" أثر استخدام الروبوت التعليمي في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية في الرياضيات لدى تلاميذ الصفوف الأولية "

"The Effect of Using Educational Robotics on Developing Conceptual Understanding and Procedural Fluency in Mathematics for Elementary Grades (1-3)"

د. مفرح أحمد علي عسيري

جامعة الملك خالد

mofarih@gmail.com

مستخلص:

هدَفتْ هذه الدراسةُ تَعَرُّفَ أثرَ الروبوت التعليمي في تنميةِ الاستيعابِ المفاهيمي والطلاقةِ الإجرائية في الرياضيات لدى تلاميذ الصفوف الأولية؛ ولتحقيقِ هذا الهدف استخدم الباحثُ المنهجَ شبه التجريبي واختيرت عينةُ الدراسةِ من إحدى مدارسِ مدينة أبها التابعةِ لإدارةِ تعليم عسير– وذلكَ لِتوفُّرِ الإمكانات التي تسمحُ بإجراءِ التجربة– وتكوَّنَتْ العيّنةُ من: (54) تلميذًا من تلاميذِ الصفِ الأوَّل مُوزَّعين على مجموعتين (تجريبية وضابطة)، و(56) تلميذًا من تلاميذِ الصفِ الثاني مُوزَّعين على مجموعتين(تجريبية وضابطة)، و(54) تلميذًا من تلاميذِ الصفِّ الثالث مُوزَّعين على مجموعتين(تجريبية وضابطة). وقد درستْ المجموعاتُ التجريبيةُ باستخدامِ الروبوت التعليمي، ودرستْ المجموعاتُ الضابطة بالطرق الاعتيادية، وجُمِعَت البياناتُ من خلال اختبارين للاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية تمَّ تطبيقُهُما في كل صفٍ من هذه الصفوف. وأسفرتْ النتائجُ عن وجودِ فروقٍ ذات دلالةٍ عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي درجاتِ المجموعةِ التجريبية والمجموعةِ الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الاستيعاب المفاهيمي لكل صفٍ من الصفوف الأوَّلية، وكذلك وجودُ فروقٍ ذاتُ دلالةٍ إحصائية عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي درجاتِ المجموعةِ التجريبيةِ والضابطةِ في التطبيقِ البعدي لاختبار الطلاقة الإجرائية لكل صفٍ من الصفوف الأوَّلية.

الكلمات المفتاحية: الروبوت التعليمي، الاستيعاب المفاهيمي، الطلاقة الإجرائية، الصفوف الأولية.

Abstract

The study aimed to know the effect of using an educational robotics on developing Conceptual Understanding and Procedural fluency in mathematics for elementary grades. To achieve this goal, the researcher used the quasi-experimental approach, and the study sample was chosen from one of the schools in the city of Abha affiliated with the General Directorate of Education in Asir - in order to provide the capabilities that allow conducting the experiment - and it consisted of: 54 first-grade students distributed into two groups (experimental and control), and 56 second-grade students distributed into two groups (experimental and control), and 54 third-grade students are divided into two groups (experimental and control). The experimental groups were studied using the educational robotics, the control groups were studied by regular methods, and the data were collected through a test of conceptual understanding as well as a test of procedural fluency for each of the elementary grades. The results concluded in significant differences at ($\alpha = 0.05$) between the mean scores of the experimental group and the control group in the post application of the conceptual understanding test for each of the elementary grades (1-3), as well as the existence of statistically significant differences at the level of ($\alpha = 0.05$) between the mean scores of the group. Experimental and control in the post application of the procedural fluency test for each of the elementary grades (1-3).

Keywords: Education Robotics, Conceptual Understanding, Procedural fluency, Elementary Grades (1-3).

" أثر استخدام الروبوت التعليمي في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية في الرياضيات لدى تلاميذ الصفوف الأولية "

مُقدّمةُ البحث:

إنَّ إعدادَ الأجيالِ لمُتطلَّباتِ سوقِ العملِ في القرنِ الحادي والعشرون يتطلَّبُ التكاملَ بين مُستحدثاتِ التقنيةِ والجانبِ المعرفي الذي تُقدّمه المؤسَّسَاتُ التعليمية، كما أنَّ التسارعَ التِقَني الذي نَشْهدُهُ في عالمِ اليوم يستلزمُ إعادةَ النظرِ في المناهجِ الدراسيةِ ومحتوياتها المعرفية وأساليب تدريسها بما يضْمنُ لها الاستمرارَ في تنشئةِ المتعلّمين بصورةٍ تُسايرُ تغيُّرات العصر. ولقدْ أسهمت الرياضياتُ في بناءِ ثورةِ التقنيةِ العملاقةِ وذلكَ من خلالِ أفكارِ مُبْدعيها، ثُمَّ عادتْ التقنيةُ لتُسَهّل تطبيقاتِ الرياضيات في مناحي الحياةِ المختلفةِ، وتُسهمَ في عمليتي التعليم والتعلُّم.

وقد اقتصرَ تعليمُ الرياضيات لفتراتٍ طويلةٍ من الزمن على المعرفةِ الإجرائيةِ إلى أنْ تمَّ الانتقالُ من معالجةِ البيانات ميكانيكيًا إلى مُعالجتِها إلكترونيًا باستخدامِ الحاسبات التي فتحت آفاقًا جديدةً لتطوُّرِ المعرفةِ، وصحبَ ذلك تطورٌ كبيرٌ في لغات البرمجة، حيث تمكَّنت كوكبةٌ من المبدعين من تطويرِ بعض البرامج التفاعلية التي أسهمت في إيصالِ معنى كثيرٍ من القضايا الرياضية المُجرَّدة ويَسَّرت للمُتعلِّمين سُبُلَ استكشافِ المشكلات الرياضية ونمذجتِها وتمثيلها (Sklar, Parsons, & Azhar, 2007)، وقد فتح هذا التطوُّرُ المُذْهلُ الذي أحْدَثَتْه الرياضياتُ في علومِ الحاسبات ولغاتِ البرمجة آفاقًا واسعةً نحو استخدامِ الذكاء الاصطناعي وتوظيفِ تطبيقاتِهِ الكثيرة في جوانبِ الحياةِ المختلفة. وهو ما يتطلَّبُ نهجًا تعليميًا جديدًا يحقّقُ التكاملَ بين العلومِ والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة ابتداءً من الروضةِ وحتَّى الجامعة.

