Journal of Curriculum and Teaching Methodology (JCTM) • Vol 4, Issue 9 (2025) • P: 24 - 1
https: //journals.ajsrp.com/index.php/jctm
ISSN: 2790-7333 (Online) • ISSN: 2790-7325 (Print)

Future scenarios for teaching mathematical applications in artificial intelligence (robots as a model) at the secondary level in the Kingdom of Saudi Arabia

Dr. Norah Shabeeb AboJalbah*[1], Prof. Ghalya Hamad Al-Sulim[2]

[1] Ministry of Education | KSA

[2] College of Education | Imam Mohammad ibn Saud Islamic University | KSA

Received: 04/05/2025

Revised: 18/05/2025

Accepted: 05/07/2025

Published: 30/09/2025

* Corresponding author: nnabujalbh@gmail.com

Citation: AboJalbah, N. SH., & Al-Sulim, GH. H. (2025). Future scenarios for teaching mathematical applications in artificial intelligence (robots as a model) at the secondary level in the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Curriculum and Teaching Methodology, 4*(9), 1 – 24. https://doi.org/10.26389/AJSRP.B060525

2025 © AISRP • Arab Institute for Sciences & Research Publishing (AISRP), United States, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: The study aimed to present future scenarios for teaching mathematical applications in artificial intelligence (AI) (robots as a model) at the secondary level in the Kingdom of Saudi Arabia. To achieve the study's objective, the researcher used both the prospective approach through the Delphi and scenarios techniques, and the descriptive approach using content analysis. The study tools consisted of a questionnaire using the Delphi method and a content analysis card. The study population consisted of a group of experts in curricula and teaching methods - educational supervisors, teachers, and specialized faculty members. The study results revealed weaknesses in incorporating mathematical applications in robot programming and dynamics in mathematics, computer science, and information technology curricula at the secondary level. Four scenarios were developed for teaching mathematical applications in AI (AI) (robots as a model) at the secondary level in the Kingdom of Saudi Arabia: (The qualitative shift scenario, the specialized scenario - STEMR academies), which represent optimistic scenarios; (The need-filling scenario), which represents an extension of reality; and (The withdrawal scenario), which represents a pessimistic scenario. In light of the results, the researcher presented a set of recommendations, the most prominent of which were: building foresight laboratories based on the principle of analyzing future trends related to artificial intelligence in the education system, with the participation of society and students in developing appropriate mechanisms and solutions to develop this science in the education system.

Keywords: Future scenarios, mathematical applications, artificial intelligence, robotics.

سيناريوهات مستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية

د/ نوره شبيب أبو جلبه*[1]، أ.د/ غالية حمد السليم[2]

[1] وزارة التعليم | المملكة العربية السعودية

[2] كلية التربية | جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية | المملكة العربية السعودية

المستخلص: هدفت الدراسة إلى تقديم سيناريوهات مستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، ولتحقيق هدف الدراسة استخدمت الباحثتان كلاً من المنهج الاستشرافي من خلال أسلوبي دلفاي –والسيناريوهات، والمنهج الوصفي أسلوب تحليل المحتوى. وتكونت أدوات الدراسة من ثلاث أدوات: (استبانة وفق أسلوب دلفاي، وذلك لحصر التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) - بطاقة تحليل محتوى. وقد تمثل مجتمع الدراسة بمجموعة من الخبراء في المناهج وطرائق التدريس- المشرفون والمشرفات التربويات- معلمون ومعلمات في الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات للمرحلة الثانوية-أعضاء هيئة تدريس مختصون في علوم الحاسب- تقنية المعلومات-تقنيات التعليم- الرياضيات- والذكاء الاصطناعي- وهندسة برمجيات الحاسب. وقد تبيّن من نتائج الدراسة ضعف في تضمين التطبيقات الرياضية في برمجة وديناميكية الروبوت في مقررات الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات في المرحلة الثانوية، وبناء أربعة سيناريوهات لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية: (سيناريو النقلة النوعية، والسيناريو التخصصي- أكاديميات STEMR) وهي تمثل السيناريوهات التفاؤلية، و(سيناريو سد الحاجة) الذي يمثل امتداداً للواقع، و(سيناريو الانكفاء) وهو يمثل السيناريو التشاؤمي. وفي ضوء النتائج قدمت الباحثتان مجموعة من التوصيات، كان أبرزها: بناء مختبرات استشرافية تقوم على مبدأ تحليل التوجهات المستقبلية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي في منظومة التعليم على أن يتم تشارك المجتمع والطلبة في وضع الآليات والحلول المناسبة لتطوير هذا العلم في المنظومة التعليمية.

الكلمات المفتاحية: سيناريوهات مستقبلية، تطبيقات رياضية، الذكاء الاصطناعي، الروبوت.

1- المقدمة.

نعيش في الوقت الحالي في عالم متسارع، تتسابق فيه الأحداث، ويتسارع في التطور في جميع مناحي الحياة، وأصبحنا بحاجة ملحة إلى معرفة مستقبلنا واستشرافه، وذلك بهدف تطوير المستقبل، بالإضافة إلى مواكبة التطور الذي يقاس على أساسه تقدم الأمم. وقد شهد منتصف القرن العشرين اهتماماً ملحوظاً بالمستقبل كمجال علمي أكاديمي يقوم على مناهج وأساليب لدراسته وصولاً إلى تطويره، حيث يرى العديد من الباحثين بأن دراسات المستقبل يمكن أن تساعد في استشراف بعض ملامح المستقبل التربوي وبالتالي التحكم في ذلك المستقبل من خلال الاستعداد له ووضع الاستراتيجيات المناسبة له.

وقد حرصت المملكة العربية السعودية على تطوير التعليم وتحديثه باستمرار ليواكب المستجدات ويواجه التحديات، لتحقيق رؤية المملكة العربية السعودية 2030م، من خلال تطوير مناهج التعليم عامة ومناهج الرياضيات بصفة خاصة في ضوء الرؤى الاقتصادية والتنموية. (رؤية المملكة، 2030). كما حظيت مناهج الرياضيات في المملكة العربية السعودية بنصيب وافر من التطوير والتحديث وإدخال التكنولوجيا الحديثة على وجه الخصوص لتنفيذ محتويات تلك المناهج، وعلى نحو يتماشى مع التطورات والتغيرات التي حدثت في كافة المجالات التعليمية التي شهدها العالم في السنوات الأخيرة (عيدة الرويلي، 2018).

وتسعى وزارة التعليم في المملكة العربية السعودية في تطوير التعليم الثانوي فقد اقامت ورشة عمل لتحديد معالم الرؤية المستقبلية للتعليم الثانوي بما يتوافق مع رؤية المملكة 2030، والعمل على تحديد المسارات والأكاديميات الجديدة وإدراج المقررات المناسبة لها، ومن المجالات التي حظيت بالاهتمام مجال الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوتات (وزارة التعليم، 2020)، ويقوم الذكاء الاصطناعي أو ما يسميه البعض بالثورة الصناعية الرابعة على مبادئ الرياضيات وتطبيقاتها، ويُعرف سترونق (Strong,2016) الذكاء الاصطناعي بأنه "قدرة الأجهزة على أداء الأنشطة مثل التفكير والقدرة على المعرفة والحكم وفهم العلاقات وإنتاج الأفكار الأصلية". ويمكن أن تمثل هذه الأجهزة العقول البشرية في المستقبل حيث تعمل تمامًا مثل البشر ويمكنها القيام بكل المهام التي يقوم بها الإنسان.

ونجد أن هناك علاقة بين التطبيقات الرياضية وبرمجة أجهزة الذكاء الاصطناعي، حيث يعتمد الذكاء الاصطناعي على الخوارزميات في أتمتة (ميكنة) المهام عن طريق الوصول إلى البيانات ذات الصلة، كما تعتمد الخوارزميات على الشبكات العصبية التي تم تصميمها من خلال عمل الخلايا العصبية في الدماغ بحيث تكون قادرة على التعلم تماما مثل البشر، فالخوارزمية عبارة عن "تسلسل دقيق للخطوات المطلوبة لحل مشكلة ما"، فهي التعليمات التي يكتبها المبرمج ويجمعها لإنتاج وحدة قابلة للتنفيذ، وتُعرف أيضًا باسم البرنامج، ويتابع مسألة الخوارزميات العديد من المهندسين وعلماء الحاسوب وعلماء الرياضيات الذين يتحملون مسؤولية برمجة هذه البرامج (موسى وبلال، 2019).

ومن بين الأشياء التي يحتاجها الذكاء الاصطناعي لتنفيذ عمليات التمثيل والمحاكاة: الفئات Categories، والأشياء Objectives، والخصائص Properties، والعلاقات Relations، وهي جميعاً ترتبط بالرياضيات إلى جانب أنه يمكن تصنيف المشاكل في الذكاء الاصطناعي إلى نوعين عامين، مشاكل البحث Research Problems ومشاكل المحاكاة Simulation Problems، ثم لدينا المنطق والقواعد والأطر والشبكات كنماذج وأدوات مترابطة وجميعها مواضيع رياضية (Angel, 2009).

ومما سبق يتضح أهمية معرفة مبرمج النظم الذكية بأسس الخوارزميات الرياضية، كما أن رؤية المملكة العربية السعودية 2030 أكدت على دراسة التطبيقات الرياضية ضمن الواقع التكنولوجي الحالي وبالأخص الذكاء الاصطناعي (الشبل، 2016)، إلى جانب مبادئ العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEMمن حيث تفعيل دور الطالب كمهندس ومبرمج ضمن منهج الرياضيات (شواهين، 2016)، مما يؤكد على أهمية استشراف مستقبل التطبيقات الرياضية للمرحلة الثانوية وربطها بالذكاء الاصطناعي وفي الروبوت خاصة.

1-2- مشكلة الدراسة:

جاءت مشكلة الدراسة استجابةً لتوجهات المملكة العربية السعودية نحو الذكاء الاصطناعي، والذي يتمثل في إنشاء الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (Saudi Data & AI Authority)، وكذلك تنظيم المسابقات لتنمية قدرة الطلاب على الابتكار وبرمجة الروبوتات والتي تعد أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي مثل مسابقة دوري فيرست ليغو السعودي FLL Saudi (الشمري والعقيل، 2015). والتي بدأت منذُ عام 2006 حتى الآن، وكذلك توجه وزارة التعليم لاستحداث منهج (الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت) في المرحلة الثانوية (وزارة التعليم، 2020). كما وأكدت نتائج منتدى الاقتصاد العالمي (2016م) أن الكثير من الأعمال سوف تقوم بها التقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي (شواب، 2016)، مما يستوجب استحداث مناهج مستقبلية في الرياضيات تسعى لتزويد طلبة المرحلة الثانوية بمقررات تكامل بين الرياضيات والذكاء الاصطناعي.

وعلى المستوى العالمي عقدت العديد من المؤتمرات ذات الصلة على رأسها مؤتمر معهد الرياضيات وتطبيقاتها بالمملكة المتحدة IMAفي دورته الثانية لعام 2020 تحت مسمى "Mathematics For Robots" الرياضيات من أجل الروبوت ويهدف المؤتمر لتسليط الضوء على العمق الرياضي والتطبيقات الرياضية المطبقة على الروبوتات (IMA ,2020).

وقد أوصت العديد من الدراسات بضرورة الربط بين الذكاء الاصطناعي وتعليم الرياضيات منها دراسة الياجزي (2019) التي أوصت بحتمية إعادة النظر في المناهج والمقررات الدراسية لتضمين تقنيات التعليم المرتبطة بالذكاء الاصطناعي وخاصة في مقررات الرياضيات والهندسة، كما ونادت عدة دراسات بربط مقررات الرياضيات وتطبيقاتها بمبادئ البرمجة ونظم الذكاء الاصطناعي منها دراسة لورا بنتون (Lora Benton, 2017) التي أكدت على أهمية الربط بين مفاهيم وتطبيقات الرياضيات والبرمجة والتصميم، كما أثبتت دراسة أمل البدو(2017) ودراسة عيدة الرويلي (2018) إلى الأثر الإيجابي لتدريس مقرر الرياضيات باستخدام وسيلة الروبوت التعليمي في تنمية التحصيل، كما وأكدت بعض الدراسات على أهمية التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت ومنها دراسة: حلواني (2016)، Lora Benton (2017)، ودراسة بيتينا Bettina (2013)، ودراسة كلاوس Klaus (2016)، ودراسة ليريل Lerrel(2014)، ودراسة انجيل Angel (2010).

كما لمست الباحثتان من خلال عملهما في مجال تدريس الرياضيات الواقع الفعلي لمستوى الطالبات من ضعف الربط بين التطبيقات الرياضية والأدوار العملية والفكرية للرياضيات وبين مهارات الحياة والمجالات الدراسية الأخرى وبالأخص المجال التكنولوجي، ولتدعيم شعور الباحثين بمشكلة الدراسة، فقد قامتا بأجراء دراسة استطلاعية بهدف معرفة مدى التكامل بين تدريس المفاهيم الرياضية والذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً)، وتكونت العينة الاستطلاعية من (160 فرداً) من معلمي/معلمات، ومشرفي/ ومشرفات الرياضيات في المملكة العربية السعودية، وتحددت أداة الدراسة الاستطلاعية باستبانة احتوت على (15) فقرة، وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود ضعف بشكل عام في التكامل بين تدريس المفاهيم الرياضية والروبوت، وتتضح أبرز جوانب الضعف في الفقرات التالية: "تقديم دورات حول استخدام الروبوت التعليمي في تدريس مفاهيم الرياضيات" غير موجودة بنسبة 50.6%، وجاءت فقرة "تزويد المدرسة بأجهزة الذكاء الاصطناعي والروبوت كمصادر تعليمية" غير موجودة بنسبة 43.7%، وجاءت فقرة "يوجد لدى معلم/ة إلمام بالروبوت التعليمي وآلية تفعيلة في حصص الرياضيات" منخفضة بنسبة 33.75%، كما وجاءت فقرة "استخدام الروبوتات لنمذجة دروس المجسمات والتحويلات الهندسية" غير موجودة بنسبة 31.85%، واستناداً إلى المؤشرات التي ظهرت لدى الباحثتين من خلال استطلاع رأي معلمي ومعلمات ومشرفي ومشرفات الرياضيات، أكدت أن هناك فجوة في التكامل بين تدريس التطبيقات الرياضية والذكاء الاصطناعي "الروبوت نموذجاً". وبناء على ما سبق، فقد تحددت مشكلة الدراسة في استشراف سيناريوهات مستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي "الروبوت نموذجاً" للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.

