementing media educational projects using GERT networks. In *Journal of Physics: Conference* Series 1691(1). IOP Publishing.
14. Dorrer, M., & Dorrer, A. (2020, April). Forecasting e-Learning processes using GERT models and process mining tools. In Proceeding of the International Science and Technology Conference" Far East Con 2019" October 2019, Vladivostok, Russian Federation, Far Eastern Federal University (pp. 857-866). Singapore: Springer Singapore.
15. Eiselt, H. A., & Sandblom, C. L. (2022). Operations research: A model-based approach. Springer Nature.
16. El Yessefi, A., Cherrat, L., Ech-Charrat, M. R., & Ezziyyani, M. (2024). Implementing Genetic Algorithm-Based Expert Systems to Enhance Academic Career Planning. International Journal of Information and Education Technology, 14(10). 1443- 1452.
17. Fischer, C., Pardos, Z. A., Baker, R. S., Williams, J. J., Smyth, P., Yu, R., & Warschauer, M. (2020). Mining big data in education: Affordances and challenges. *Review of Research in Education*, 44(1), 130-160.
18. Forbes (2023), AI-Powered Predictive Analytics: The Future of Project Management, Forbes, Available at:

https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/02/21/ai-powered-predictive-analytics-the-future-of-project-management/?sh=4849f8177994.

19. Gallo, M. A., Wheeler, B. E., & Silver, I. M. (2023). *Fundamentals of statistics for aviation research*. Routledge.
20. Gamboa, L. C., Abu, P. A., & Shio, C. P. C. (2024). Using Markov Chains in Modeling Student Progress Through Philippine Secondary Education. *International Journal of Business and Technology Management*, 6(3), 392-402.
21. Gauthier, D. J., Bollt, E., Griffith, A., & Barbosa, W. A. S. (2021). Next generation reservoir computing. Nature Communications, 12(1).
22. Gen, M., & Lin, L. (2023). Genetic algorithms and their applications. In Springer handbook of engineering statistics (pp. 635-674). London: Springer London.
23. Geng, S., Yang, M., Mitici, M., & Liu, S. (2023). A resilience assessment framework for complex engineered systems using graphical evaluation and review technique (GERT). Reliability Engineering & System Safety, 236.
24. Ghaffar, J. A., Khattak, M. S., Shah, T. A., & Jehangir, M. (2024). Impact of personality traits on financial planning: an empirical evidence from Pakistan. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 40(2), 434-450.
25. Gupta, S., & Sinha, S. (2020). Academic Staff planning, allocation and optimization using Genetic Algorithm under the framework of Fuzzy Goal Programming. Procedia Computer Science, 172, 900-905.
26. Hadi, H. A. and Shaheed, A. S.(2020)" Using the Expectation Maximization Algorithm in Estimating the General Linear Regression Model When the Data Are Distributed Skew

Normal with The Application". *The Journal of Administration & Economics*, Issue: 124/June/2020, Pages: 186-200.

27. Harvard Business Review (2022), How AI is Transforming Project Management, Harvard Business Review. [Online] Available at: https://hbr.org/2022/03/how-ai-is- transforming-project-management.
28. Hausken, K. (2024). *Fifty years of operations research in defense*. Eur. J. Oper. Res, 318, 355-368.
29. Helske, J., Helske, S., Saqr, M., López-Pernas, S., & Murphy, K. (2024). A modern approach to transition analysis and process mining with Markov models in education. In Learning Analytics Methods and Tutorials: A Practical Guide Using R . Springer Nature Switzerland. 381-427.
30. Huang, W., & Chen, C. (2024). Fast prediction of particle transport in complex indoor environments using a Lagrangian-Markov chain model with coarse grids. Energy and Buildings, 306.
31. Jacob, Y. W., Boureima, S. O. R. Y., & Moumouni, Z. O. N. G. O.(2024). Comparative Analysis With the Pert Method: Times Certain vs Uncertain. Advances and Applications in Discrete Mathematics, 41(2), 115-134.
32. Jenesen, P. (2004). Operations Research Models and methods. Retrieved from: www.me.utexas.edu/ Jensen/ ORMM/ mothos/ index.htm.
33. Kaniller, L. (2007). *Principle of Mathematics in Operation Research*. Springer Science & Business Media. Retrieved from: https://books.google.com.eg/books?isbn.
34. Kučak, D., Juričić, V., & Đambić, G. (2019, January). Application of genetic algorithms in higher education area. In Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium (pp. 343-347).
35. Larbani, M., & Aouni, B. (2007, Jun). On the pareto optimality in goal programming, 28(2), 127-131. Retrieved from:

http://icmfii.com/wp-content/uploads/2010/12/Aouni-CVA-06-2013.pdf

36. Mariani, M. M., Machado, I., & Nambisan, S. (2023). Types of innovation and artificial intelligence: A systematic quantitative literature review and research agenda. *Journal of Business Research*, 155. 1-14.
37. Meng, L., Zhang, C., Ren, Y., Zhang, B., & Lv, C. (2020). Mixed-integer linear programming and constraint programming formulations for solving distributed flexible job shop scheduling problem. Computers & industrial engineering. 142. 1-23.
38. Miao, F., & Holmes, W. (2021). AI and education: A guidance for policymakers. Unesco Publishing.
39. Mohanta, K., Chaubey, V., Sharanappa, D., & Mishra, V. (2022). A Modified Novel Method for Solving the Uncertainty Linear Programming Problems Based on Triangular Neutrosophic Number. Transactions on Fuzzy Sets and Systems. 1(1). 155.
40. Morse, P. M., & Kimball, G. E. (2012). Methods of operations research. Courier Corporation.
41. Neumann, K., & Steinhardt, U. (2012). GERT networks and the time-oriented evaluation of projects (Vol. 172). Springer Science & Business Media.
42. Oliveira, C. A. L., Lima, R. M. F., Reijers, H. A., & Ribeiro, J. T. S. (2011). Quantitative analysis of resource-constrained business processes. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: **Systems and Humans,** 42(3), 669-684.
43. Panneerselvam, R. (2023). Operations research third edition. PHI Learning Private Limited. Delhi.
44. Pregina, K., & Kannan, M. R. (2024). Fuzzy-Graphical Evaluation and Review Technique for Scheduling Construction Projects. KSCE Journal of Civil Engineering, 28(7), 2573-2587.

45. Ragavi, S., & Uma, R. N. (2016). Review of project management softwares-MS Project and Primavera**.** *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol 3, 1260-1263.
46. Rayabharapu, V. K., Abhay, M., & Gangadhar, B. T. (2024, June). Project Management Analysis for a Multi-storey building using Analytical data and Primavera-A Comparison. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2779, No. 1, 1-9).
47. Rivas, A., Gonzalez-Briones, A., Hernandez, G., Prieto, J., & Chamoso, P. (2021). Artificial neural network analysis of the academic performance of students in virtual learning environments. Neurocomputing, 423, 713-720.
48. Sahadevan, S. (2023). Project Management in the Era of Artificial Intelligence. European Journal of Theoretical and Applied Sciences, 1(3), 349-359.
49. Seligmann J, et al.(2019). Comparing capability of scenario hazard identification methods by the PIC (Plant-People-Procedure Interaction Contribution) network metric. Saf Sci 2019;112: 116–29.
50. Sen, R. (2010). Operations Research Algorithms and Applications. New Delhi: PhI Learning Private Limited. Retrieved from: http://www.amazon.com/Operations-Research-Applications-Rathindra-Sen/dp/8120339304.
51. Singhl.S, Damaschke, I and Dehrotra.R. (2017). genetic algorithm: applications to linear and integer programming problems**.** *International journal of research in engineering and applied sciences (ijreas)*, vol. 7 issue 9, september-2017, pp. 48-58
52. Sohail, A. (2023). Genetic algorithms in the fields of artificial intelligence and data sciences. Annals of Data Science, 10(4), 1007-1018.

53. Sottinen ,T.(2009).Operations Research with GNU Linear Programming Kit. ORMS1020 course notes. Department of Mathematics and Statistics, University of Vaasa, Finland. Retrieved from: http://lipas.uwasa.fi/~tsottine/lecture_notes/or.pdf.
54. Stacho, J. (2014). Introduction to Operations Research - Deterministic Models. New York: Columbia University. Retrieved from: http://www.cs.toronto.edu/~stacho/public/ieor4004-notes1.pdf.
55. Stephano, M. A., Irunde, J. I., Mwasunda, J. A., & Chacha, C. S. (2024). A continuous time Markov chain model for the dynamics of bovine tuberculosis in humans and cattle. *Ricerche di Matematica*, 73(4), 1815-1841.
56. Taha, A.(2007). Operations research: an introduction. 8th ed. New York: Pearson Education, Pearson Prentice Hall. Retrieved from: www.math.epn.edu.ec/~sandra/TDE...2/taha2007.pdf.
57. Walsh, H. S., Dong, A., & Tumer, I. Y. (2018). The role of bridging nodes in behavioral network models of complex engineered systems. Design Science, 4.
58. Wibowo, A. W. A., & Maimunah, F. (2023). Sugar Demand Forecasting in pt xyz with Winqsb Software. Barekeng: *Journal Ilmu Matematika dan Terapan*, 17(3), 1631-1640.
59. Yudistira, I. G. A. A., Nariswari, R., Arifin, S., Abdillah, A. A., Prasetyo, P. W., & Susyanto, N. (2024). Program Evaluation and Review Technique (PERT) Analysis to Predict Completion Time and Project Risk Using Discrete Event System Simulation Method. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 18(1), 67-76.
60. Ziwen Diao, Z (2024). Project Management in the Age of Artificial Intelligence. Highlights in Business, *Economics and Management*. Vol 39. 119- 1125.