ويرى بعضُ الباحثينَ والمهتمينَ في هذا السياق أنَّ الروبوتَ التعليمي أحدُ الأدواتِ المثاليَّةِ التي يمكنُ – من خلالِها– كسرُ حالةِ الجمود التي ظلَّت مهيمنةً على المحتوى المعرفي والسلوك التعليمي؛ وذلك لكونِهِ علمًا تطبيقيًا يستندُ إلى المعلوماتِ والمعارفِ النَّظرية التي تلقَّاها المتعلِّمُ سابقًا، حيثُ يوظِّفُ عديدًا من الاستراتيجياتِ التي تتمركزُ حولَ المتعلّم مثل: استراتيجية التعلُّم التعاوني، والتعلُّم الذاتي والعصفُ الذهني، والمناقشةُ والحوار، والاكتشافُ، واستخدامُ الألعاب الإلكترونية، وحلُّ المشكلات.

وذكرَ بينيت (Benitti, 2012) أنَّ الروبوتَ التعليمي يُنمّي ويعزّزُ مهاراتِ التفكير العليا لدى المتعلمين كالتفكيرِ الإبداعي، والناقد، والانفعالي، ومهارات حل المشكلات، ويعودُ ذلكَ إلى طبيعةِ التعلُّم التي تستلزمُ التصميمَ الهندسي من خلال مجموعةٍ من الأدواتِ القابلةِ للبرمجة والمعتمدةِ على العلوم والتكنولوجيا.

إنَّ التصميمَ الهندسي الذي يقومُ به الطالبُ يتطلَّبُ التكاملَ بين عِدَّة مهارات في كلٍ من: الرياضيات، والفيزياء، والهندسة، والتكنولوجيا، وهو ما يمثِّلُ تعلُّمًا واقعيًا بَديلًا عن التجريدِ الجاف غير المحسوس الذي تُقدَّمُ به الجوانبُ المعرفيةُ والمهارية. ولقدْ تزايدت الدعواتُ إلى استخدامِ هذا النهجِ التعليمي ابتداءً من الروضة حتى التعليم الجامعي نتيجةً للمؤشراتِ الإيجابيةِ المتناميةِ حول الفوائدِ التعليميةِ الناتجةِ من دمج الروبوتات في التعليم التي خَلُصت اليها وأكَّدتها دراساتٌ عديدة؛ ففي دراسةِ عيدة الرويلي (2018) التي هدفتْ تعرُّفَ أثرَ استخدامِ برنامج تعليمي باستخدام الروبوت الآلي في التحصيلِ بمادةِ الرياضيات لدى الطالبات الموهوبات والمتفوقات. وأسفرتْ النتائجُ عن وجودِ فروقٍ ذاتِ دلالةٍ إحصائية لصالحِ المجموعة التجريبية، ولصالحِ الموهوباتِ في المجموعةِ التجريبية.

وفي دراسة أمل البدو (2017) التي هدفَتْ تعرُّفَ أثرَ استخدام الروبوت التعليمي لتدريسِ موضوعاتِ: "الاتصال على فترة"، و"الاتصال عند نقطة"، و"علاقة الاتصال بالاشتقاق" في تحصيلِ مادةِ الرياضيات للصف الثاني عشر العلمي بإحدى محافظات مدينة عمان بالأردن، وقد أشارتْ النتائجُ إلى وجودِ فروقٍ ذاتِ دلالةٍ إحصائية بين المجموعتين لصالحِ المجموعةِ التجريبية التي درست باستخدام التدريس المعملي اعتمادًا على الروبوت التعليمي.

كَمَا أجرت سها أبو فرحة (2015) دراسةً هدفتْ إلى تقصِّي أثرَ توظيفِ مدخل "STEM" باستخدام حقيبة الروبوت في اكتساب المفاهيم العلمية، وقدْ خلصت الدراسةُ إلى وجودِ فرقٍ دالٍ إحصائيًا في اختبار المفاهيم العلمية لصالح المجموعة التجريبية التي تعلَّمت باستخدام حقيبة الروبوت EV3.

وفي دراسة بارك، وكيم، واوه، وليم (Park, Kim, Oh & Lim, 20150) التي أُجْريت في مدينة سيول في كوريا الجنوبية بهدفِ الكشفِ عن أثرِ برمجة الروبوت على تنميةِ الإبداع ورضا الصف، وقد استخدمت لغة ""Scratch للبرمجة. وأسفرتْ النتائجُ عن تحسُّن التلاميذ في كلٍ من: الطلاقة، والأصالة، مع زيادةِ رضا الطلاب تجاه استخدام البرمجة.

وفي دراسةِ الحالةِ التي قامَ بها إليكن وسوليفان وبيرس (Elkin, Sullivan & Bers, 2014) في مدارس مونتيسوري في الولايات المتحدة الأمريكية؛ وذلكَ بهدفِ تطويرِ نهجٍ فعّال لدمج الروبوتات في الصفوفِ التعليميةِ المُبكِّرة. وقدْ استُخدِمَت المقاييسُ النوعيةِ والكميةِ لتقييمِ نجاحِ هذا النهج، وأظهرت النتائجُ قدرةَ الطُلَّاب على تجميعِ الروبوت وبرمجته دون تدخُّل المُعلِّمة، وَتبيَّن أنَّ استخدامَ الطلبة لحقيبةِ الروبوت التعليمية مكَّنهم من استخدامِ حواسِهم بفاعلية في الأنشطة التعليمية، وعزَّزَ البيئةَ التعاونية، وقدْ خلصت الدراسةُ إلى معايير مقترحة لدمجِ مفاهيم البرمجة والهندسة في التعليمِ المُبكِّر في مدارس مونتيسوري.

وفي دراسة كازاكوف وسوليفان وبيرس (kazakoff, Sullivan & Bers, 2013) المُمَوَّلة من قِبَلِ مؤسَّسة العلوم الوطنية في الولايات المتحدة التي هدفتْ إلى الكشف عن تأثيرِ برمجةِ الروبوتات على القدرةِ التسلسليةِ في مرحلةِ الطفولةِ المُبكِّرة عند الأطفال. تمَّ قياسُ (27) مهارةً تسلسلية قبل البدء في ورشةِ "التدريب المُكثَّفة على برمجة الروبوتات" لمدة أسبوع، وبعد الانتهاء من ورشة التدريب تمَّ قياسُ المهارات قياسًا بعديًا؛ وقد أسفرتْ النتائجُ عن وجودِ فروقٍ ذات دلالةٍ إحصائية لصالح المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي.