1-3- أسئلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس التالي:

ما السيناريوهات المستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟

والذي يتفرع بدوره إلى الأسئلة الآتية:

1- ما التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟
2- ما واقع تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الرياضيات والحاسب الآلي في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟
3- ما السيناريوهات المستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟

1-4- أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة الحالية لتحقيق الأهداف الآتية: -

1. تحديد التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجًا) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.
2. التعرف على واقع التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقرر الرياضيات والحاسب الآلي في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.
3. تقديم سيناريوهات مستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.

1-5- أهمية الدراسة:

- **الأهمية النظرية:**

تتمثل الأهمية النظرية لموضوع الدراسة فيما يأتي:

- تنفرد الدراسة في تقديم استشراف لمستقبل علم الرياضيات بالمرحلة الثانوية وخاصة التطبيقات الرياضية وتوضيح علاقتها بتطبيقات الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت.
- تنطلق الأهمية النظرية للدراسة من كونها تتناول متغير الذكاء الاصطناعي وهو موضوع يتسم بالحداثة والأهمية في العصر الحالي.
- تُسلط الدراسة الضوء على أهمية التطبيقات الرياضية في مناهج الرياضيات بالمملكة العربية السعودية.
- تُسهم الدراسة في إثراء المكتبة العربية التربوية فيما يتعلق بالتكامل بين تدريس الرياضيات وبرمجة الروبوت التي نجد بها قلة واضحة في هذا الموضوع.
- أنها تربط بين علم الرياضيات وعلم الروبوتات في المجتمع العربي عامة والمجتمع السعودي خاصة، وتوجهات العالم نحو الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في شتى المجالات.

- **الأهمية التطبيقية:**

تكمن أهمية الدراسة التطبيقية في الآتي:

- تُسهم نتائج هذه الدراسَة في تصميم مناهج الرياضيات في ضوء توجه وزارة التعليم نحو الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت.
- تُسهم الدراسة في توجيه اهتمام معلمي ومشرفي الرياضيات وغيرهم من المتخصصين نحو العلاقة بين التطبيقات الرياضية وعلم البرمجيات والذكاء الاصطناعي.
- تفتح الدراسة أفاقًا جديدة في مرحلة التعليم قبل الجامعي لاستخدام التطبيقات الرياضية المختلفة في شتى المجالات.
- تُسهم الدراسة في تضييق الفجوة بين المعرفة النظرية الرياضية وتطبيقاتها لدى طلبة المرحلة الثانوية.

1-6 حدود الدراسة:

- **الحدود الموضوعية:** التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي وهي العلاقات والمعادلات والمبادئ والنظريات الرياضية التي يحتاجها الطالب ليستطيع برمجة آلات الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) والمتعلقة بديناميكية وحركة الروبوتات وهي التطبيقات الرياضية في المجالات التالية: التفاضل والتكامل Calculus، الجبر Algebra، القياس Measure، استخدام النظم الاحداثية Coordinate system، التحويلات الهندسية Geometric transformations، الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics.
- **الحدود البشرية والمكانية:** الخبراء في: المناهج وطرائق التدريس- مشرفي ومعلمي الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات للمرحلة الثانوية-أعضاء هيئة تدريس مختصون في علوم الحاسب- تقنية المعلومات-تقنيات التعليم- الرياضيات- والذكاء الاصطناعي- وهندسة برمجيات الحاسب في المملكة العربية السعودية.
- **الحدود الزمانية:** السقف الزمني لهذه الدراسة الاستشرافية يمتد إلى عشر سنوات تبدأ من الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 1443/1442هـ، وذلك بما يتزامن مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030م.

1-7- مصطلحات الدراسة:

1. سيناريوهات مستقبلية:

هي وصف لوضع مستقبليّ ممكن أو محتمل أو مرغوب فيه، مع توضيحٍ لملامح المسار أو المسارات التي يمكن أن تؤدي إلى هذا الوضع المستقبلي، انطلاقاً من الوضع الراهن أو من وضع ابتدائي مفترض. (العيسوي، 2009)

تُعرف السيناريوهات المستقبلية إجرائياً: وصف لاحتمالات مستقبلية مرغوبة لتدريس التطبيقات الرياضية في المجالات التالية: (التفاضل والتكامل Calculus، الجبر Algebra، القياس Measure، استخدام النظم الاحداثية Coordinate system، التحويلات الهندسية Geometric transformations، الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics) في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

2. الذكاء الاصطناعيArtificial Intelligence:

عرف قاموس ويستر العالمي (Webster, 2019) الذكاء الاصطناعي: انه فرع من علم الحاسب الذي يتعامل مع محاكاة السلوك الذكي في أجهزة الحاسب، كما أنه قدرة الجهاز على تقليد السلوك البشري الذكي.

ويُعرف الذكاء الاصطناعي بأنه: مجال العلم والتقنيات يستند إلى عدة علوم مثل: علوم الحاسوب والبيولوجيا وعلم النفس واللغويات والرياضيات والهندسة وهو يهدف إلى فهم طبيعة الذكاء البشري ومحاكاة سلوك الانسان الذكي من خلال برامج حاسوبية بهدف تقديم أجهزة لها القدرة على التفكير والرؤية والحديث والسمع والمشي والاحساس. (درار، 2019)

يُعرف الذكاء الاصطناعي إجرائيا: عملية محاكاة الذكاء البشري عبر أنظمة حاسوبية تقوم على معالجة الأرقام وتحويلها إلى بيانات تعمل على اتمتة الآلة وقدرتها على التعلم من خلال جمع وتحليل البيانات واتخاذ القرار في ضوء ذلك التحليل.

3. الروبوت:

يعرف الروبوت بأنه منظومة ميكانيكية متعددة الأجسام تجمع بينها روابط (Joints) تسمح بتحقيق الحركة المطلوبة لجسم طرفي مثبت على الروبوت أو للروبوت كله، وتتم برمجتها لأداء مهمة محددة بطريقة آلية أو نصف آلية (مجلة الروبوت العربية، 2015).

يُعرف الذكاء الاصطناعي "الروبوت نموذجاً" إجرائياً: آلة ذكية تحاكي قدرات الانسان العقلية والجسدية يتم دراسة التطبيقات الرياضية المتعلقة في المجالات التالية: (التفاضل والتكامل Calculus، الجبر Algebra، القياس Measure، استخدام النظم الاحداثية Coordinate system، التحويلات الهندسية Geometric transformations، الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics)والمستخدمة في برمجتها وتحريكها.

4. التطبيقات الرياضية Mathematics Application

تعرف التطبيقات الرياضية بأنها: تطبيق المعرفة الرياضية التي يكتسبها الطالب من خلال تفاعله مع الرياضيات في التعامل مع المشكلات في مجالات حياتية مختلفة، داخل أو خارج بيئة التعلم. (أسامة، 2016).

وتُعرف التطبيقات الرياضية إجرائياً: بأنها العلاقات والمعادلات والمبادئ والنظريات الرياضية في المجالات التالية: (التفاضل والتكامل Calculus، الجبر Algebra، القياس Measure، استخدام النظم الاحداثية Coordinate system، التحويلات الهندسية Geometric transformations، الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics)، يحتاجها المتعلم في المرحلة الثانوية ليستطيع برمجة الروبوت ودراسة ديناميكيته.

2- الإطار النظري والدراسات السابقة.

2-1-الإطار النظري.

2-1-1-الذكاء الاصطناعي

2-1-1-1-مفهوم الذكاء الاصطناعي:

يتكون الذكاء الاصطناعي من كلمتين هما الاصطناعي Artificial وهي تشير لما هو مصنع أو غير طبيعي النشأة، وكلمة ذكاءIntelligence وهي تعني القدرة على الادراك والتفكير، ويُعد تعريف الذكاء أكثر صعوبة من تعريف الاصطناعي، فيمكن تعريف الذكاء بأنه: القدرة المعرفية للشخص على التعلم من خلال مروره بالتجربة والعقل وتذكر المعلومات الهامة والتعامل مع متطلبات الحياة اليومية، ومن ثم فإن تحديد مصطلح الذكاء الاصطناعي ببساطة وقوة أمرًا صعبًا، فمثلا في عام 1955 وضع جون مكارثي أحد رواد الذكاء الاصطناعي تعريفًا للذكاء الصناعي بأنه: "تطوير الآت تتصرف وكأنها ذكية" (موسى وبلال، 2019).

ويعرف الذكاء الاصطناعي بأنه " أحد فروع العلوم المتفرعة عن علم الحاسوب، وهو العلم المعني بجعل الحواسيب تؤدي مهام مشابهه – تقريبا –لعمليات الذكاء الانساني مثل: التعلم، اتخاذ القرارات، الاستنباط" (الفاخري، 2018).

والذكاء الاصطناعي هو "عملية محاكاة للذكاء الانساني من خلال أنظمة حاسوبية، تتم من خلال دراسة السلوك البشري، وعبر أداء تجارب على تصرفاتهم ووضعهم في مواقف محددة ثم مراقبة رد فعلهم ونمط تفكيرهم وتعاملهم مع هذه المواقف، ومن ثم محاولة محاكاة طريقة التفكير البشري عبر أنظمة حاسوبية معقدة، ولتتسم الآلة أو برمجية الذكاء الاصطناعي لابد أن تمتلك القدرة على التعلم وجمع وتحليل البيانات واتخاذ القرار في ضوء هذا التحليل (إيهاب، 2018).

ومما سبق نجد اختلافًا كبيرًا بين التعريفات وبعضها البعض فمنها من يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه نظام، ومنها من يرى أنه تطوير للأنظمة الحاسوبية، ومنها من يرى أنه علم من علوم الحاسوب، ومنها من يعرفه على أنه نشاطاً لتمثيل ومعالجة الرموز غير الخوارزمية أو معالجة للبيانات من أجل أتمتة النظم الآلية، بينما اتفقت معظم التعريفات على أنه محاكاة للعقل أو الذكاء البشري بغرض قيام الآلة بأنشطة ومهام عقلية وجسدية اعتاد الانسان على القيام بها.

2-1-1-2-خصائص ومميزات الذكاء الاصطناعي

إن الحديث عن الذكاء الاصطناعي لاسيما في التعليم والسعي لمحاولة إبراز دوره يتوقف على عدة عوامل أبرزها خصائص الذكاء الاصطناعي، إذ أن التعرف على تلك الخصائص يقودنا بلا شك إلى المجالات والتطبيقات التي يمكننا استغلال تلك الخصائص في سياقها وبيئاتها

ومن أبرز تلك الخصائص:

- يتيح الذكاء الاصطناعي استبقاء المعرفة مدة طويلة طالما بقيت أهمية المشاكل وسيناريوهات القرار دون تغيير.
- يعد التعلم من النجاح والفشل في العالم الحقيقي ميزة تمكينيه لأدوات الذكاء الاصطناعي المعروفة باسم "التعلم المعزز" وهي مفيدة لأنها تزيد من موثوقية الأدوات من خلال استخدامها المتزايد في التطبيقات
- يحدث التطبيق الواسع لأي أداة فقط عندما يتم إثبات موثوقيتها، وقد أثبت الذكاء الاصطناعي بالفعل أنه موثوق تمامًا في العديد من التطبيقات المختلفة نظرًا لقدرته على محاكاة الذكاء البشري في عملية التفكير.
- يمكن للذكاء الاصطناعي دعم حلول أسرع للمشاكل المعقدة من خلال جمع البيانات وفحصها ومعالجتها واتخاذ القرار (Javy, 2012).

2-1-1-3-تطبيقات الذكاء الاصطناعي:

غطت تطبيقات الذكاء الاصطناعي مجالات عديدة، ومن أكثر التطبيقات ذات الصلة بالعملية التعليمية ما يلي:

1. الأنظمة الخبيرة Expert System: وهي برامج تعمل على نقل الخبرة البشرية للحواسب، وبالتالي تقوم تلك الحواسب بتنفيذ مهام لا يستطيع أداؤها إلا الخبراء في مجال ما ويتم ذلك عبر تغذية الحاسوب بأكبر قدر ممكن من المعلومات والمعارف التي يمتلكها الخبراء البشريين، ثم تعطي بعد ذلك من خلال أدوات البحث والاستنتاج نتائج تطابق نتائج الخبير البشري.
2. التعرف على الكلام Speech Recognition: وهي برامج لها القدرة على تحويل الأصوات إلى كلام نصي (Text).
3. معالجة اللغات الطبيعية Natural Languages Processing: وهي برمجيات تهدف لفهم اللغات الطبيعية بغرض تلقين الحاسوب الأوامر مباشرة بتلك اللغات، ومن ثم يستطيع الحاسوب محادثة البشر عبر الاجابة على أسئلة معينة. كما أن هناك برامج تفسر اللغة المكتوبة يدويًا، وبرامج تعالج أخطاء القواعد والإملاء.
4. توليف الكلام Speech Synthesis: وهي برامج لها القدرة على تحويل الكلمات (Text) إلى أصوات.
5. تمييز وقراءة الحروف Character Recognition: وهي برامج لها القدرة على قراءة الحروف المكتوبة باليد أو المطبوعة وتحويلها إلى حروف وكلمات وجمل على الحاسوب (Text)، وبعد ذلك تستطيع استخدام هذا النص كما لو كنا أدخلناه من على لوحة المفاتيح.
6. الروبوتات Robotics: هي آلة كهروميكانيكية تتلقى الأوامر من حاسب تابع لها فيقوم بأعمال محددة، ويتيح الذكاء الاصطناعي للروبوت القدرة على الحركة وفهم البيئة من حوله والاستجابة لعدد من العوامل الخارجية (بكر وطه، 2019).

وقد اعتمدت الدراسة الحالية الروبوت كنموذجات نظرًا لملائمته في تعلم وتعليم التطبيقات الرياضية.

2-1-1-4-التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي:

مع تعاظم الدور الحضاري والمنفعي الذي تقوم به الرياضيات في مجالات المعرفة المعاصرة، وأوجه التقدم في العلم والتكنولوجيا يصبح من الأهمية بمكان أن نعد أولادنا إعدادًا قويًا وذكيًا في الرياضيات، ويعد تعليم الرياضيات في شتى مراحل التعليم المختلفة وبالأخص في التعليم ما قبل الجامعي وسيله لتساعد المتعلم على فهم الحياة ومواجهة مشكلاتها، وبالتالي فإن الرياضيات وتطبيقاتها في الحياة تُعد بمثابة حجر الأساس في التقدم العلمي والتكنولوجي، ويجب أن تهتم بتوظيف ما تعلمه الطالب في المواقف والمشكلات التي يقابلها، بحيث أصبحت هذه التطبيقات شيئًا أساسيًا في تعليم الرياضيات (الليثي، 2017).