وفي دراسة باركر وانسورج (Barker and Ansorge, 2007) التي أُجْريت بولاية نبراسكا بهدفِ الكشفِ عن أثرِ استخدام الروبوت في زيادةِ التحصيلِ في العلوم والهندسة والتكنولوجيا (SET). وأسفرت النتائجُ عن وجود فروقٍ ذات دلالةٍ إحصائية لصالحِ المجموعةِ التجريبية يُعْزى لمشاركتِهم في برنامج ما بعد المدرسة والقائم على الروبوتات.

يتَّضِحُ ممَّا سبقَ أنَّ هناك محاولاتٍ حثيثةً لدمجِ الروبوتات في التعليمِ بوصفه نهجًا جديدًا واعدًا يفتح آفاقاً لا حدود لها في التفكير والتصميم، ويجمعُ بين الجوانب المعرفية المُجرَّدة والتطبيقِ العملي. ويرى جادزيكوفسكي (Gadziowski, 2017) أنَّ التغيُّرات المُتسارعة التي جَعَلت الطفلَ ينمو في عالم تكنولوجي متزايد يتطلَّبُ من القائمين على السياسات التعليمية والمُنفِّذين لها توظيفَ المستحدثاتِ التقنيةِ في مرحلة الطفولة المُبكِّرة بما يتناسبُ مع المرحلة العمرية ومُتطلَّبات المستقبل، وبما يؤدي إلى تشويقِ الطلاب وترغيبهم في دراسةِ الرياضيات، وزيادةِ دافعيتهم التي قد تساعد في حل مشكلة تدنّي التحصيل في مادةِ الرياضيات.

ولذا فقد سعتْ بعضُ الدول إلى إعادة تصميم مناهجها الدراسية في مراحلِ الطفولةِ المُبكِّرة والصفوفِ الأوَّلية من المرحلة الابتدائية بما يتناسبُ مع شغفِ الأطفال تُجاه الألعاب الإلكترونية ويحقِّقُ النموَ المعرفي من خلال إدخال ألعاب محسوسة، وقابلة للبرمجة، وسهلة التشغيل وتؤدي دورًا مهمًا في تطويرِ مهاراتِ التفكير، بالإضافة إلى: مهارات العد والتسلسُل، والتوجيه المكاني والقياس، والعمليات الحسابية، وحل المشكلات، والقدرة الاستنتاجية والتواصل الاجتماعي وغيرها(Bers, Flannery, Kazakoff & Sullivan, 2014).

لقد كانت هذه الألعاب الإلكترونية القابلة للبرمجة قيدَ التطوير طوال الأربعين عامًا الماضية في سياقِ نموذج لغة " لوجو" التي طوَّرها فريقٌ من العلماءِ بقيادةِ سيمور بابرت Seymor Papert في مختبر الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence التابع لـ "معهد ماساتشوسيتس للتكنولوجيا" Massachusetts Institute Technology (MIT) بالولايات المتحدة الأمريكية، و قد صدرت النسخةُ الأولى منها عام (1970)، ومنذُ ذلك الحين تمَّ تطويرُ سلسلة من الروبوتات التعليمية التي تتميَّزُ بتطبيق لغة لوجو واستخدامها في مجال التعليم ومنها: الروبوت التعليمي (BIGTRAK 1979) ، وفي عام (1980) انتشر الروبوت

(Tortue Jeulin T2,T3)، وخلال التسعينيات من القرن الماضي التي بدأ فيها تطبيقُ معاييرِ المجلسِ الوطني لمُعلِّمي الرياضيات ظهر جيلٌ من الروبوتات التعليمية تتفقُ مع المعايير ومنها (Roamer Robot) وهو مُخصَّص للفئةِ العُمرية (4–9)(Noble, 2013).

ومنذُ بدايةِ (2005) توفَّرت ثلاثةُ أنواع من الروبوتات التعليمية البسيطة القابلة للبرمجة من إنتاج (TTS Group LTD) وهي: (Bee- Bot, Constructa- Bot, Pro- Bot) وقد استخدمت بشكلٍ واسعٍ في تعليم الرياضيات للطفولةِ المُبكِّرة والصفوف الأوَّلية، ويعد الروبوت التعليمي (Bee-Bot) الأكثر استخدامًا وانتشارًا في مدارسِ رياض الأطفال والصفوف الأوَّلية من المرحلة الابتدائية في كثيرٍ من المدارس حول العالم؛ لكونها تحتوي عديدًا من الفرص للتجريب، وتوفِّرُ مجالًا للتبصُّر، وتعمل على تنشيط التفكير البنائي والنقدي، وتسمحُ للطفل بالمشاركة واللعب، وزيادةِ المعرفةِ الذاتية، وتطوير أشكال التفكير، وتعتمد الروبوتات الثلاثة على لغة اللوجو.

وفي أواخر التسعينيات سعت شركة ليجو(LEGO) عبر شِقِّها التعليمي بالتعاون مع عددٍ من الجامعات منها: معهد ماساشوستس للتقنية MIT، وجامعة كولورادو، وعددٍ من الشركات الرائدة في مجال الإلكترونيات بإنتاج سلسلة من الروبوتات التعليمية التي تخدم المراحل العليا من المرحلة الابتدائية، وكذلك المرحلة المتوسطة، والثانوية، ومرحلة الجامعة، وكان الجيلُ الأوَّلُ من تلك السلسلة يُعْرَفُ باسم (Lego Mindstorms RCX) وانتشر في الأوساط التعليمية وهو يعتمد على لغة " لوجو" ، وقد أُقيمت عديدٌ من البطولات المعتمدة على هذا الجيل. وفي عام (2006) تمَّ إطلاقُ الجيلِ الثاني من سلسة ليجو للروبوتات التعليمية، وكانت له إمكانيات تتفوق على الجيل الأوَّل وعُرِفَ باسم (Lego Mindstorms NXT)، وفي أواخرِ عام (2013) أطلقت شركةُ ليجو (LEGO) الجيلَ الثالثَ من سلسلة الروبوتات التعليمية يحمل اسم (Lego Mindstorms V3) وهو مختلف عن الأجيال السابقة من حيثُ المعالج وسرعته، وسعة الذاكرة. وجميعُها تعتمدُ على لغة " لوجو" وتناسبُ جميعَ الأعمارِ فوق سن السابعة، ونظرًا لتزايد التوجُّهات تجاه هذا النهج التعليمي يرى البعض دراسة الروبوتات بمفردها بوصفِها موضوعًا مستقلًا، ويُعدُّ معهدُ (MIT) من أوائل المؤسَّسات التعليمية التي خصَّصت مقررًا لدراسة الروبوت، ويرى أخرون استخدام الروبوتات التعليمية أداةً لتدريس المواد الدراسية وتعلُّمها مثل العلوم والرياضيات (Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008).

لكنَّ المشروعَ البحثيَ الذي قامَ به إيرك شويكاردت لمرحلة الدكتوراه تحت إشراف مارك جروس في جامعة كارنيغي ميلون (Carnegie Mellon University) عام (2008) في مجال الروبوتات المعيارية فتح آفاقًا جديدةً نحو جيلٍ من الروبوتات التعليمية المرنة والقابلة للتكيُّف تتناسبُ مع التلاميذ من الروضةِ حتى الجامعة،

وتفتحُ الأملَ في تعليم الفهم المُبكِّر للأنظمة المُعقَّدة. وهذا النوع من الروبوتات قائمٌ على تكنولوجيا النانو، ومُصمَّمٌ على شكل مكعبات تحوي داخلَها حِزمًا صغيرةً من البرامج داخل حزمٍ صغيرةٍ من الأجهزة وتعتمدُ على لغة البرمجة (Blockly)، وهي لغةُ برمجة تعتمدُ على السحب والإفلات، وتتميَّزُ تلك المُكعَّبات بقُدرتِها على إعادةِ التكوين الذاتي، والتدفُّق، والمشي، والتجمُّع الذاتي، والتفكُّك الذاتي، والإمساك، والتشغيل الجماعي، ويعودُ ذلك إلى سهولةِ برمجتِها من خلال اللمس. وقد أُطْلقَ على هذا النوع من الروبوتات اسم Modular Robotics Cubelets"، ويرى خبراءُ الهندسة أنَّ تلك الروبوتات الصغيرة فتحتْ المجالَ لتدريس الأفكار العظيمة والأنظمة المُعقَّدة لكُلِّ الأعمار والمستويات.

إنَّ التقدُّمَ التكنولوجي المتسارع فتح آفاقاً واسعةً في مجال الروبوتات التعليمية التي تعدُّ أداةً مهمةً للتحول التعليمي لكونها تتيحُ للتلاميذ في سنٍ مُبكِّر فرصةَ العمل مع المُتحكِّمات الدقيقة، والروبوتات البسيطة، وبناء أنظمة قائمة على الويب، واستكشاف الجانب الإبداعي للحوسبة من خلال بيئات برمجية صديقة للتلاميذ مثل (Scratch, Blockly, Alice, Kodu) تُنمي مهارات المستقبل (Mikropoulos & Bellou, 2013).

إنَّ مهاراتِ المستقبل تتطلَّبُ اعتمادَ نهجٍ جديدٍ يقومُ على التكاملِ بين المحتوى المعرفي والمعرفة التربوية والمعرفة التكنولوجية (TPCK) لحل المشكلات، ولم يعد التركيزُ على المحتوى المعرفي والتربوي كما في مدارسنا اليوم كافيًا لأجيال المستقبل؛ وذلك لأنَّ المستحدثاتِ التكنولوجية والتحوُّل الرقمي يفرضان تحولات مُتسارعة تدفع القائمين على المناهج التعليمية إلى تحديث المحتوى المعرفي وكذلك وأساليب التدريس والتقويم بما يتماشى مع مستقبل المعرفة.

وفي ضوءِ هذا التوجُّه العالمي فإنَّ واقعَ استخدام الروبوت التعليمي في مراحلِ التعليم في المملكة العربية السعودية بوصفه أداةً تعليمية لتعليم الرياضيات وتعلمها لايزالُ بعيدًا حيث اقتصرت الجهودُ في هذا الاتجاه على المنافسات وبعض الأنشطةِ الحرة للطلاب والطالبات ذوي الموهبة، وفي حدود المراحل المتوسطة والثانوية، ويكاد يكونُ معدومًا في المرحلة الجامعية والمرحلة الابتدائية ورياض الأطفال.

وبالرغم من الجهود المبذولة في المملكةِ العربيةِ السعودية لتطبيقِ أعلى المعايير في العلوم والرياضيات؛ فقد كشفتْ لنا نتائجُ الاختبارات الوطنية واختبارات (TIMSS) مقدارَ الإخفاق في تعلُّم الرياضيات الذي يعاني منه الطلاب. ويُعزَى ذلك الى الأداء التدريسي للمعلم كما يراه القائمون على مراقبة العملية التعليمية. وقد خلصت عديدٌ من الدراسات إلى أنَّ معلمي الرياضيات يقضون معظم أوقاتهم في شرح الإجراءات معتمدين على طُرقِ التدريسِ التقليدية، ولا يهتمُّون بمهارات التفكير العليا وربط الرياضيات بواقع الحياة، ولا يستخدمون الوسائلَ التعليمية التي تُجسِّدُ المفاهيمَ الرياضية، ويغلبُ على أداء المعلمين المعرفةَ الإجرائيةَ دون التركيزِ على

المعرفةِ المفهومية (نورة العمري، 2018؛ سيفين، 2016؛ سعاد الأحمدي، 2014؛ المعثم والمنوفي، 2014؛ السلمي، 2013).

وقد كشفتْ دراسةٌ أجراها مركزُ التميُّز البحثي في تعلم العلوم والرياضيات (2012) التابع لوزارة التعليم العالي في المملكة العربية السعودية هدفتْ إلى استقصاءِ حالةِ التوازنِ بين المعرفةِ الإجرائية والمعرفةِ المفاهيمية، وتبيُّن العواملِ المؤثِّرةِ فيه لدى مُعلِّمي الرياضيات في المرحلة الابتدائية. وتكوَّنت عينةُ الدراسة من (373 (معلمًا من ثلاث مناطق تعليمية، وخلصت الدراسةُ إلى ميلِ مُعلِّمي الرياضيات في المرحلة الابتدائية إلى استخدامِ المعرفةِ الإجرائيةِ بشكلٍ أكبر من المعرفة المفاهيمية، وأنَّ الإصلاحاتِ التي أُجْريت على كتب الرياضيات لم تفلح في تغييرِ سلوكِ المُعلِّمين لتحقيقِ التوازنِ المنشودِ بين المعرفتين: الإجرائية، والمفاهيمية.