ويتركز التفاعل بين الرياضيات وعلوم الحاسوب تقليديًا حول مجالات المنطق ونظرية الفئات والرياضيات المجردة، وفي السنوات الأخيرة، ظهرت روابط جديدة بين الرياضيات وعلوم الحاسوب من جوانب غير متوقعة مثل الطوبولوجيا الجبرية والهندسة التفاضلية والأنظمة الديناميكية وجبر المشغل، وهذه التطورات الجديدة تبشر بتقديم رؤى جديدة وقوية لتوظيف الأدوات الرياضية في حل المشكلات في الحوسبة، وفي الوقت نفسه، فتحت مثل هذه المشكلات طرقًا جديدة للاستكشاف لعالم الرياضيات (Jermey, 1996).

2-1-2-الروبوت كأحد نماذج الذكاء الاصطناعي Robot

2-1-2-1-المفهوم والتركيب:

الروبوتات هي مزيج من التقنيات والمكونات المختلفة التي تعمل معاً في نظام واحد، وهي "الآت صُنعت وفقًا لمنهج" أشعر – فكر – افعل" وهي بالتالي أجهزة صنعها الانسان بثلاث مكونات: الحساسات (Sensors) وهي تعمل على توجيه البيئات وتوقع التغيرات فيها، المعالجات (Processing) أو عمليات الذكاء الاصطناعي التي تعزز الاستجابة واتخاذ القرار والاختيارات، والمؤثرات (Effectors) والتي تتصرف مع البيئة بطريقة تعكس الاختيار أو القرار لإحداث تغيير ما في البيئة المحيطة بهذا الروبوت، وعند اجتماع تلك الأجزاء في روبوت فإنه يكتسب وظيفة الكائن الذكي (Braker & Bradly, 2012).

وبذلك نجد أن الروبوت عبارة عن آلة مبرمجة ذاتياً للقيام بأعمال محددة. وعلم الروبوتات Robotics هو علم استخدام الذكاء الاصطناعي وعلوم الكمبيوتر والهندسة الميكانيكية في تصميم آلات يمكن برمجتها لأداء أعمال محددة. وبرغم التنوع الكبير في أشكال الروبوتات، فإنه يمكن تحديد مكونات الروبوت الأساسية إلى:

1. **الجذع:** وهو القائم الأساسي للروبوت، وتتصل به أطراف الروبوت بواسطة محاور حركية، كما تثبت عليه عادة وحدات التحكم الرئيسية، والآليات الانتقالية، ووسائل التغذية الكهربائية.
2. **الأطراف:** وهي بمنزلة الأذرع البشرية، إلا أنها متعددة المفاصل بحسب التنوع الحركي المطلوب، ويتوقف نطاق عمل الروبوت على طول الأذرع، ونوعية المفاصل وعددها.
3. **القوابض:** وهي تقابل يد الإنسان، وتستخدم في القبض على الأدوات التي يستخدمها الروبوت في إنجاز المهمات الموكلة إليه.
4. **أجهزة الاستشعار:** وهي بمنزلة الحواس للإنسان، وتتمثل في الأجهزة الذكية التي يتعرف بها الروبوت إلى العالم المحيط به، حيث يمكن بواسطتها أن يتعرف إلى العوائق والعقبات التي تقف في سبيل حركته، وكذلك التعرف إلى حدود الأجسام التي يتعامل معها، والإحساس بدرجات الحرارة والرطوبة، كما يمكن بواسطتها تلقي الأوامر الصوتية والحوار والتفاعل والتواصل مع مستخدميه.
5. **العقل الروبوتي أو جهاز الكمبيوتر:** وفيه تُخزن البيانات وبرامج التشغيل، وتغذية الإشارات الواردة من أجهزة الاستشعار والأوامر الخارجية التي تصل إليه عبر وحدات التشغيل الطرفية، ويقوم العقل الروبوتي بمعالجة البيانات والإشارات السابقة وإصدار الأوامر إلى وحدة التحكم.
6. **وحدة التشغيل الطّرفية:** ويتم بواسطتها نقل الأوامر والبرامج، من الشخص القائم على تشغيل الروبوت إلى العقل الروبوتي أو جهاز الكمبيوتر، وقد تكون منفصلة تمامًا عن الروبوت، وتصل أوامرها إليه بالاتصال عن بعد.
7. **وحدة التحكم:** وهي بمنزلة الجهاز العصبي للإنسان، حيث تتلقى الإشارات من العقل الروبوتي، وترسلها إلى وحدات القيادة لتشغيل الأطراف والقوابض الروبوتية.
8. **وحدات القيادة:** وتتمثل في المحركات بأنواعها المختلفة التي تقود حركة المفاصل الروبوتية، ويتم تشغيلها بواسطة إشارات كهربائية صادرة من وحدة التحكم (سلامة وأبو قورة، 2014).

ومما سبق نجد أن تعريفات الروبوت تتنوع ما بين تعريفه بأنه آلة مبرمجة أو تعريفه كمزيج من التقنيات والمكونات التي تعمل معاً أو نظام آلي يشمل عدة أجزاء أو نظم فرعية، أو هو مجموعة من الوحدات (ادخال – معالجة – وحدات اخراج)، بينما يظهر الاتفاق في أن الانسان الآلي أو الروبوت هو آلة مبرمجة تعمل ذاتياً وتشمل عدة أجزاء مثل آلات الاستشعار ووحدات التحكم والتشغيل ووحدات لمعالجة الأمر وتنفيذه.

2-1-2-2-الأسس النظرية للروبوت

تتضمن استخدامات الروبوت في عمليات التعليم والتعلم المساهمة بشكل أساسي في مهام لمشاركة الانشطة للطلاب والمعلمين، والعمل المضاد من خلال الأنشطة التفاعلية، وكذلك العمليات التي تدعم إنشاء النماذج العقلية، وهذه العمليات جميعها تتوافق مع النموذج النظري البنائي الذي طوره بياجيه، ويقترح هذا النموذج أن التعلم هو عملية نشطة لبناء المعرفة بناءً على الخبرات المكتسبة من العالم الحقيقي، بالإضافة إلى البعد الاجتماعي لبناء المعرفة الذي اقترحه فيجوتسكي (Mikropoulos & Bellou, 2013) ولقد اعتمد Papert مؤسس روبوت السلحفاة التعليمي في الأساس على النظرية البنائية، بل يُعد التعليم باستخدام الروبوتات في حد ذاته نقلة من نظرية بياجيه البنائية وبين ما اقترحه بابريت من التعليم الحديث. وفي الوقت الذي تنص فيه النظرية البنائية على أن المعرفة المكتسبة تتشكل من خلال ما يعرفه المتعلمون وتجربته، يضيف بابريت إلى ذلك من خلال تقديم مفهوم جديد للبنائية، والذي ينص على أن التعلم يحدث عندما يقوم الطالب ببناء قطعة أثرية مادية ويتأمل خبرته في حل المشكلات بناءً على الدافع لبناء هذه الأداة (Stevens Shaid & Mahmed, 2013).

2-1-3-التطبيقات الرياضية في الروبوتات كنموذج للذكاء الاصطناعي

2-1-3-1-المقصود بالتطبيقات الرياضية

لقد أحس الكثير من الباحثين في المجالات العلمية والإنسانية إلى أهمية الدور الذي يمكن أن تسهم به الرياضيات في ميادين علومهم مما دفعهم للانتفاع بالمعرفة الرياضية ومزاياها. وإذا ما أخذنا في الاعتبار أن التقدم الحضاري يواكب التقدم العلمي ويعتمد عليه، وأن التقدم العلمي يعتمد بدوره على الرياضيات اعتمادًا مباشرًا، أمكننا إدراك الأثر الفعال والمباشر الذي قامت ومازالت تقوم به الرياضيات كأداة مباشرة مهدت الطريق لتطور الفكر التربوي في شتى المجالات ولربط الرياضيات بالمنهج الدراسي وبالمعلم والمتعلم يُحسن أن نُشير إلى نماذج من التطبيقات الآتية:

- تقدير نواتج العمليات الحسابية دون إجرائها لإعطاء تقديرات عملية.
- التعرف على الأشكال والنماذج الهندسية وربطها بالاستخدامات الحياتية.
- قياس الأطوال والمساحات والحجوم والأوزان وغيرها لأهميتها في الحياة اليومية.
- التعرف على المعادلات والمتباينات الجبرية لتحديد العلاقة بين المتغيرات والربط فيما بينها.

- تفسير البيانات من خلال الرسوم التوضيحية والأشكال البيانية (راشد، 2009).

2-1-3-2-التطبيقات الرياضية والروبوت

يحتاج طلاب المرحلة الثانوية لاستخدام العديد من التطبيقات الرياضية باعتبارها أساس لبرمجة الآلات الذكاء الاصطناعي وخاصة الروبوتات في المستقبل ونوجز ذلك في الآتي:

حل نظم المعادلات الخطية Solving Systems of Nonlinear Equations:

يعتمد التحليل الحركي للروبوت عادةً على حل مجموعات المعادلات غير الخطية، كما أن أنظمة المعادلات ذات الحدود المتعددة غير الخطية لها حلول متعددة بشكل عام، على عكس أنظمة المعادلات الخطية فعلى سبيل المثال، في المشكلات الحركية (الديناميكية)، فإن المجهول في مثل هذا النظام من المعادلات يمثل معلومات مثل زوايا المفصل أو عمليات الإزاحة المكانية لمنصة أو جهاز التناول لدى الروبوت.

تحليل الفترات Interval Analysis:

الفكرة الأساسية لتحليل الفترات هي إحاطة الأرقام بالفترات، والمتجهات والمصفوفات في مربعات بعد ذلك، يتم توسيع الحساب والتحليل التقليدي أو استبدالهما بمفاهيم الفترات المقابلة، وتظهر فترات ونطاقات الوظائف بشكل طبيعي في العديد من التطبيقات ومن ذلك المتغيرات المقاسة measured variables (على سبيل المثال: زاوية مشتركة بين رابطتين متجاورتين لذراع الروبوت (Bettina, 2013).

وبالنظر إلى الجوانب الرياضية في الروبوتات، يمكن أيضًا رؤية الطبيعة متعدد التخصصات، فمثلا مجموعة الإزاحة التي تمثل حركة الأجسام الجامدة، لها تركيب خاص لمجموعة محددة وترتبط ارتباطًا مباشرًا بمجموعة إقليدس الخاصة(3) SE ، وهي مجموعة متنوعة قابلة للتقسيم، تسمى مجموعة لاي أو LIE group، وهكذا تلعب الهندسة الجبرية والتفاضل وكذلك مفهوم نظرية مجموعة لاي دورًا مهمًا في تحليل المشكلات وصياغتها والتي تعد هامة لصناعة الروبوتات (Selig, 2005).

أهمية الروبوت في تعليم التطبيقات الرياضية

تم إدخال تعليم الروبوت في العديد من مدارس العالم، ولاقى إقبالاً كبيراً من الطلبة والمعلمين وأولياء الأمور، إذ يوفر تعلم الروبوت البيئة المشجعة والمبنية على التعلم الذاتي، والعمل اليدوي ودمج العلوم والتعلم، من خلال التجريب وتقديم الحلول الإبداعية للمشكلات. لقد أصبح تعليم الروبوت وإدخاله في مناهج الطلبة، واحداً من أولويات المدارس العصرية الحديثة المواكبة والمشجعة للتكنولوجيا، والحريصة على إدخال طرائق وأساليب تعليم محفزة ومشجعة للطلبة. (العبيكان، 2017).

وتعد الروبوتات طريقة معروفة وفعّالة للمعلمين كأداة تدريس لتعليم الطلاب أجزاء هامة في مناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، حيث يمكن للطلاب تعلم ما يتعلق بالعالم الحقيقي بالعمل مع الروبوت، فالتعلم من خلال تصميم وبناء وتشغيل الروبوتات يمكنه أن يؤدي إلى اكتساب المعارف والمهارات في مجالات مثل الكهربائية والميكانيكية والحاسبات، ويساعد التعلم من خلال الروبوتات كذلك في تطوير التفكير المنظم وحل المشكلات والتعلم الذاتي ومهارات العمل الجماعي، كما أن دمج الطلاب في سياقات تعليمية يُطبق فيها استخدامات الروبوت يضيف الكثير من الفوائد التربوية، فعلى سبيل المثال يُستخدم روبوت Logo Mind-storms في تعليم الرياضيات في: القياس، استخدام النظم الاحداثية، التحويلات و الرياضيات التطبيقية (Henry, 2007).

2-1-4-السيناريوهات المستقبلية

2-1-4-1-مفهوم السيناريوهات: يعتبر السيناريو أحد الأساليب المستخدمة في الدراسات المستقبلية وأكثرها شيوعًا، وتأتي كلمة "سيناريو" Scenario من الفنون المسرحية والسينما، حيث ينظم التسلسل في الأحداث والشخصيات.

والسيناريو أداة للتنبؤ بالمستقبل، بغض النظر عن الوصول إلى هدف معين، ويرى آخرون أن السيناريو وسيلة لصنع المستقبل، وأداة للتخطيط الاستراتيجي، ودعم اتخاذ القرارات المستقبلية المبنية على الظروف البيئية الممكنة. والسيناريو هو وصف تمثيلي لأحداث محتملة الوقوع في المستقبل انطلاقاً من الوضع الحالي وقد تكون السيناريوهات المكتوبة معتمدة على الحدس والتفكير التكيفي أو تتعامل مع المتغيرات وفق نماذج محددة او بطريقة تفاعلية بين الحدس والنمذجة. (الجهيني، 2021، ص186)

ويؤكد عبد العظيم (2019) أن السيناريو وصف لوضع مستقبلي ممكن أو محتمل أو مرغوب فيه، مع توضيح لملامح المسار أو المسارات التي يمكن أن تؤدي إلى هذا الوضع المستقبلي، وذلك انطلاقًا من الوضع الراهن أو من وضع ابتدائي مفترض.

والسيناريو بمثابة الأداة التي تعطي الدراسات المستقبلية نوعاً من الوحدة المنهجية، بالرغم من أن الطرق التي قد تستخدم في بناء السيناريوهات تتنوع تنوعاً شديداً، فهي تصف إمكانيات بديلة للمستقبل. (هيلة، 2023)

وتُعرف السيناريوهات المستقبلية إجرائياً: وصف لاحتمالات مستقبلية مرغوبة لتدريس التطبيقات الرياضية في المجالات التالية: (التفاضل والتكامل Calculus، الجبر Algebra، القياس Measure، استخدام النظم الاحداثية Coordinate system، التحويلات الهندسية

Geometric transformations، الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics) في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

2-1-4-2-أنواع السيناريوهات المستقبلية وأسس بنائها

تتعدد أنواع السيناريوهات في أي دراسة مستقبلية لعدد من الأسباب لعل أهمها مايحيط بالمستقبل من غموض واحتمالات، وغياب اليقين، ويعود هذا التنوع إلى مجموعة معايير مختلفة تبعاً لاستخدامها إلى: (علي، 2025)

أ. من حيث الهدف منها: (تنبؤية- استطلاعية- استهدافية)؛ حيث يسعى الاستشرافي لتعريف الاتجاهات السابقة وتحديدها، فيفضل البعض رسم سيناريوهات بناءً على المستقبلات المملكنة والمحتملة، فيما يفضل آخرون رسم سيناريوهات معيارية بناءً المستقبلات المرغوب فيها.

ب. من حيث القابلية والرفض: (متفائل- مرجعي- متشائم)؛ وهي سيناريوهات تعتمد على الخط الزمني من حيث استمرارية الوضع الحالي للظاهرة المدروسة في المستقبل، أو التركيز على حدوث تغييرات وإصلاحات على الوضع الراهن الذي يؤدي إلى تحسن في اتجاه الظاهرة أو قفزات فجائية تحدث تغير في مسار الظاهرة. وهو النوع المستخدم في الدراسة الحالية.

ج. من حيث الشمول: (شاملة- متخصصة)؛ فالسيناريوهات الشاملة تتعلق بالعالم بأكمله أو أقليم معين على كافة المجالات، بينما المتخصص يُعنى بقطاع واحد في المجتمع.

أسس بناء السيناريوهات: تعددت خطوات بناء السيناريوهات وذلك لا يرجع إلى التباين في وجهات النظر حول مفهوم هذا الأسلوب أو أهدافه ومتطلبات استخدامه في البحوث، وإنما يرجع إلى دمج البعض لأكثر من خطوتين في خطوة واحدة وكذلك إلى اختلافهم في تقدير مدى صعوبة تطبيق خطواته بالكامل. وتتمثل خطوات بناء السيناريوهات في: تحديد القوى والعوامل وفقاً لأهميتها وغياب اليقين، ثم كتابة عدد من السيناريوهات يمثل كل منها تطوير لصورة المستقبل البديل، ثم تحديد الأحداث الرئيسة ونقاط التحول التي يمكن أن تساعد في اختيار سيناريو بدلاً من الآخر، وأخيراً كتابة السيناريوهات المختارة. (الحوت وآخرون، 2015، ص212)

2-2- الدراسات السابقة:

- هدفت دراسة (**السرحاني، 2023**) إلى الكشف عن تصوّرات معلِمي ومعلمات الرياضيات حول استخدام الروبوت التعليمي في تدريس الرياضيات للطلبة بطئي التعلم، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي المسحي على عيّنة مكونة من (127) معلماً ومعلمة من مدارس منطقة الجوف، وموزعين على المراحل التعليمية الثلاثة، وأعدَّت الباحة استبانة مكونة من (51) فقرة موزّعين إلى (5) مجالات؛ هي: تصورت المعلمين حول توظيف الروبوت، فوائد الروبوت، متطلبات استخدام الروبوت التربوية، متطلبات استخدام الروبوت الفنية، التحديات التي تعيق استخدام الروبوت، وكشفت النتائج عن وجود تصوّرات مرتفعة لدى معلّمي ومعلمات الرياضيات حول استخدام الروبوت في تدريس الرياضيات لدى الطلبة بطئي التعلم، وتصورات متوسطة حول التحديات التي تعيق استخدام الروبوت في تدريس الرياضيات، كما كشفت عن عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين تصوّرات معلّمي ومعلمات الرياضيات تُعزى لمتغيرات: النوع الاجتماعي، المؤهل العلمي سنوات الخدمة، المرحلة التعليمية، سنوات استخدام الروبوت في التدريس، حيث أوصت الدراسة بضرورة تلبية متطلبات استخدام الروبوت في التدريس الرياضيات للطلبة بطئي التعلم.
- هدفت دراسة (**أبو موسى والتخاينة، 2021**) إلى تقصّي أثر استخدام الروبوت التعليمي من خلال المدخل التكاملي في التحصيل الرياضي (الاقترانات المثلثّية لطلبة الصف العاشر)، وقد أُعتمد المنهج التجريبي، حيث طُبِّق اختبار تحصيلي على عيّنة قصدية تكونت من (120) من طلبة مدرستين (ذكور وإناث) في العاصمة عمّان، صُنفت إلى مجموعتين (ضابطة وتجريبية)، وقد وُجدت فروق دالة إحصائياً بين المتوسطات الحسابية للطلبة لصالح المجموعة التجريبية، ولم يكن هناك أثر دال إحصائياً للتفاعل بين جنس الطالب واستخدام الروبوت التعليمي، وهذا يعني أنّ الروبوت التعليمي فاعل في تعليم الرياضيات، حيث تطورت قدرات الطلبة بشكل ملحوظ في حلّ المسألة الرياضية، وقد زادت دافعيتهم نحو الرياضيات.
- هدفت دراسة (**الشبل، 2021**) إلى معرفة مستوى تصورات معلمات الرياضيات حول توجه استخدام مدخل الذكاء الاصطناعي في تعلم وتعليم الرياضيات، والتعرف على تصوراتهن حول متطلبات تعليم الرياضيات وفق مدخل الذكاء الاصطناعي. ولتحقيق أهداف الدراسة قامت الباحثتان بإعداد استبانة مكونة من محورين، الأول: تصورات معلمات الرياضيات نحو تعليم الرياضيات وفق مدخل الذكاء الاصطناعي، والمحور الثاني: تصورات معلمات الرياضيات حول متطلبات تدريس الرياضيات وفق مدخل الذكاء الاصطناعي وتضمن عدة متطلبات منها: دعم البيئة التعليمية بمقومات الذكاء الاصطناعي؛ توظيف مدخل الذكاء الاصطناعي في تخطيط وتنفيذ الدروس. وقد أظهرت الدراسة عدة نتائج كان من أبرزها: أن درجة تصورات معلمات الرياضيات نحو تعليم الرياضيات وفق مدخل الذكاء الاصطناعي كانت بدرجة متوسطة بكل من محوري الاستبانة ككل، بينما كانت تصورات معلمات الرياضيات حول متطلب "دعم المدرسة بأجهزة

وأدوات الذكاء الاصطناعي والروبوتات كمصادر تعليمية لإثراء المتعلمين"، جاءت بدرجة ضعيفة. من هنا فقد ظهرت الحاجة لدى الباحثة نحو توظيف بعض التقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات والتي تعتبر من الأهداف الاستراتيجية لرؤية المملكة 2030 من أجل تحسين عمليتي التعليم والتعلم، وتعزيز المهارات اللازمة للحياة والعمل في عصر الذكاء الاصطناعي.

- هدفت دراسة (**Sevada & Burak, 2020**) إلى الكشف عن اتجاهات طلاب المدارس الثانوية التركية نحو الروبوتات ومنهج STEM من حيث الجنس وتجربة الروبوتات. تكونت العينة من 240 طالبًا في المرحلة الثانوية (98 إناثًا و142 ذكراً، الصفوف 5-7). تم استخدام مقياسين لجمع البيانات: مقياس الاتجاه نحو STEM ومقياس الاتجاه نحو الروبوتات. تم تحليل البيانات باستخدام طريقة انوفا أحادية الاتجاه، وقد اظهرت النتائج أن اتجاهات الطلاب تجاه الروبوتات وSTEM كانت إيجابية، ولم يكن للجنس أي تأثير على اتجاهات STEM. ومن حيث الاتجاه نحو الروبوتات، كانت لدى الطالبات رغبة أقل بشكل ملحوظ وثقة أقل في تعلم الروبوتات من الطلاب الذكور. ولم يكن هناك أي تأثير للنوع على التفكير الحسابي والعمل الجماعي. وقد أوصت الدراسة إلى مناقشة الآثار المترتبة من حيث الرؤى النظرية، وممارسات الروبوتات التعليمية في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتوجيه إلى المزيد من البحث.
- هدفت دراسة (**العقاب والعنزي، 2019**) إلى التعرف على درجة توافر المهارات الحاسوبية اللازمة لسوق العمل في محتوى مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات (1) للصف الأول ثانوي (نظام المقررات) في المملكة العربية السعودية، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدمت الباحثة المنهج الوصفي التحليلي المقرر على طالبات الصف الأول الثانوي بجزئية كتاب الطالب والتدريبات العملية، وأعدت الباحثة لهذا الغرض بطاقة تحليل المحتوى اشتملت على 9 مهارات رئيسة كان من بينها (البرمجة، وتطوير تطبيقات الأجهزة الذكية). وقد أظهرت الدراسة عدة نتائج من أبرزها: توفر مهارات الحاسوبية اللازمة لسوق العمل جاء منخفضة بنسبة إجمالية بلغت 38% في مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات بجزئية للصف الأول الثانوي.
- هدفت دراسة (**الفاروشاهين، 2019**) إلى للكشف عن فاعلية روبوتات الدردشة التفاعلية في اكتساب المفاهيم الرياضية واستبقائها لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. وقد استخدم الباحثان المنهجان: الوصفي لتحديد المعايير اللازمة لتصميم روبوتات الدردشة التفاعلية التعليمية، والشبه التجريبي للتعرف على فاعلية روبوتات الدردشة التفاعلية في اكساب المفاهيم الرياضية واستبقائها لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، وقد بلغ عدد العينة (40) طالبة وتم تقسيمهم عشوائياً إلى مجموعتين تجريبية وضابطة قوام كل مجموعة (20) طالبة. وقد تكونت أداة الدراسة من اختبار في المفاهيم الرياضية، واسفرت النتائج وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات أداء الطالبات في المجموعتين (الضابطة والتجريبية) لصالح المجموعة التجريبية في اختبار المفاهيم الرياضية اللواتي استخدمن طريقة التدريس بالروبوتات الدردشة التفاعلية، وفي ضوء النتائج اوصى الباحثان باستخدام روبوتات الدردشة التفاعلية في تدريس المفاهيم الرياضية في الصف الأول الإعدادي، وتدريب معلمي الرياضيات في المرحلة الإعدادية على كيفية استخدامه.

2-2-2-التعليق على الدراسات السابقة:

بالرجوع إلى الدراسات السابقة يمكن استنتاج الآتي:

- تناولت معظم الدراسات الروبوت التعليمي كنموذج للذكاء الاصطناعي بوصفه أداة للتعلم.
- ربطت أغلب الدراسات بين برمجة الروبوت وتطبيقات الذكاء الاصطناعي وبين تعليم الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات.
- سعت معظم الدراسات للتعرف على أثر الروبوت التعليمي في تعليم الرياضيات، منها دراسة أثره على التحصيل مثل دراسة أبو موسى والتخاينة (2021)، ومنها دراسة السرحاني (2023) ودراسة الشبل (2021) التي سعت لدراسة تصورات معلمي ومعلمات الرياضيات حول مدخل الذكاء الاصطناعي والروبوت في تدريس الرياضيات، ودراسة الفار وياسمين شاهين (2019) سعت للكشف عن فاعلية روبوتات الدردشة في اكتساب المفاهيم الرياضية واستبقائها. بينما سعت بعض الدراسات لتحليل مقررات المرحلة الثانوية مثل: دراسة العقاب والعنزي (2019) حيث قامت بتحليل مقرر الحاسب الآلي وتقني المعلومات (1) نظام المقررات للمرحلة لثانوية لتحديد درجة توافر المهارات الحاسوبية اللازمة لسوق العمل والتي تضمنت مهارات (البرمجة وتطوير الاجهزة الذكية)؛ بينما سعت دراسة سافدا وبوراك (2020) للكشف عن اتجاهات طلاب المدارس الثانوية التركية نحو الروبوتات ومنهج STEM من حيث الجنس وتجربة الروبوتات.
- تفاوت عينة الدراسة لأغلب الدراسات في المراحل التعليمية من طلبة وطالبات كالتالي: المرحلة المتوسطة، مثل: دراسة الفار وشاهين (2019). المرحلة الثانوية، مثل: دراسة سافدا وبوراك (2020)، ودراسة أبو موسى والتخاينة (2021)؛ بينما كانت عينة بعض الدراسات عبارة عن مقررات المرحلة الثانوية مثل: دراسة العقاب، وحصه العنزي (2019) حيث قامت بتحليل مقرر الحاسب الآلي وتقني المعلومات (1) نظام المقررات للمرحلة لثانوية، وكانت العينة في دراسة السرحاني (2023)، ودراسة منال الشبل (2021) عبارة عن معلمي ومعلمات الرياضيات في التعليم العام في المملكة العربية السعودية.

- اتبعت جميع الدراسات المنهج الشبه التجريبي، ما عادا دراسة العقاب، وحصه العنزي (2019) كان المنهج الوصفي أسلوب تحليل المحتوى، بينما دراسة السرحاني (2023)، ودراسة سافدا وبوراك (2020)، ودراسة منال الشبل (2021) كان المنهج الوصفي المسحي.

3- منهجية الدراسة وإجراءاتها.

3-1 منهج الدراسة:

سعيًا لتحقيق أهداف هذه الدراسة، والإجابة عن أسئلتها، اعتمدت الباحثتان على التالي:

1. **تطبيق المنهج الاستشرافي الذي يُعرف بأنه:** "نوع من المناهج التي تتطلب جهد فكري علمي متعمق مبني على مؤشرات كمية و/أو نوعية منتقاة حسب طبيعة مجال الدراسة، ويقصد منه التنبؤ بمستقبل ظاهرة معينة من خلال طرح احتمالات وبدائل تتفاوت في درجة إمكانية وقوع أي منها" (السنبل، 2003).