ويعدُّ الاستيعابُ المفاهيمي والطلاقة الإجرائية من المصطلحاتِ الحديثةِ التي ظهرت في العقدِ الأخيرِ من القرن العشرين، وبداياتِ القرن الحادي والعشرين ضمن مكونات البراعةِ الرياضيةِ التي حدَّدها المجلسُ القومي للبحوث بالولايات المتحدة الأمريكية(NRC) ، وتعدُّ أيضًا من مكونات مبدأ الصرامة في المعايير الأمريكية الأساسية المشتركة للرياضيات التي تمَّ اعتمادُها على نطاقٍ واسعٍ في الولايات المتحدة بعد صدورِها في عام (2010) لكونِها تمكِّنُ التلاميذَ من القدرةِ على أداءِ العمليات الرياضية بدقةٍ وكفاءةٍ ومرونة. وتتعدَّدُ وجهاتُ النَّظر من قِبَلِ الباحثين والتربويين حول معنى الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية لكنَّها تدورُ جميعًا حول الأفكارِ والمعاني نفسَها.

وقد عرَّفت المؤسسةُ القوميةُ لتقويمِ التقدُّمِ التربوي الأمريكي (National Assessment of Education Progress) (NAEP) الاستيعاب المفاهيمي في الرياضيات على أنَّه: قدرةُ الطالبِ على تقديمِ أدلةٍ على: المعرفةِ، والتسميةِ، والتمثيل المتنوِّع للمفاهيم، وتوليد أمثلةٍ عليها، إضافة إلى تحديدِ الحقائقِ والتعريفاتِ وتطبيقها، ودمجِ المفاهيمِ والمبادئ ذات الصلة (NAEP, 2003). وعرَّف المجلسُ القومي لمُعلِّمي الرياضيات (NCTM) الطلاقةَ الإجرائيةَ في الرياضيات أنَّها القدرةُ على تطبيقِ الإجراءات الرياضية بدقةٍ وكفاءةٍ ومرونةٍ في سياقات مختلفة، مع امتلاك الخبرة في دمجِ المفاهيم والإجراءات وتبريرِ اختيارِ الإجراء الأكثر ملائمة في الموقفِ المناسب (NCTM, 2014).

إنَّ وحدات البناء الأساسية في الرياضيات هي المفاهيم، حيث يُعْتمدُ عليها في بناء القوانين والنظريات والمبادئ، وهي تساعدُ في تنظيمِ البنية الرياضية؛ لكي يسهلَ استيعابُها وفهمُها، وتعدُّ المفاهيمُ أكثر ارتباطًا بحياة التلميذ، فعندما يدركُ التلميذُ المفاهيمَ الرياضية ومعانيها تصبحُ الرياضياتُ أكثر وضوحًا وفهمًا وذات معنى، وتساعدُ على التعلُّم الذاتي، وتنمِّي استراتيجيات التفكير، وتسهِّلُ الاتصالَ والتواصلَ الرياضي، وتزيدُ

الدافعيةَ عند التلميذ لتعلُّم الرياضيات، وتعمّقُ الفهمَ، وتساعدُ على الاحتفاظِ بالمعرفة وتذكرها واسترجاعها(Darey, Terzinha, Peter, & Christina, 2012)

ونظرًا لأهمّيةِ كلٍ من: الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الاجرائية في تكوينِ البنى المعرفية، وذلك من خلال إدراك معاني المفاهيم والمبادئ والافكار العلمية بعمق، وإدراك العلاقات أو الصفات المُشترَكة لجوانب التعلُّم المعرفيةِ والمهارية، والقدرة على استخدامها بكفاءةٍ ومرونةٍ ودقةٍ وفي سياقاتٍ مختلفة وامتلاك الخبرة في دمجِ المفاهيم والإجراءات وتقديم الوصفِ والتفسيرِ والتنبؤ. فقدْ أُجْريت عديدٌ من الدراسات سعيًا لتنميةِ الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية ومنها دراسة (المسعودي،2011؛ الغامدي، 2010؛ الأحمدي، 2009؛ الحصان، 2009؛ مندور، 2008) حيث أوصت تلك الدراسات بمزيدٍ من البحوث وبرامج تدريب للمُعلِّمين.

واستنادًا الى ما سبق فإنَّ الدراسةَ الحالية تسعى إلى تنميةِ الاستيعابِ المفاهيمي والطلاقةِ الإجرائية من خلال نهجٍ جديدٍ يستندُ إلى الروبوت التعليمي بوصفهِ أداةً إدراكيةً مُثيرةً للاهتمام يمكن استثمارُها في تكوين: البنى المعرفية، وتعميق الاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية التي ظلت متدنيةً في البيئة السعودية وَفْقَ نتائج الاختبارات الوطنية واختبارات (TIMSS) وما خلُصتْ إليه بعضُ الدراسات.

مُشْكلةُ البحث:

سعتْ المملكةُ العربيَّةُ السعودية الى إصْلاحِ محتوى العلوم والرياضيات وَفْقَ أحدث المعايير العالمية إلا أنَّ نتائجَ العلوم والرياضيات التي كشفتها لنا اختباراتُ (TIMSS) لكلٍ من الصف الرابع الابتدائي، والصف الثامن(الثاني متوسط) كانت ضعيفةً ولا تتناسب مع حجم الجهود المبذولة، وبحكم الزيارات الميدانية التي يقومُ بِها الباحثُ بشكلٍ يومي لمُتَابعة الطلاب المُتدرّبين فقد لاحظ الباحثُ أنَّ هناك فجوات كبيرة في البناء المعرفي لدى تلاميذِ الصفوف العُليا من المرحلة الابتدائية، وتتباينُ من مدرسةٍ إلى مدرسة وتتمَثَّلُ في ضعف المهارات الأساسية للرياضيات – مثل: العد، والتقدير، والحس العددي، وإجراءات الحساب الدقيقة، والحساب الذهني، وغياب المعنى لكثيرٍ من العمليات الإجرائية– وهو ما قدَ يُفسِّرُ النتائجَ التي أسفرت عنها اختبارات (TIMSS).

وفي محاولةٍ من الباحثِ لمعرفةِ الأسبابِ التي أدَّتْ إلى تدنّي مستوى المهارات الأساسية من وجهة نظر(34) مُعلِّمًا من مُعلِّمي الصفوف العليا(الرابع، والخامس، والسادس) بالمرحلة الابتدائية و(22) مشرفًا تربويًا فقدْ تبيَّن أنَّ: أكثرَ من (94%) يستبعدون وجودَ أي ضعفٍ في المناهج من حيث: المحتوى والصياغة والتخطيط، في حين أنَّ (87%) من المشرفين يُعْزُون ذلك الى طرائق التدريس التي يستخدمُها المعلِّمُ داخل

الفصول الدراسية، حيث يرون أنَّ طرائق التدريس التقليدية هي الأكثر شيوعًا ويعزون ذلك أيضًا إلى تأهيلِ المُعلِّم في الجامعة وتدريبه في أثناء الخدمة، لكن أكثر من (96%) من المُعلِّمين والمشرفين يرون أنَّ زيادةَ أعدادِ الطُّلَّاب داخل الصف، وعدم وجود فصول ذات مساحات تسمح بالتعلم النشط، واستخدام الوسائل التعليمية، وتطبيق بعض الاستراتيجيات التدريسية تبقى المعضلةُ الأكبرُ أمام جودةِ التعليم. ويتفقُ أكثرُ من (92%) من المُعلِّمين والمشرفين على ضعفِ الاستيعاب المفاهيمي والطلاقةِ الإجرائية في الصفوفِ العليا من المرحلة الابتدائية، ويعزون ذلكَ إلى ضعفِ غرسِ تلك المهارات في الصفوف الأولية (الأول، والثاني، والثالث) من المرحلةِ الابتدائية.