واستخدمت الباحثتان أساليب استشراف المستقبل التالية:

- **أسلوب دلفاي:** والذي يعرَّف بأنه: "أداةٌ مسحية لعقد مناقشات بين الخبراء، وتقدَّم من خلال جولاتٍ كثيرة من الاستبانات لمجموعةٍ منتقاة من الخبراء؛ بهدف التوصُّل إلى درجة من التوافُق العامّ بين الخبراء على تحديد اتجاهاتٍ معيَّنة، واحتمالية حدوثها، وزمن حدوثها، وتأثيرها المتوقَّع" (فليه والزكي، 2003).
- **أسلوب السيناريوهات:** هي وصف لوضع مستقبليّ ممكن أو محتمل أو مرغوب فيه، مع توضيحٍ لملامح المسار أو المسارات التي يمكن أن تؤدي إلى هذا الوضع المستقبلي، انطلاقاً من الوضع الراهن أو من وضع ابتدائي مفترض. (العيسوي، 2009).

2. **المنهج الوصفي التحليلي:** يقصد بأسلوب تحليل المحتوى حسب تعريف بيرلسون (Berelson, 1952) أنه: "عبارة عن طريقة بحث يتم تطبيقها من أجل الوصول إلى وصف كمي هادف ومنظم لمحتوى أسلوب الاتصال"(العسّاف، 2006).

3-2- مجتمع الدراسة:

يتمثل مجتمع الدراسة بمجموعة من الخبراء في: المناهج وطرائق التدريس- المشرفون والمشرفات التربويات- معلمون ومعلمات في الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات للمرحلة الثانوية-أعضاء هيئة تدريس مختصون في علوم الحاسب- تقنية المعلومات-تقنيات التعليم- الرياضيات- والذكاء الاصطناعي- وهندسة برمجيات الحاسب.

3-3- عينة الدراسة:

تم اختيار عينة الدراسة بطريقتين:

- **الطريقة الأولى وهي طريقة قصدية:** وتعني أن أساس الاختيار هو خبرةُ الباحث ومعرفتُه بأن هذه المفردة أو تلك تمثِّل مجتمعَ البحث (العسَّاف، 2010).
- **الطريقة الثانية العينة الشبكية (كرة الثَّلج):** وقد بلغ عددهم 31 خبيراً، وفي هذه الطريقة يحدِّد الباحثُ عددًا من الأفراد الذين تتوافر فيهم الخصائصُ التي يحتاج إليها لأغراض دراسته (العيِّنة القصدية)، ويراعَى في تصميم العيِّنة أن تكون العيِّنةُ الابتدائية (القصدية) هي مصدرَ تزويد الباحث بالمعلومات أكثر من باقي أفراد العيِّنة الذين لا يعرف الباحثُ الكثيرَ من المعلومات عنهم في بداية عملية جمع البيانات (الخليلي، 2012).

3-4- أدوات الدراسة:

استخدمت الباحثتان عددًا من الأدوات بغرض تحقيق أهداف الدراسة والإجابة على أسئلتها وهي:

1. **استبانة وفق أسلوب دلفاي:** وذلك لحصر التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً)، والتي تم إعدادها ضمن عدة جولات من الاستبانات (المفتوحة، المفتوحة- المغلقة، المغلقة).

مراحل بناء الاستبانة وفق أُسلوب دلفاي والتي سترسل إلى الخبراء في فترات متتابعة، بيانها كالتالي:

الجولة الأولى: أعدت الباحثتان استبانةً متضمنّةً أسئلةً مفتوحةً تهدف إلى حصر التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، من وجهة نظر الخبراء من خلال طرح اسئلة مفتوحة. وقد تكونت الأداة من عدة اقسام:

- القسم الأول: خطاب موجَّه للخبير يشتمل على موضوع الدراسة وأهدفها، وطريقة تعبئة الاستبانة، تعريف بعض مصطلحات الدراسة، مع شكر الخبير.
- القسم الثاني: بيانات الخبير؛ مثل اسمه وتخصُّصه ورتبته، ومكان العمل.
- القسم الثالث: يحتوي على سؤال الاستبانة الأول: ما التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، من وجهة نظر خبراء الدراسة؟ ومن ثم ذكر مثال توضيحي لطريقة تعبئة الاستبانة.

وسؤال الاستبانة الثاني: طريقة عرض السيناريو المستقبلي للتطبيقات الرياضية في برمجة وديناميكية الروبوت وذلك بوضع إشارة (✓) أمام الاختيار الأنسب من وجهة نظر خبراء الدراسة.

الجولة الثانية:

تم توزيع الاستبانة على خبراء الدراسة وقد بلغ عددهم (60) خبيراً، ولم يتم التجاوب بالشكل المطلوب. وعليه قامت الباحثتان بترجمة المراجع الأجنبية والاطلاع على الأدبيات العلمية ذات العلاقة (كما هو موضح في مصادر بناء الاستبانة)، وحصر التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت، وإعداد قائمة بتلك التطبيقات ومن ثم تحويلها إلى استبانة (مغلقة-مفتوحة)؛ وإعادة توزيعها على خبراء الدراسة من أجل:

أولاً: التأكد من:

- مدى صحة التطبيق الرياضي في ديناميكية وبرمجة الروبوت.
- مدى انتماء التطبيقات الرياضية لكل مجال رئيس.
- مدى اهميتها للمرحلة الثانوية.
- إمكانية حذف ما ترَوْنه غير مناسب أو تعديله أو الإضافة إليه.

ثانيا: إضافة تطبيق رياضي آخر ترونه يستخدم في برمجة وديناميكية الروبوت.

ثالثاً: طريقة عرض السيناريو المستقبلي للتطبيقات الرياضية في برمجة وديناميكية الروبوت وذلك بوضع إشارة (✓) أمام الاختيار الأنسب من وجهة نظر خبراء الدراسة.

وقد صُمِّمت الاستبانة ورقيًّا وإلكترونيًّا باستخدام google.forms، وللخبير الخيارُ في الإجابة بإحدى الطُّرق المتاحة.

الجولة الثالثة:

بعد اكتمال الجولة الثانية فرَّغت الباحثتان جميع البيانات، وقامت بحذف وإضافة وإعادة صياغة ما يلزم وقد أجاب عنها (31) خبيراً.

وفي ضوء تلك النتائج شرعت الباحثتان في تصميم استبانة الجولة الثالثة (مغلقة) لتقيس مدى موافقة الخبراء على التطبيقات الرياضية التي جُمعت خلال الجولة الثانية من عدمه. وقد تكوَّنت الأداة مما يلي:

- **القسم الأول:** خطاب موجَّه للخبير، يشتمل على موضوع الدراسة وأهدافها وطريقة تعبئة الاستبانة مع شكر الخبير.
- **القسم الثاني:** بيانات الخبير، مثل اسمه وتخصصه ورتبته، ومكان عمله.
- **القسم الثالث:** يحتوي على سؤال الاستبانة: هل توافق على التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت لطلاب المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟

وقد صُممت الاستبانة ورقياً وإلكترونياً باستخدام google .forms، وللخبير الخيارُ في الإجابة بإحدى الطُّرق المتاحة. بعد توزيع الاستبانة في الجولة الثالثة على الخبراء استقبلت الباحثتان الإجابات من (28) خبيراً، وقد كان هناك اتفاق شبة تام بين الخبراء على التطبيقات الرياضية حيث كانت نسبة الاتفاق (99%)، إذ تُمثل هذه النسبة ما مجموعة 27 خبيراً وهي نسبة مرتفعة، وبهذا انتهت جولات دلفاي بعد الاكتفاء بثلاث جولات.

2. **أداة تحليل المحتوى:** وذلك لتحديد مدى تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات في المرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

وقد تضمنت استمارة تحليل محتوى مقرر (الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات) للمرحلة الثانوية نظام المقررات بالمملكة العربية السعودية، وقد اشتملت هذه الأداة على قائمة بالتطبيقات الرياضية في برمجة وديناميكية الروبوت، والهدف من عملية التحليل، ووحدته، وضوابط عملية التحليل، كما تضمنت استمارة لرصد التكرارات.

وقد قامت الباحثتان ببناء الأداة وفق الخطوات التالية:

أ. تحديد الهدف من التحليل:

تهدف عملية التحليل إلى تحديد مدى تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات في المرحلة الثانوية (نظام المقررات) بالمملكة العربية السعودية.

ب. بناء قائمة التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت:

- بعد أن قامت الباحثتان بحصر التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت في السؤال السابق، قامت بإعداد قائمة بتلك التطبيقات اشتملت على (28) مؤشراً موزعة على خمس مجالات رياضية، وتم وعرضها على السادة المحكمين.
- وبالاستناد إلى آراء المحكمين قامت الباحثتان بمناقشة قائمة التطبيقات الرياضية والتعديل عليها، مثل: إضافة: "عن السطح المستوي"، في فقرة: "استخدام التكامل لقياس درجة ميلان الروبوت"، وإخراجها في صورتها النهائية، وقد تضمنت القائمة (28) تطبيقاً رياضياً، وبهذا تم التأكد من الصدق الظاهري لأداة التحليل.

ج. تحديد وحدة التحليل:

أُختيرت وحدة الفكرة كوحدات لتحليل كتب الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات (نظام المقررات) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية على اعتبار أنها تمثل ما قد يتضمنه المحتوى من مؤشرات للتطبيقات الرياضية في برمجة وديناميكية الروبوت.

د. تحديد ضوابط عملية التحليل:

احتكمت عملية التحليل للضوابط التالية:

- تمت عملية تحليل محتوى مقرر (الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات) للمرحلة الثانوية (مسار المقررات) لعام 1443هـ 2021م، والبالغ عددها (9) كتب.
- يتم التحليل في ضوء المؤشرات الفرعية لكل مجال.
- اعتبار الفكرة الواردة في السؤال المركب فكرة واحدة.
- استخدام القائمة المعدة لرصد التكرارات مع رصد كل وحدة وفئة تحليل.

هـ. تحديد خطوات عملية التحليل وهي:

- قراءة المحتوى قراءة تحليلية لكونه موضوع عملية التحليل.
- البدء بعملية التحليل من قبل الباحثتين بتاريخ 1443/2/10هـ ومعاودة التحليل مرة أخرى بعد مرور أسبوعين من عملية التحليل الأولى.
- تفريغ نتائج التحليل وتصنيفها وحساب تكراراتها واستخراج النسب المئوية وتفسير ومناقشة النتائج والتعليق عليها.

و. ثبات أداة تحليل المحتوى:

للتأكد من ثبات أداة تحليل المحتوى قامت الباحثتان بما يلي:

- تحليل محتوى كل مقرر على حدة وتعبئة استمارة الرصد، ومن ثم إعادة التحليل بعد مرور أسبوعين من التحليل الأول للمقرر، ورصدة في الجدول (1).
- حساب الثبات (عبر الزمن)، عن طريق حساب معامل الاتفاق بين التحليلين باستخدام معادلة هولستي (Holsti,1969).

الجدول (1) حساب معامل الثبات

المقرر	التكرار الأولى	التكرار الثاني	عدد نقاط الاتفاق	معامل الثبات بين التحليلين
الرياضيات (2)	4	5	4	0.88
الرياضيات (3)	0	0	0	0
الرياضيات (4)	0	0	0	0
الرياضيات (6)	3	4	3	0.85
الحاسب الآلي وتقنية لمعلومات (1)	0	0	0	0
الحاسب الآلي وتقنية لمعلومات (2)	0	0	0	0
المجموع	7	9	7	0.87

يوضح الجدول (1) عن وجود اتفاق كبير بين عمليتي التحليل حيث بلغ معامل الثبات (0.87)، وقد أشار (طعيمة، 2004م، ص221) إلى أن معامل الثبات المناسب لتحليل المحتوى يتراوح بين (0.80-1). وهذا يدل على ثبات عملية التحليل.

3-5- الأساليب الإحصائية:

لتحقيق اهداف الدراسة وتحليل البيانات التي تم جمعها، استخدمت الباحثتان الأساليب الإحصائية التالية:

- معادلة هولستي Holsti لحساب ثبات أداة تحليل المحتوى.
- التَّكرارات Frequencies، والنِّسب المئوية Percent.
- التحليل النوعي للبيانات في مرحلة تأطير السيناريوهات.

4- نتائج الدراسة وتفسيرها.

4-1-نتائج الإجابة عن السؤال الأول: "ما التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟ "

وللإجابة عن السؤال الأول استخدمت الباحثتان أحد أساليب دراسة المستقبل (أسلوب دلفاي Delphi Technique) في جولاته الثلاثة؛ التي قُدّمت لمجموعة من الخبراء المهتمين بمجال الذكاء الاصطناعي والروبوت البالغ عددهم (31) خبيراً، وذلك لحصر التطبيقات الرياضية المستخدمة في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.

4-1-1-نتائج الجولة الأولى ومناقشتها: تكونت الجولة الأولى من استبانة مفتوحة اشتملت على سؤالين كالتالي:

1. ما التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، من وجهة نظر خبراء الدراسة؟ وقد تم ذكر مثال توضيحي.
2. ما طريقة عرض السيناريو المستقبلي للتطبيقات الرياضية في برمجة وديناميكية الروبوت؟

وقد تم إرفاق مصفوفة المدى والتتابع لموضوعات مقرر الرياضيات في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، ليتسنى للخبير المشاركة بالتطبيقات المناسبة لتلك المرحلة. وقد تم توزيع الاستبانة على خبراء من عينة الدراسة بلغ عددهم (60) خبيراً، ولم يتم التجاوب بالشكل المطلوب.