وقد كشفتْ عديدٌ من الدراساتِ أنَّ طُلَّابِ المدارسِ يتعاملون مع المحتوى بوصفه معرفةً إجرائية دونَ التركيزِ على المعرفةِ المفاهيمية، ويعودُ ذلك إلى تركيزِ المُعلِّم – عند تقديم المحتوى– على الجانب الإجرائي دونَ التعرُّض للبنيةِ المفاهيمية. وهذا يعني أنَّ طُلَّاب المدارس سوف يصلون إلى المرحلةِ الجامعية بخبراتٍ رياضية ضعيفة ترتكز على المعرفةِ الإجرائية، وبمستوى منخفض من الخبرة المفاهيمية (Cheng-Yaa., Jerry, Der-Ching, Tsai-Wei, 2013; Darey, Terzinha, Peter &Christina, 2012; Hecht & Vagi, 2010, Hallett, Nunes & Bryant, 2010). كما كشفت بعضُ الدراسات عن ضعفِ تحصيلِ التلاميذ في الرياضيات، وزيادةِ شيوعِ الأخطاءِ المفاهيمية لديهم، مع تزايدِ الصعوبات في أثناء تعلُّمِ المادة، وقد يُعزَى ذلك إلى ضعفِ التلاميذِ في مادة الرياضيات، ومنها ما يُعزَى إلى صعوبةِ المادةِ ذاتِها، ومنها ما يُعزَى إلى المُعلِّمِ بسببِ عدم اتزانِ المعرفة الرياضية، ومنها ما يُعزَى إلى إعدادِ المُعلِّم في الجامعة (الدويك، 2010؛ هزايمة، 2007؛ الشمري، 2005).

ونظرًا لأنَّ الأطفالَ في الصفوفِ الأوَّليةِ يقعون في مرحلةِ العمليات المحسوسة؛ لذلك لابد من تجسيد المفاهيم حتى يتكوَّن المعنى وتتشكَّل عمليةُ البناء الصحيحة للمعرفة الرياضية في سن مبكر. وقد حاول الباحثُ التعرُّف إلى الممارساتِ التدريسيةِ السائدةِ بين مُعلِّمي الرياضيات في المرحلةِ الابتدائية من خلال زيارة (18) مدرسة ابتدائية في كلٍ من مدينتي أبها وخميس مشيط واتَّضح أنَّ تعليم جوانب التعلم المعرفية والمهارية للصفوف الأولية يتمُّ بالطرقِ التقليدية، ولا تتوفَّر أيَّةُ وسيلةٍ تعليمية سوى كتاب الطالب.

كما اتَّضَحَ عند مراجعةِ مصادر التعلُّم وجودَ نقصٍ في تقنياتِ التعليم المُخصَّصة لتعليم مفاهيم الرياضيات في المراحلِ الأولية، وعدم معرفةِ بعضِ القائمين على وحدات مصادر التعلُّم بتلك التقنيات لكنَّ الشيءَ المثيرَ للقلقِ هو تخلي بعض مُعلِّمي الصفوف الأولية عن استخدامِ التقنيات التعليمية التي تُجسِّدُ المفاهيم الأوليَّة في الرياضيات، وعدم متابعة الجهود المبذولة للإصلاح والتعديل في مجال تعليم الرياضيات للطفولة المبكرة، بما

يتماشى مع مراحلِ النمو العقلي للتلاميذ ومظاهر التطور العلمي والتكنولوجي. ويبرّرُ كثيرٌ من المُعلِّمين تخليهم عن استخدام تقنيات التعليم بتزايدِ أعداد الطلاب وصغر مساحة الفصول الدراسية، وهناك من يعزو سببَ التخلّي إلى عدمِ وجود خلفيةٍ معرفية عن تلك التقنيات من حيث الأهمية وكيفية توظيفها في أثناء تدريس المفاهيم الرياضية المختلفة.

وتبيَّنَ للباحثِ أنَّ النهجَ التعليمي الجديد الذي يستندُ إلى الروبوت التعليمي لم يكن معروفًا في أوساطِ المُعلِّمين لكن ما هو معروفٌ لدى المعلمين كافةً أن طلاب الموهبة لهم حقائب تعليمية خاصة يتدرَّبون عليها في حصص النشاط بمساعدةِ معلمي الموهبة. ولم يكن عند مُعلِّمي الصفوف الأولية معرفةً بالروبوتات التعليمية القابلة للبرمجة.

وممَّا سبقَ يتَّضحُ أنَّ هناكَ مشكلات متداخلة ومتراكمة أدَّت إلى ضعفِ البنى المعرفية لدى تلاميذ الصفوف الأولية، وهو ما انعكس سلبًا على مستويات الصفوف العليا، وكشفتْ الدراسةُ الاستطلاعيةُ النوعية التي أجراها الباحثُ على (15) تلميذاً من تلاميذ الصفوف الأولية عن ضعفِ مستوى قدراتِهم على التبرير، والتفسير، والنقد، وكذلك ضعفُ القدرةِ على استخدام المعرفة في مواقف جديدة، بالإضافةِ الى تدنّي مستوى التلاميذ في تَذكُّر الخطوات الإجرائية وإتمامها بمرونةٍ ودقةٍ وكفاءة. وللتغلُّبِ على هذه المشكلة سعى الباحثُ – بالتعاون مع إحدى المدارس الابتدائية– الى بناء بيئة تستخدم أنواعًا متدرجةً من الروبوتات التعليمية التي تسمح بالتعلُّم النشط، وتقدِّمُ طريقةً ملموسةً لتجسيد المفاهيم وتساير البيئات التعليمية الحديثة التي تهيئُ الأطفالَ لمُتطلَّباتِ القرن الحادي والعشرين. ومنها حاول الباحثُ التعرف إلى أثرِ استخدامُ الروبوت التعليمي في تدريسِ رياضيات الصفوف الأوَّلية على الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية.

أسئلةُ البحث:

سعى البحثُ الحالي للإجابةِ عن الأسئلةِ التالية:

ما أثرُ تدريسِ الرياضيات باستخدام الروبوت التعليمي في تنميةِ الاستيعاب المفاهيمي لدى تلاميذ الصفوف الأولية؟

ما أثرُ تدريسِ الرياضيات باستخدام الروبوت التعليمي في تنميةِ الطلاقةِ الإجرائية لدى تلاميذ الصفوف الأولية؟

هدفُ البحث:

هدف البحثُ الحالي إلى تنميةِ الاستيعاب المفاهيمي والطلاقةِ الإجرائية لتلاميذ الصفوف الأولية وذلك من خلالِ سد الفجوةِ بين ما يتعلَّمونه من رياضيات مُجرَّدة وما يدركونه من حولهم من ظواهر الرياضيات التي

تُحيطُ بهم في الحياةِ الواقعية في سياق بيئةٍ غنيةٍ بالروبوتات التعليمية التي تسمحُ بالتعلُّم النشط وتقدِّمُ طريقةً ملموسةً لتجسيدِ المفاهيم، وتسايرُ البيئاتِ التعليميةِ الحديثة التي تهيئُ الأطفالَ لمُتطلَّباتِ القرنِ الحادي والعشرين.

أهميَّةُ البحث:

الأهميَّةُ النظرية:

تعريفُ المُعلِّمين بالتوجُّه العالمي الجديد الذي يستندُ إلى الروبوتات التعليمية بوصفِها نهجًا جديدًا لبناء المعرفة يجمع بين المعرفة المُجرَّدة والتطبيق العملي، ويمكِّنُ التلاميذَ من تطوير مهارات التفكير، وحل المشكلات، والقدرة الاستنتاجية، والتواصل الاجتماعي، ويوظِّفُ عديدًا من الاستراتيجيات التي تتمركزُ حول المتعلم.

تزويدُ المُعلِّمين بالمعرفة عن أنواع الروبوتات التعليمية، والتطور الذي حصل عليها منذُ ستينيات القرن الماضي حتى وقتِنا الحاضر، مع توضيحِ الأسباب التي جعلت هذا المنحى الجديد يتزايدُ في الأوساط التربوية.

إضافةُ حصيلةٍ معرفيةٍ للأدب التربوي؛ مما قد يؤدي إلى مزيدٍ من البحوث في مجال الروبوتات التعليمية باعتبارِها نهجًا تعليميًا جديدًا.

الأهميةُ التطبيقية:

يُقدِّم البحثُ محاولةً يمكنُ الاسترشادُ بها في بناء بيئات تعليمية غنية بتقنيات التعليم الملموسة القابلة للبرمجة؛ وذلك لاستيعابِ المفاهيم والظواهر المُعقَّدة والمُجرَّدة وبما يتناسبُ مع مراحل النمو العقلي للطفل.

مُساعدةُ المُعلِّمين في إعدادِ خُطط الدروس اليومية وَفْقَ بيئةٍ تعليميةٍ غنية بالتعلُّم النشط تسمحُ للطالبِ بالمشاركةِ والتلاعُبِ بالتكنولوجيا لزيادةِ المعرفةِ الذاتية وتطويرِ أشكال التفكير.

مُساعدةُ المُعلِّمين في توفيرِ أساليب واستراتيجيات تعليم جديدة تستندُ إلى الروبوتات التعليمية التي من شأنها رفع مستوى الطلاب أكاديميًا وذاتيًا واجتماعيًا.

مُساعدةُ المُعلِّمين في كيفية توجيه الطلابِ نحو دراسةِ مبادئ البرمجة والهندسة في وقتٍ مبكر.

حدودُ البحث:

حدود مكانية: تمَّ تطبيقُ التجربةِ في مدرسةِ "حمد الشغرود" بمدينة أبها، وقد تم اختيار المدرسة بُناءً على توفُّر المكان الذي يسمحُ باستخدام الروبوتات التعليمية وسيلةً لتعليم المفاهيم الرياضية للصفوف الأوَّلية للمرحلةِ

الابتدائية، واستعداد مُعلِّمي الصفوف الأوَّلية بتنفيذ الدليل الذي يوضِّحُ كيفية تعليم الرياضيات من خلال الاستكشاف بألعاب قابلة للبرمجة.

حدود زمانية: تمَّ تطبيقُ الدراسةِ خلال العامِ الدراسي (2018–2019) لِمدَّة فصلين دراسيين مُتتابِعيَنِ؛ وذلك بهدف إعطاء فرصةٍ للتلاميذ لكي ينهمكوا تمامًا في محيطهم الغني بالنهجِ الجديدِ الذي يستندُ إلى الروبوتات التعليمية.

حدود بشرية: تمَّ تطبيقُ الدراسةِ على تلاميذِ الصفوف الأوَّلية (الأول الابتدائي، والثاني الابتدائي والثالث الابتدائي) من مدرسةِ حمد الشغرود الابتدائية، ولكون المدرسة تحوي شعبتين من كل صف فقدْ اتَّفقَ الباحثُ مع المعلمين على أنْ تكون الشعبةُ (أ) في كلٍ من الصفوف الثلاث هي المجموعةُ التجريبية، والشعبة (ب) في كلٍ من الصفوف الثلاث هي المجموعةُ الضابطة.

مصطلحاتُ البحث:

الروبوت: هو آلة ميكانيكية تتحرَّكُ بأوامرَ بشرية لأداء مهمَّات معينة، ويغلبُ على تلك المهمَّات التي يُبرمَجُ على أدائِها أنَّها تكونُ شاقةً أو خطيرةً أو دقيقة، مثل: البحثِ عن الألغام والتخلُّص من النفايات المشعة، أو أعمالاً صناعية دقيقة أو شاقة. ويجمعُ علمُ الروبوت بين أربعة مكونات أساسية: الميكانيكا، والإلكترونيات، والكهرباء، والبرمجة.

الروبوت التعليمي: يُعرِّفه الباحثُ إجرائيًا أنَّه أحدُ مستحدثاتِ تقنياتِ التعليم وله خصائص ميكانيكية يتحكَّمُ فيها نظام حاسوبي من أجل القيام بمهام مختلفة لجعلِ بيئة الصف بيئةً تعليميةً نشطة تُعزِّز التعاونَ، والتواصلَ، ومهارات حل المشكلات، ومهارات التفكير النقدي، والإبداع، وصنع القرار. ويُستَخَدمُ الروبوت التعليمي بوصفه أداةً تعليمية لتنميةِ جوانب التعلُّمِ المعرفية والمهارية في الرياضيات لمراحلِ التعليمِ كافةً.