4-1-2-نتائج الجولة الثانية ومناقشتها: وعليه قامت الباحثتان بحصر التطبيقات الرياضية المستخدمة في برمجة وديناميكية الروبوت، وإعداد قائمة بتلك التطبيقات بلغ عددها (10)، كما واتاحت للخبراء حرية الإجابة وكتابة ما يرونه من تطبيقات رياضية أُخرى، وكذلك تم سؤالهم عن طريقة العرض المناسبة لتلك التطبيقات، ومن ثم تحويلها إلى استبانة مغلقة-مفتوحة؛ وإعادة توزيعها على خبراء الدراسة البالغ عددهم (31) خبيراً. وقد كانت نتائج الجولة الثانية كالتالي:

الجدول (2): نتائج الجولة الثانية

التطبيق	مدى صحة التطبيق	انتمائها للمجال	أهميتها للمرحلة الثانوية
المجال: التفاضل والتكامل Calculus			
استخدام التفاضل والتكامل لقياس حركة وزاوية الحركة للروبوتات (أو الطائرات او الأقمار الاصطناعية)	%100	%97	%97
المجال: الجبر Algebra			
برمجة الروبوت للوقوف ف زاوية معينة عن طريق العلاقات الرياضية	%100	%100	%94
المجال: استخدام النظم الاحداثية Coordinate system			
التقاط ذراع الروبوت لقطعة بمساعدة مصفوفات التحول في تغيير أنظمة الإحداثيات في الروبوتات.	%100	%100	%94
المجال: التحويلات الهندسية Geometric transformations			
حساب محيط العجلة.	%100	%100	%97
قيام الروبوت بالاستدارة عن طريق حساب عدد اللفات باستخدام الدوران حول نقطة.	%100	%97	%94

التطبيق	مدى صحة التطبيق	انتمائها للمجال	أهميتها للمرحلة الثانوية
استخدام محيط الدائرة، لمعرفة عدد الدورات التي يحتاجها الروبوت لقطع مسافة معينة.	%100	%100	%97
قيام الروبوت بالاستدارة عن طريق حساب عدد اللفات باستخدام دوران التأرجح.	%100	%97	%94
حساب مسافة التنقل المستقيمة للروبوت بإيجاد العلاقة بين السرعة الدورانية والسرعة الخطية	%100	%97	%97
المجموع	%100	%98	%95
المجال: الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics			
استخدام تطبيقات الإحصاء والاحتمالية، لتحديد حالة Object	%100	%94	%94
المجال: القياس Measure			
احتساب نسبة دوران التروس في Lego Education الروبوت.	%100	%97	%97

يوضح الجدول (2) مدى صحة التطبيقات الرياضية، ومدى انتمائها لكل مجال، ومدى أهميتها للمرحلة الثانوية، كما وحُدِّدت نسبةُ (84%) نسبة مقبولة اعتمادًا على عدد الخبراء؛ إذ تمثِّل هذه النِّسبة ما مجموعة (26) خبيرًا، وهي نسبة مرتفعة، وقليل من الدراسات التي تعتمد أسلوب دلفاي تَصِلُ لهذا القدْر من الاتِّفاق بين الخبراء. بيانها كالتالي:

- مجال التفاضل والتكامل:

جاءت نسبة صحة التطبيق "استخدام التفاضل والتكامل لقياس حركة وزاوية الحركة للروبوتات (أو الطائرات او الأقمار الاصطناعية)" بمقدار (100%)، أما نسبة انتمائها للمجال (97%)، بينما نسبة أهمية التطبيق للمرحلة الثانوية بلغت (97%) وهي نسب تعتبر مرتفعة.

- مجال الجبر:

جاءت نسبة صحة التطبيق "برمجة الروبوت للوقوف ف زاوية معينة عن طريق العلاقات الرياضية" (100%)، أما نسبة انتمائها للمجال (100%)، بينما نسبة أهمية التطبيق للمرحلة الثانوية (94%) وتعتبر نسب مرتفعة.

- مجال استخدام النظم الاحداثية:

جاءت نسبة صحة التطبيق "التقاط ذراع الروبوت لقطعة بمساعدة مصفوفات التحول في تغيير أنظمة الإحداثيات في الروبوتات" (100%)، أما نسبة انتمائها للمجال بلغت (98%)، بينما بلغت نسبة أهمية التطبيق للمرحلة الثانوية (95%) وهي نسب مرتفعة.

- التحويلات الهندسية:

جاءت نسبة صحة التطبيقات في مجال التحويلات الهندسية (100%)، أما نسبة انتمائها للمجال (98%)، بينما بلغت نسبة أهميتها للمرحلة الثانوية (95%) وهي تعتبر نسبة مرتفعة.

- مجال الإحصاءات الرياضية.

جاءت نسبة صحة التطبيق "استخدام تطبيقات الإحصاء والاحتمالية، لتحديد حالة Object" (100%)، أما نسبة انتمائها للمجال بلغت (94%)، بينما نسبة أهمية التطبيق للمرحلة الثانوية (94%) وتعتبر نسبة مرتفعة.

- مجال القياس:

جاءت نسبة صحة التطبيق "احتساب نسبة دوران التروس في Lego Education الروبوت" (100%)، أما نسبة انتمائها للمجال بلغت (97%)، بينما بلغت نسبة أهمية التطبيق للمرحلة الثانوية (97%) وتعتبر نسبة مرتفعة.

4-1-3-نتائج الجولة الثالثة ومناقشتها:

في ضوء نتائج الجولة الثانية قامت الباحثتان بإعداد استبانة الجولة الثالثة (استبانة مغلقة)، وتطبيقها على الخبراء المشاركين في الدراسة حيث استجاب (28) خبيراً، وذلك لتحديد درجة الموافقة من عدمه على التطبيقات الرياضية التي جُمعت خلال الجولة الثانية البالغ عددها (10). الجدول (3):

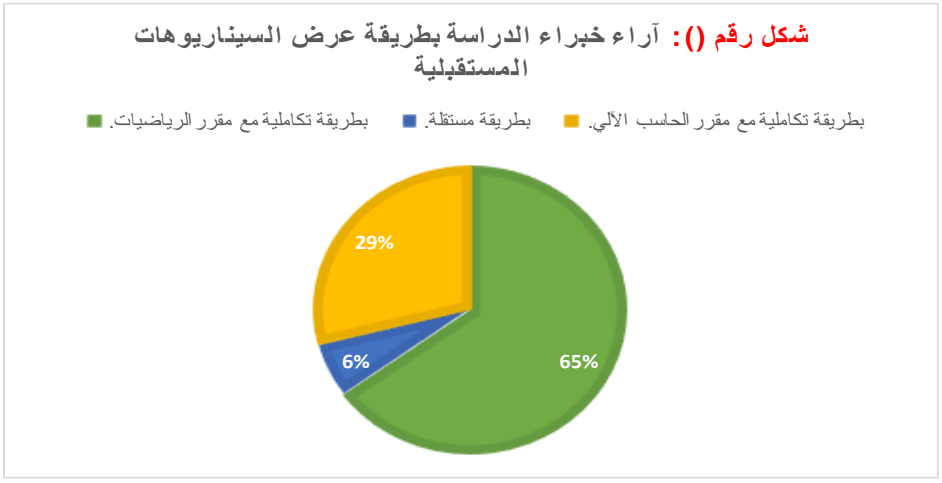
الجدول (3): درجة مو افقة خبراء الدراسة

التطبيق	درجة المو افقة
المجال: التفاضل والتكامل Calculus	
استخدام التفاضل والتكامل لقياس حركة وزاوية الحركة للروبوتات (أو الطائرات او الأقمار الاصطناعية)	%100
المجال: الجبر Algebra	
برمجة الروبوت للوقوف ف زاوية معينة عن طريق العلاقات الرياضية	%100
المجال: استخدام النظم الاحداثية Coordinate system	
التقاط ذراع الروبوت لقطعة بمساعدة مصفوفات التحول في تغيير أنظمة الإحداثيات في الروبوتات.	%100
المجال: التحويلات الهندسية Geometric transformations	
حساب محيط العجلة.	%96
قيام الروبوت بالاستدارة عن طريق حساب عدد اللفات باستخدام الدوران حول نقطة.	%100
استخدام محيط الدائرة، لمعرفة عدد الدورات التي يحتاجها الروبوت لقطع مسافة معينة.	%100
قيام الروبوت بالاستدارة عن طريق حساب عدد اللفات باستخدام دوران التأرجح.	%100
حساب مسافة التنقل المستقيمة للروبوت بإيجاد العلاقة بين السرعة الدورانية والسرعة الخطية	%100
مجموع المجال	%99
المجال: الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics	
استخدام تطبيقات الإحصاء والاحتمالية، لتحديد حالة Object	%96
المجال: القياس Measure	
احتساب نسبة دوران التروس في Lego Education الروبوت.	%100
المجموع الكلي لنسبة الاتفاق	%99

يوضح الجدول أعلاه أن هناك اتفاق شبة تام بين الخبراء على التطبيقات الرياضية حيث كانت نسبة الاتفاق (99%) وهي نسبة مرتفعة، وبهذا انتهت جولات دلفاي بعد الاكتفاء بثلاث جولات.

وقد جاءت نتائج جولات دلفاي الثلاثة تتفق مع ما جاء في دراسة أبو موسى والتخاينة (2021) ومع نتائج دراسة الفار وشاهين (2019م) التي توصلت إلى فاعلية توظيف الروبوتات في تدريس موضوعات الرياضيات المختلفة.

وقد كانت استجابات الخبراء لفقرة طريقة عرض السيناريو المستقبلي شكل رقم (4-1)، كالتالي:



الشكل (1) آراء خبراء الدراسة بطريقة عرض السيناريوهات المستقبلية

يتضح من الشكل (1) أن الطريقة المستقلة حظيت بأقل نسبة اتفاق بين الخبراء بلغت 6%، حيث اقترح أحد الخبراء بأن يتم عرضها بطريقة مستقلة تحت مسمى "مقررات الميكانيكا الحركية"، بينما اقترح خبير آخر مسمى مقرر "الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت"، تليها الطريقة التكاملية مع مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات بنسبة بلغت 29%، وجاءت الطريقة التكاملية مع مقرر الرياضيات بنسبة اتفاق عالية بين الخبراء حيث بلغت 65% لعرض السيناريوهات المستقبلية للتطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً).

واستناداً إلى ما سبق ترا الباحثتان أن الطريقة التكاملية لعرض السيناريوهات المستقبلية للتطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي مع مقرر الرياضيات أكثر ملائمة حيث تمثل أساساً للذكاء الاصطناعي، مقارنة بمقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات الذي يرتبط بتطبيقات الذكاء الاصطناعي من ناحية البرمجة، كما أنها أكثر ملائمة بالنسبة للمتعلمين لأنه سيتم توظيف كل من النظرية والتطبيق، مما يُزيل طابع الجمود عن قوانين الرياضيات ويجعلها مرنة لما فيها من الربط بالواقع، ويعزز من الاتجاهات الإيجابية نحوها وهذا ما تأكده دراسة (أبو موسى والتخاينة، 2021)، ودراسة سافدا وبوراك (2020م).

ومن زاوية أخرى تعزو الباحثتان هذه النتيجة إلى إدراك عينة الدراسة بأن الهدف من دراسة الرياضيات والعلوم التطبيقية هو توظيفها وتطبيقها في الحياة العلمية وعدم الاكتفاء بدراستها للنجاح في الامتحانات واجتياز المقرر، بل يجب أن تكون هناك نظرة أوسع وأبعد لتوظيف المعرفة العلمية للتطبيقات الرياضية في مجال الهندسة والجبر والتفاضل والتكامل والاحصاء والنظم الإحداثية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، إذ تعتبر هذه الخطوة اللبنة الأولى لإنشاء جيل قادر على تصميم الآلات واختراعها، واستشراف لمستقبل جيل واعد يمكنه تحقيق خطط التنمية الوطنية، وأن يكون التعليم أحد المرتكزات الاقتصادية للمملكة العربية السعودية.

4-2-نتائج السؤال الثاني: "ما واقع تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الرياضيات والحاسب الآلي في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟

وللإجابة على السؤال البحثي استخدمت الباحثتان المنهج الوصفي الأسلوب التحليلي، وتم إعداد أداة تحليل محتوى مستندة على نتائج اجابة السؤال السابق، لتحليل مقرر الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات في المرحلة الثانوية نظام المقررات، للكشف عن واقع تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مناهج الرياضيات والحاسب الآلي في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.

4-2-1-تحليل مقرر الرياضيات للمرحلة الثانوية- نظام مقررات

يُبين لنا الترابط الرأسي لسلاسل ماقروهيل دمجاً متوازناً لتعليم الرياضيات من خلال:

- ✓ استقصاء وبناء فهم إدراكي.
- ✓ تطوير مهارات إجرائية وحسابية وتعزيزها وإتقانها.
- ✓ تطبيق الرياضيات في حل مسائل من واقع الحياة. (دليل المعلم رياضيات1، 2014م)

وقد اقتصرت الدراسة على التطبيقات الرياضية في حل مشكلات ومجالات الحياة المختلفة في مقررات الرياضيات، والتي تتمثل في المسائل تحت مسمى (من واقع الحياة- الربط بالحياة- أو مسائل تكون مبدُوءة بكلمة تدل على المجال الذي تم الربط به) مثال شكل رقم (2).

الشكل (2): صور من كتاب الرياضيات 2 للمرحلة الثانوية

يختلف توزيع تلك التطبيقات في مراحل الدرس سواء في (التهيئة للفصل، الأمثلة، تحقق من فهمك، تأكد، تدرب وحل المسائل، مسائل مهارات التفكير العليا، تدريب على اختبار، مراجعة تراكمية، اختبار منتصف الفصل، دليل الدراسة والمراجعة، اختبار الفصل، الإعداد للاختبارات، اختبار تراكمي). وقد قامت الباحثتان بحصر تلك المسائل في مقررات الرياضيات للمرحلة الثانوية، وقد اقتصرت الباحثتان على تحليل الفصول ذات العلاقة بمجالات الدراسة (التفاضل والتكامل- الجبر- استخدام النظم الاحداثية- التحويلات الهندسية-الإحصاءات الرياضية- القياس) في مقررات الرياضيات نظام المقررات-1443هـ- البالغ عددها (6)، كالتالي:

1. **مقرر الرياضيات (1):** يحتوي على (4) فصول (التبرير والبرهان- التوازي والتعامد- المثلثات المتطابقة- العلاقات في المثلث)، ولم يتم تحليله لعدم احتواءه على مجالات الدراسة.
2. **مقرر الرياضيات (2):** يحتوي المقرر على (4) فصول (الاشكال الرباعية-التشابه- التحويلات الهندسية والتماثل، والدائرة)، واقتصرت الباحثتان على فصلين (التحويلات الهندسية والتماثل، والدائرة).
3. **مقرر الرياضيات (3):** يحتوي على (4) فصول (الدوال والمتباينات- المصفوفات-كثيرات الحدود ودوالها- العلاقات والدوال العكسية والجذرية)، وقد اقتصرت الباحثتان على تحليل الفصل الثاني (المصفوفات).
4. **مقرر الرياضيات (4):** يحتوي على (4) فصول (العلاقات والدوال النسبية- المتتابعات- الاحتمالات- حساب المثلثات)، وقد اقتصرت الباحثتان على تحليل الفصل الرابع (الاحتمالات).
5. **مقرر الرياضيات (5):** يحتوي على (4) فصول (تحليل الدوال- العلاقات والدوال الأسية واللوغاريتمية- المتطابقات والمعادلات المثلثية- القطوع المخروطية)، ولم يتم تحليله لعدم احتواءه على مجالات الدراسة.
6. **مقرر الرياضيات (6):** يحتوي المقرر على (4) فصول (المتجهات- الإحداثيات القطبية والأعداد المركبة- الاحتمال والإحصاء- النهايات والاشتقاق)، وقد اقتصرت الباحثتان على تحليل الفصلين (الاحتمال والإحصاء، والنهايات والاشتقاق).

وعليه فقد تم تحليل (4) مقررات من مقررات الرياضيات للمرحلة الثانوية نظام المقررات وكانت النتائج كالتالي، الجدول (4):

جدول (4): يوضح مدى تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الرياضيات للمرحلة الثانوية نظام المقررات

م	المقرر	عدد التطبيقات	التكرار	النسبة	الترتيب
	مقرر الرياضيات (2) مقررات	90	4	%4.4	1
	مقرر الرياضيات (3) مقررات	43	0	0	-
	مقرر الرياضيات (4) مقررات	94	0	0	-
	مقرر الرياضيات (6) مقررات	163	4	%2.4	2

ويظهر الجدول السابق مدى تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الرياضيات للمرحلة الثانوية نظام المقررات، حيث جاء مقرر "الرياضيات (2)" في المرتبة الأولى بنسبة 4.4%، يليه مقرر "الرياضيات (6)" بنسبة 2.4%، بينما مقرر "الرياضيات (3)" ومقرر "الرياضيات (4)" لم يسجلا أي تكرارات. ويوضح الالجدول (4-4) تفاصيل توفر كل فقرة من فقرات التحليل في مقرري الرياضيات (2) و(6)، كالتالي:

جدول (5): تحليل مقرري رياضيات (2) و(6)

م	المعايير (المؤشرات) يَمكن المحتوى الطالب من:	الرياضيات (2)	الرياضيات (6)	التكرارات	النسبة (%)	الترتيب
المجال: التفاضل والتكامل Calculus						
1	استخدام التفاضل والتكامل لقياس الحركة.			0	%0	-
2	استخدام التفاضل والتكامل لقياس زاوية الحركة للروبوتات.			0	%0	-
3	تحديد اتجاه تسارع الجسم من خلال اتجاه القوة الكلية المؤثرة على الجسم.	-	✓	0	%0	-
4	تحديد حالة الجسم (الروبوت أو الطائرة) من حيث الحركة والسكون من خلال قياس التسارع.			0	%0	-
5	استخدام التفاضل لقياس التسارع المتجهة.			1	%1	2

م	المعايير (المؤشرات) يَمكن المحتوى الطالب من:	الرياضيات (2)	الرياضيات (6)	التكرارات	النسبة (%)	الترتيب
6	استخدام التكامل لقياس السرعة المتجهة.			3	%2	1
7	استخدام التكامل لقياس درجة ميلان الروبوت عن السطح المستوي.			0	%0	-
	المجموع تو افرها في مقرر رياضيات (6)			4	%2.4	-
	المجال: الجبر Algebra					
1	استخدام الجبر لبرمجة الروبوت للوقوف في زاوية معينة.	-	-	-	-	-
2	استخدام العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الدورانية.					
3	استخدام الجبر لإيجاد السرعة اللازم برمجتها ليتحرك الروبوت.					
4	استخدام الجبر لحساب قيمة دوران العجلة بالروبوت.					
	المجال: استخدام النظم الاحداثية Coordinate system					
1	استخدام مصفوفات التحول لالتقاط ذراع الروبوت لقطعة.	-	-	-	-	-
2	استخدام خصائص ضرب المصفوفات لالتقاط ذراع الروبوت لقطعة.					
3	استخدام مصفوفة التحويل لوصف موقع و اتجاه نظام الإحداثيات.					
4	تمثيل مصفوفة التحويل لنظام الإحداثيات الأول مع متجهات الوحدة.					
	المجال: التحويلات الهندسية Geometric transformations					
1	استخدام التحويلات الهندسية لحساب محيط العجلة.	✓	-	4	%4.4	1
2	استخدام التحويلات الهندسية لقيام الروبوت بالاستدارة عن طريق حساب عدد اللفات.			0	%0	-
3	حساب عدد اللفات للروبوت باستخدام الدوران حول نقطة.					
4	استخدام التحويلات الهندسية لحساب معدل دوران الروبوت.					
5	تطبيق التحويلات الهندسية لبرمجة الروبوت.					
6	استخدام محيط الدائرة لمعرفة عدد الدورات التي يحتاجها الروبوت لقطع مسافة معينة.					
7	حساب عدد الدورات بمعرفة المسافة التي يقطعها الروبوت ومحيط العجلة.					
8	حساب عدد اللفات باستخدام دوران التأرجح.					
9	حساب عدد مرات الدورات المطلوبة في حالة الدوران بزاوية معينة.					

م	المعايير (المؤشرات) يَمكن المحتوى الطالب من:	الرياضيات (2)	الرياضيات (6)	التكرارات	النسبة (%)	الترتيب
10	إيجاد المسافة الخطية بمعرفة العلاقة الرياضية بين المسافة الدورانية والمسافة الخطية.					
	المجموع تو افرها في مقرررياضيات (2)			4	%4.4	-
	المجال: الإحصاءات الرياضية Mathematical statistics					
.1	استخدام تطبيقات الإحصاء والاحتمالية، لتحديد حالة Object.	-	-	-	-	-
	المجال: القياس Measure					
.1	احتساب نسبة دوران الترس باستخدام التناسب.	-	-	-	-	-

نلاحظ من الجدول السابق بأن تحليل مقرري رياضيات (2) و(6) كان كالتالي:

- في مقرر رياضيات (6) جاء مقدار توفر التطبيقات الرياضية في مجال التفاضل والتكامل بنسبة (2.4%)، حيث كانت نسبة المعيار "استخدام التكامل لقياس السرعة المتجهة" (2%) وحصل على المرتبة الأولى، يليه المعيار "استخدام التفاضل لقياس التسارع المتجهة" بنسبة (1%).
- في مقرر رياضيات (2) جاء مقدار توفر التطبيقات الرياضية في مجال التحويلات الهندسية بنسبة (4.4%)، من خلال معيار "استخدام التحويلات الهندسية لحساب محيط العجلة".
- أما باقي المجالات "الجبر، استخدام النظم الحديثة، الإحصاءات الرياضية، والقياس" لم تسجل أي تكرارات في كلا المقررين.

ثانياً: تحليل مقررات الحاسب الآلي وتقنية المعلومات

يتم تدريس ثلاث مقررات للحاسب الآلي وتقنية المعلومات في المرحلة الثانوية نظام المقررات -1443هـ- (مقرران في البرنامج المشترك، ومقرر في البرنامج الاختياري)، وقد تم تحليل الفصول ذات العلاقة بمجال الدراسة (الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت)، بيانها كالتالي:

1. **مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات (1):** يحتوي على (7) وحدات (المصادر الحرة- الوسائط المتعددة- تصميم وإدارة المواقع والشبكات الاجتماعية- تقنيات التحكم الرقمي والروبوت- مقدمة في البرمجة- صياغة حل المسائل- البرمجة بلغة فيجول بيسك ستوديو)، وقد تم تحليل الوحدتين ذات العلاقة بمجال الدراسة (تقنية التحكم الرقمي والروبوت- مقدمة في البرمجة- البرمجة بلغة فيجول بيسك ستوديو).
2. **مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات (2):** يحتوي على (5) وحدات (الشبكات السلكية واللاسلكية- أمن المعلومات والبيانات والانترنت- تقنيات وبرمجة الأجهزة الذكية- الخدمات الالكترونية- قواعد البيانات)،. وقد تم تحليل وحدة (التقنية وبرمجة الأجهزة الذكية).
3. **مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات (3):** يحتوي على (6) وحدات (البيئة والدوائر الرقمية- الحوسبة السحابية- قواعد المعلومات والموسوعات والمكتبات الرقمية- التصميم بالحاسب- نظم المعلومات- مشروعات ودراسات حاسوبية). ولم يتم تحليله لعدم احتواءه على مجالات الدراسة.

وعليه فقد تم التحليل لمقررين من مقررات الحاسب الآلي وتقنية المعلومات بالمرحلة الثانوية نظام المقررات، وكانت النتائج كالتالي:

جدول (6): يوضح مدى تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الحاسب الآلي وتقنية المعلومات للمرحلة الثانوية نظام المقررات

المقرر	عدد الفئات	التكرار	النسبة	الترتيب
مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات (1) مقررات	49	0	0	-
مقرر الحاسب الآلي وتقنية المعلومات (2) مقررات	28	0	0	-

ويظهر الجدول السابق بأنه لم يتم تسجيل أي تكرارات للتطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الحاسب الآلي وتقنية المعلومات بنظام المقررات للمرحلة الثانوية.

استناداً إلى ما سبق يتضح أن واقع تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) في مقررات الرياضيات للمرحلة الثانوية- نظام المقررات- في المملكة العربية السعودية قد جاءت بدرجة ضعيفة، وتعزو الباحثتان هذه النتيجة إلى قصور في محتوى مقررات الرياضيات للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية وعدم مواكبته للتطورات العلمية والتكنولوجية المتعلقة بالثورة الصناعية الرابعة، حيث مازالت المناهج تركز على إكساب الطلاب المعارف والمهارات، دون الاهتمام إلى الجوانب العملية التطبيقية الفعلية لهذه المعرفة في الحياة الواقعية، وإن كان هناك بعض الاهتمام بالجوانب التطبيقية فإنها مقتصرة على التطبيقات في مجال العلوم الطبيعية والثقافة المالية في الوقت الذي أصبحت فيه تقنيات الذكاء الاصطناعي جزءا لا يتجزأ من الواقع الفعلي لمختلف المجالات.

- وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة الشبل (2021م)، ودراسة الفار، والياسمين (2019م)، ودراسة سافدا وبوراك (2020)، ودراسة أبو موسى والتخاينة (2021)، ودراسة السرحاني (2023)، التي أوصت بتدريس المفاهيم الرياضية باستخدام الروبوت، وبضرورة الاهتمام بتطوير مناهج الرياضيات وتضمينها العديد من التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي والمستحدثات التكنولوجية بدلا من دراستها المجردة لتكون ذات معنى للطلاب.

كما توصلت الباحثتان إلى أن واقع تضمين التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي في مقرر الحاسب الآلي للمرحلة الثانوية- نظام المقررات- في المملكة العربية السعودية جاء منعدم، وتعزو الباحثتان هذه النتيجة إلى أن الأهداف العامة لمقرر الحاسب الآلي يعنى بكيفية عمل الحاسب الآلي وبرمجياته السائدة عالمياً، دون التعمق في مجال برمجة تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتي تحتاج بدورها إلى تأسيس رياضي، وهذا ما تأكده وثيقة منهج الحاسب الآلي وتقنية المعلومات للمرحلة الثانوية (وثيقة منهج الحاسب الآلي وتقنية المعلومات للمرحلة الثانوية، 2013م، ص41). وتأتي هذه النتيجة متوافقة مع نتائج دراسة العقاب وحصه العنزي (2019).

3-4-نتائج السؤال الثالث: "ما السيناريوهات المستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟

وللإجابة على السؤال البحثي قامت الباحثتان بالتعاون مع مجموعة من خبراء الدراسة البالغ عددهم (15) خبيراً، من أجل التوصل لسيناريوهات مستقبلية لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية وذلك من خلال ندوة الخبراء الإلكترونية تم توصيف السيناريوهات المستقبلية، وذلك اعتماداً على نتائج أسئلة الدراسة حيث حصر التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) بالمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، ومن ثم دراسة واقع مقررات الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات في المرحلة الثانوية، بالإضافة إلى توجهات وزارة التعليم لتقديم نموذج تعليمي متميز وحديث للتعليم الثانوي بالمملكة بما يتوافق ورؤية المملكة 2030، من إقرار نظام المسارات التعليمية والأكاديميات المتخصصة، كذلك بالاستناد إلى حصر التوجهات الداعية لدراسة مستقبل التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي على صعيد الدولة. وقد نتج عن ذلك بناء أربعة سيناريوهات: (سيناريو النقلة النوعية، والسيناريو التخصصي- أكاديميات STEMR) وهي تمثل السيناريوهات التفاؤلية، و(سيناريو سد الحاجة) الذي يمثل امتداداً للواقع، و(سيناريو الانكفاء) وهو يمثل السيناريو التشاؤمي، والتي تم تحكيمها من قبل المحكمين تُوضح تفاصيلها في الآتي:

- **السيناريو الأول: النقلة النوعية**- الذي يمثل السيناريو التفاؤلي لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية. حيث تصف الدراسة هذا السيناريو أن وزارة التعليم عام 2030م نجحت في إقرار مقررات علمية مرتبطة بعلم الذكاء الاصطناعي، وكان ذلك نتاج لرؤية المملكة 2030 والاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي التي جعلت التعليم وتنمية الابتكار والقدرات البشرية من اولى اهتماماتها، بحيث يتم تدريس علم البيانات المرتبط بالعمليات الحسابية واللوغريثميات- ضمن مجال العلوم الطبيعية والتطبيقية، مسار (علوم الحاسب والهندسة) الجديد - وفي مراحل متقدمة يتم اطلاق مادة علمية تدمج تخصص علم البيانات مع علوم الحاسب الآلي، مثل: (استخراج البيانات والتنقيب عنها Data Mining- الرياضيات المتقدمة Advanced Mathematics- الهندسة Engineering- الروبوتات Robotics) للتعرف على انظمة تعلم الآلة أي أن يتم عمل مسارين متكاملين اساسيين (علم البيانات والتطبيقات الرياضية) ثم مسار متقدم لربط علم البيانات مع علوم الحاسب الآلي، وذلك للتعرف على قدرات الذكاء الاصطناعي على تعليم ذاته (علم تعلم الآلة)، والذي يرتبط بشكل مباشر مع العمليات الحسابية الرقمية التي يقوم بها الذكاء الاصطناعي دون تدخل بشري، فالمهم ليس تعلم البرمجة فقط انما تعلم آلية التعامل مع الذكاء الاصطناعي بحدود لا تمكنه من اتخاذ قرارات ذاتية دون تدخل بشري.
- **السيناريو الثاني: التخصصي (أكاديميات** STEMR) - يمثل سيناريو تفاؤلي لتدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي (الروبوت نموذجاً) للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية. حيث تصف الدراسة في هذا السيناريو وزارة التعليم عام 2030م نجحت في تشريع أكاديميات متخصصة في منهج STEMR تُعنى بدمج وتكامل خمسة مجالات لتشكل منظومة تعليمية متكاملة للمناهج الدراسية وهي: (العلوم Science، التكنولوجياTechnology، الهندسةEngineering، الرياضيات Mathematics، والروبوتات

Robotics) بشراكات خارجية سواء على المستوى الإقليمي أو العالمي، تقدم لهم مناهج مهندره مع مقررات خاصة في تنمية المهارات وتبدأ بعد اجتياز المتعلم المرحلة الابتدائية، وتستقطب المتعلمين المتميزين في مقررات الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات والعلوم، لتنسجم مع أهداف رؤية المملكة 2030 في توفير معارف نوعية للمتميزين، وتلبية احتياجات خطط التنمية الوطنية المستقبلية، ويُمكنهم من المشاركة الفاعلة في تحقيق التنمية المستدامة والازدهار الاقتصادي والتنافس في الإبداع والابتكار في مجالات العلوم النظرية التطبيقية والتكنولوجيا والثورة الصناعية الرابعة.

- **السيناريو الثالث: سد الحاجة** –وهو يمثل امتداد لواقع تدريس التطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي في المملكة العربية السعودية في المرحلة الثانوية مع إحداث تطوير جزئي لمناهج الرياضيات الحالية. حيث تصف الدراسة هذا السيناريو أن مقررات الرياضيات للمرحلة الثانوية في عام 2030م، جاءت امتداداً لما كان عليه واقع تلك المقررات عام 2020م، إذ تم تطويرها جزئياً وذلك في ضوء قرارات وزارة التعليم في إلغاء نظام المقررات وإقرار نظام المسارات، بهدف صناعة نظام تعليمي ثانوي ينافس عالميًا ويعد لمواجهة الحياة بمتطلباتها، حيث سيتم عرضه بطريقة تكاملية مع مقرر الرياضيات تحت مسمى مقرر -الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت- ويتم إقراره ضمن مجال العلوم الطبيعية والتطبيقية، مسار (علوم الحاسب والهندسة) الجديد. وذلك من خلال عملية الترابط المعرفي والتطبيقي بين مجال الرياضيات ومجال التقنية في تدريس الروبوت تحديدًا عن طريق: دمج مسائل الروبوت وأمثلته في كتب الرياضيات، دمج مسائل الرياضيات في موضوعات الروبوتات في كتب الحاسب وتقنية المعلومات، إعادة تطوير وحدة التحكم الرقمي والروبوت وفق نموذج STEM، تفعيل دور مجتمعات التعلم المهنية من خلال تكامل عرض الموضوعات في وحدة الروبوت من خلال التكامل وتعزيز التعاون بين معلمي الرياضيات والحاسب، تدريس الروبوت في مختبرات التصنيع Fab Lab ويكون معلمي الرياضيات والحاسب موجهين لسير العملية التعليمية.
- **السيناريو الرابع: الانكفاء**- يمثل السيناريو التشاؤمي لتدريس التطبيقات الرياضية للذكاء الاصطناعي في المرحلة لثانوية بالمملكة العربية السعودية. تصف الدراسة هذا السيناريو أن مقررات الرياضيات عام 2030م جاءت دون مستوى تطلعات رؤية المملكة 2030؛ إذ أن مقررات الرياضيات والحاسب الآلي وتقنية المعلومات جاءت امتداداً لما هي عليه عام 2020م وقد فشلت الوزارة في تحقيق أهداف البرنامج الإثرائي الذي جاء تحت مسمى " المشاريع والتطبيقات الرياضية في الذكاء الاصطناعي"، والذي هدف إلى توفير تعليم يسهم في دفع عجلة الاقتصاد وتنمية المعرفة، تماشياً مع رؤية المملكة التي تتوافق مع الأهداف الاستراتيجية للوزارة في تحسين البيئة التعليمية المحفزة للإبداع والابتكار للطلبة. ويتم الالتحاق بالبرنامج اختيارياً ويُقدم متزامناً مع موضوعات الرياضيات ذات العلاقة بتلك التطبيقات بحيث يتم التكامل ما بين المعرفة والتطبيق، لتعريف الطلبة على آخر ما توصلت إليه التقنية، وتمكينهم من فهم اساسيات ومبادئ الذكاء الاصطناعي والروبوت، ويتم طرح تحديات تفاعلية في مجال الروبوت والذكاء الاصطناعي، وتعليم الطلبة مبادئ تركيب وبرمجة الروبوت التعليمي، ومبادئ الميكانيكا الحركية، وتطبيقاتها في الروبوت وآلية عملها، والخوارزميات في برمجة الروبوت، لصقل مهارات التفكير، والابتكار، ومهارات حل المشكلات، مع إثراء حصيلتهم المعرفية بالعلوم التي تخدم هذا المجال، وممارسة تجارب تعليمية جماعية وفردية في مشاريع تقنية تخدم التقدم الصناعي في المملكة، على أن يُمنح الطلبة الملتحقين بالبرنامج شهادة اجتياز بعد تقديمهم مشروعاً لاجتياز البرنامج يُمكنهم من الالتحاق بسوق العمل.

5- توصيات الدراسة ومقترحاتها.

بناء على نتائج الدراسة توصي الباحثتان وتقترحان ما يلي:

1. العمل على التقليل الفجوة الرقمية للأجيال الحالية والقادمة من خلال تنظيم دراسات وبرامج أكاديمية في مراحل تعليمية مبكرة قبل التعليم الجامعي.
2. تحليل واقع القبول في الجامعات ومخرجاتها واحتياجات سوق العمل، وكذلك إجراء دراسة تتبعيه للتجارب السابقة للمرحلة الثانوية بالمملكة، واجراء دراسات استطلاعية لذوي العلاقة، وآراء الخبراء، من أجل اعداد مسارات نوعية للمرحلة الثانوية.
3. لفت أنظار المهتمين بتطوير مناهج الرياضيات نحو التطبيقات الرياضية في مجال الذكاء الاصطناعي وبرمجة وديناميكية الروبوت كجزء أساس في مناهج الرياضيات في ضوء توجه الوزارة لتشعيب المرحلة الثانوية في التعليم العام بالمملكة العربية السعودية.
4. عقد دورات تدريبية لمعلمي الرياضيات أثناء الخدمة من أجل إتاحة الفرص لخلق أنشطة تعكس رؤية بنائية وتوظيفية لتطبيق المعرفة الرياضية في مجال الذكاء الاصطناعي وبرمجة الروبوت.
5. تنمية تقدير المتعلمين لقيمة الرياضيات في الحياة واستخداماتها في الثورة الصناعية الرابعة.
6. ونظرا لوجود فجوة معرفية تقترح الباحثتان إجراء دراسات مستقبلية في العنوانين الآتيين:

أ. برنامج تعليمي قائم على دمج تعليم الروبوتات مع مدخل STEM في تنمية البراعة الرياضية.

ب. تطوير مناهج الرياضيات في مرحلة الثانوية ضمن مسارات الثانوية الجديدة في المملكة العربية السعودية.

قائمة المصادروالمراجع

أولًا: المراجع بالعربية:

- أبو قورة، خليل.، وسلامة، صفات. (2014). تحديات عصر الروبوت وأخلاقياته (ط1). مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية: الإمارات.
- أبو موسى، مفيد؛ والتخاينة، بهجت. (2021). أثر استخدام الروبوت التعليمي م خلال المدخل التكاملي في التحصيل الرياضي لدى طلبة الصف العاشر الأساسي. *المجلة الدولية للأبحاث الدولية*، 45 (2)، ص200-227.
- أسامة، عبد العظيم. (2016). تطوير لمقرر الجبر قائم على التطبيقات الرياضية لتنمية التفكير الرياضي والقدرة على التعامل مع المشكلات الحياتية والاتجاه نحو الدراسة العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة تربويات الرياضيات*، 19(2)، ص264-254.
- إيهاب، خلف. (2018). فرص وتهديدات الذكاء الاصطناعي في السنوات العشر القادمة، *مجلة الأحداث* (27)، ص12- 94.
- البدو، أمل. (2017). أثر التدريس المعملي اعتمادًا على الروبوت التعليمي في تنمية التحصيل الرياضي لطالبات الصف الثاني عشر علمي لمدارس عمان. *المجلة الدولية لتطوير التفوق*، 8(15)، ص132-152.
- بلال، أحمد، وموسى، عبد الله. (2019). الذكاء الاصطناعي ثورة في تقنيات المعلومات، (ط1)، المجموعة العربية للتدريب والنشر: القاهرة.
- الجهيني، دعاء.(2021). مناهج التنبؤ والاستشراف المستقبلي، (ط1)، ألمانيا: المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية.
- الحلواني، عبد الملك، وصالحي، علي. (2016). نموذج جديد في تدريس الرياضيات باستخدام الروبوت. *المجلة العربية للمعلومات*، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، 26(2)، ص116- 132.
- الحوت، محمد وآخرون. (2015). فعالية الدراسات المستقبلية في التخطيط التربوي، *مجلة كلية التربية*، مج26، (104)، كلية التربية، جامعة بنها، ص197-229.
- درار، خديجة محمد. (2019) أخلاقيات الذكاء الاصطناعي والروبوت :دراسة تحليلية. *المجلة الدولية لعلوم المكتبات والمعلومات، الجمعية المصرية للمكتبات والمعلومات والأرشيف*، 6(3)، ص237-271.
- الرويلي، عيدة. (2018). أثر استخدام برنامج تعليمي باستخدام الروبوت الآلي في تنمية التحصيل في مادة الرياضيات لدى الطالبات والمتفوقات، *المجلة التربوية بجامعة الكويت*، 33(129)، ص183-214.
- السرحاني، مها. (2023). تصورات معلمي ومعلمات الرياضيات نحو استخدام الروبوت التعليمي (Educational Robot) في تدريس بطئي التعلم. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، 17 (8)، ص342- 395.
- الشبل، منال. (2021). تصورات معلمات الرياضيات نحو تعلم وتعليم الرياضيات وفق مدخل الذكاء الاصطناعي في التعليم العام بالمملكة العربية السعودية. *مجلة تربويات الرياضيات*، 24(4)، ص278- 310.
- شواهين، خير سليمان. (2016) طرائق حديثة في التعلم: برنامج STEM نماذج تطبيق العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، (ط1)، عالم الكتب الحديثة: الأردن.
- طعيمه، رشدي. (2004). تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية، دار الفكر العربي: مصر.
- طه، عبد العزيز، وبكر، السيد عبد الجواد. (2019). الذكاء الاصطناعي سياساته وبرامجه وتطبيقاته في التعليم العالي: منظور دولي. *مجلة التربية*، جامعة الأزهر، 3 (184).
- عبد العظيم، محمد. (2019). الخطوات المنهجية لاستخدام أسلوب السيناريوهات في لتخطيط التربوي. *المجلة الدولية للبحوث النوعية المتخصصة*، الأكاديمية العربية للعلوم الإنسانية والتطبيقية، مصر، (17)، ص11-32.
- العقاب، عبد الله، والعنزي، حصة. (2019). تحليل محتوى مقرر الحاسب وتقنية المعلومات (1) للصف الأول ثانوي في ضوء المهارات الحاسوبية اللازمة لسوق العمل. *مجلة البحث العلمي في التربية*، 20(6)، ص457-477.
- العقيل، وفاء، والشمري، لولوه. (2015). مسابقات الروبوت ودورها في تنمية الابتكار التقني لمهارات القرن الحادي والعشرين، *المؤتمر الدولي الثاني للموهوبين والمتفوقين* - تحت شعار" نحو استراتيجية وطنية لرعاية المبتكرين" تنظيم قسم التربية الخاصة، كلية التربية، جامعة الإمارات العربية المتحدة برعاية جائزة حمدان بن راشد آل مكتوم للأداء التعليمي المتميز، جامعة الامارات العربية المتحدة.
- علي، أسامة. (2025). بناء السيناريوهات واستخدامها في البحوث الإدارة التربوية. *مجلة الإدارة التربوية*، (45)، ص 899-970.
- الفاخري، سالم. (2018) سيكولوجية الذكاء، (ط1)، مركز الكتاب الأكاديمي للنشر: القاهرة.

- الفار، إبراهيم، وشاهين، ياسمين. (2019). فاعلية روبوتات الدردشة التفاعلية لإكساب المفاهيم الرياضية واستبقائها لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. تكنولوجيا التربية- دراسات وبحوث، *الجمعية العربية لتكنولوجيا التربية*، (38)، ص571 - 541.
- الفايز، هيلة. (2023). سيناريوهات مستقبلية لتسويق البحث العلمي في الجامعات السعودية. *مجلة كلية التربية*. جامعة عين شمس. (47)، ص373-426.
- مجلة الروبوت العربية. (2019). *الجمعية العربية للروبوت*، الإمارات العربية المتحدة.
- وزارة التعليم. (2014). دليل المعلم الرياضيات 1 مسار العلوم الطبيعية -مقررات، المملكة العربية السعودية.
- وزارة التعليم. (2020). كتاب الرياضيات 2 مسار العلوم الطبيعية -مقررات، المملكة العربية السعودية.

ثانيًا: المراجع بالإنجليزية:

- Angel, G. (2010). Some Notes on Artificial Intelligence as a New Mathematical Tool.
- Benton, L. (2017). Bridging Primary Programming and Mathematics: Some Findings of Design Research in England. *Digit Exp Math Educ* (2017) 3:115–138.
- Bettina, P.(2013). "Fundamental Mathematical Concepts for Problems Arising in Robotics". Magistra of Natural Sciences. University wien.
- Goh H., Ali, M. (2014). Robotucs As A Tool To STEM Learning, *International Journal for Innovation Education and Research*, 2(10).
- Javy, A. (2012). Artificial Intelligence Applications to Critical.
- Kim, S., Lee, C. (2016). Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2), 52-70, 2016.
- Klaus, T., F. (2016). Integrating Programming into the Mathematics Curriculum: Combining Scratch and Geometry in Grades 6 and 7 SIGITE'16, Boston, MA, USA.
- Lerrel, P. (2014). *Math Fundamentals for Robotics, fall* 2014 Finding minimum energy trajectories of a two linked pendulum.
- Lora, B. (2017). Bridging Primary Programming and Mathematics: Some Findings of Design Research in England. *Digit Exp Math Educ*, 3, 115–138.
- Mubin, O., Stevens, C.J., Shahid, S., Mahmud, A.A. and Dong, J. (2013) *A Review of the Applicability of Robots in Education*. Technology for Education and Learning, 1(5).