الاستيعاب المفاهيمي: يُعرِّفُه الباحثُ إجرائيًا أنَّه "قدرةُ الطالبِ في كل صفٍ من الصفوف الأوَّلية على إدراكِ معنى المفاهيم والعلاقات والعمليات الرياضية من خلال التوضيح والتفسير والتطبيق وفي حدود الجوانب المعرفية والمهارية المُناسبة للنمو العقلي. ويقاسُ بالدرجةِ التي يحصل عليها الطالبُ في اختبارِ الاستيعاب المفاهيمي المُعَدُّ من قِبَلِ مركزِ تعليم الرياضيات وتَعلُّمها بجامعة أركنساس وترجمه وقنَّنه الباحثُ على البيئةِ السعودية.

الطَّلاقةُ الاجرائية: يُعرِّفُها الباحثُ أنَّها قدرةُ الطالبِ في كل صفٍ من الصفوف الأوَّلية على إنجازِ مهمَّات رياضية معينه بدقةٍ ومرونةٍ وكفاءةٍ وفي حدود الجوانب المعرفية والمهارية المُناسبة للنمو العقلي. وتقاسُ بالدرجةِ

التي يحصلُ عليها الطالبُ في اختبارِ الطَّلاقةِ الإجرائية المُعد من قبل مركز تعليم الرياضيات وتعلُّمها بجامعة أركنساس وترجمه وقنَّنَه الباحثُ على البيئة السعودية.

إجراءاتُ البحث:

منهجُ البحث:

استخدمَ الباحثُ المنهجَ شبه التجريبي للكشفِ عن أثرِ استخدامِ الروبوت التعليمي في تدريس رياضيات الصفوف الأوَّلية على الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الاجرائية، وذلك من خلال مجموعتين: إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة، في كل صف من الصفوف الأوَّلية الثلاث من المرحلة الابتدائية.

مجتمعُ البحثِ وعينتُه:

تمثِّلُ مدارسُ المرحلةِ الابتدائية بمدينةِ أبها مجتمع الدراسة، ومن تلك المدارس تمَّ اختيارُ مدرسة "حمد الشغرود" الابتدائية قصديًا لإجراءِ التجربة؛ وذلك لتوفُّر الإمكانات من حيثُ المكان وبعض تقنيات التعليم الحديثة الخاصة بتعليمِ المفاهيم الأساسية في الرياضيات، بالإضافة إلى استعداد مُعلِّمي الصفوف الأولية للقيام بتدريس الفصول التجريبية وَفْقًا للدليل الذي وفَّره الباحث. ويوضِّحُ الجدولُ (1) حجم كلٍ من المجموعتين التجريبية والضابطة.

جدول (1) حجم المجموعة التجريبية والضابطة (عينة الدراسة)

الصفوف	المجموعة التجريبية	المجموعة الضابطة	مجموع العينة
الصف الأول	27 1/أ	27 1/ب	54
الصف الثاني	28 2/أ	28 2/ب	56
الصف الثالث	27 3/أ	27 3/ب	54

ونظرًا لأنَّ الأدبَ التربوي يُجمعُ على أنَّ أداءَ الطفلِ في الصفوفِ الأوَّلية يتأثَّرُ بمجموعةٍ من المُتغيِّراتِ منها ما يتعلَّقُ بالأسرة، ومنها ما يتعلَّقُ بالمدرسة، والمُعلِّم، ومنها ما يتعلَّقُ بالطالب نفسه؛ لذا فقد حاول الباحثُ بالتعاونِ مع إدارة المدرسة بجمعِ ما يمكنُ من البيانات عن تلك المُتغيِّرات، وذلك سعيًا للتحقق من مدى تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة:

1- ما يخصُّ العمر والوضع الصحي لكلٍ من المجموعتين التجريبية والضابطة:

تمَّ مراجعةُ السجل الصحي لكلٍ من طُلَّاب المجموعتين التجريبية والضابطة في كلٍ من الصفوف الثلاث، وقد اتَّضح أنَّ مستوى درجة التطابق وصلَ إلى (98%) من حيث العمر (97%) من حيث الخلو من الأمراض.

2- ما يخصُّ تكافؤ مُعلِّمي المجموعتين التجريبية والضابطة في كلٍ من الصفوف الثلاث (الأول، والثاني، والثالث) بعد جمع البيانات وتحليلها عن مُعلِّمي المجموعتين التجريبية والضابطة جاءت النتائجُ كما في الجدول (2).

جدول(2) يوضِّحُ النسبةَ المئوية للتطابق بين مُعلِّمي المجموعة التجريبية والضابطة

	عدد المعلمين	متوسط أعمار المعلمين	متوسط الدخل للمعلمين	متوسط المستوى الوظيفي	متوسط الخدمة في مجال التدريس	متوسط الخبرة في تدريس الصفوف الأولية	الحالة الاجتماعية		نسبة الدارسين لمعمل رياضيات		نسبة الحاصلين على دورات	
							أعزب	متزوج	درسوا	لم يدرسوا	حضروا	لم يحضروا
معلمي التجريبية	3	34.6	12.8	4.3	11.9	9.3	0	%100	%70	%30	0	%100
معلمي الضابطة	3	36.2	13.5	3.8	12.7	11.2	0	%100	%80	%20	0	%100
نسبة التطابق %	%100	%95	%95	%88	%94	%83	0	%100	%88	%66	0	%100

بالإضافةِ إلى ما سبقَ فقد خلص الباحثُ الى أنَّ تقييمَ مُعلِّمي المجموعتين التجريبية والضابطة خلال ثلاث السنوات الماضية من قِبَلِ إدارةِ المدرسة ومن قِبَل المشرفين كان عاليًا حيث حصل كلُّ مُعلِّم على (100%).

3- ما يخصُّ تكافؤ تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة:

بعد جمعِ البيانات عن بعضِ المُتغيِّرات التي تُعدُّ الأكثرَ تأثيرًا في أداءِ التلاميذ ومنها: المستوى الثقافي للأب والأم، والدخل الأسري، والمتابعة المنزلية. قام الباحثُ بالمقارنة بين المتوسطات الحسابية للمجموعتين التجريبية والضابطة باستخدام اختبار (ت)، وكانت النتيجة كما في جدول (3)، حيثُ يتَّضِحُ أنَّ قيمَ (t) المحسوبة للمُتغيِّراتِ المشار إليها في الجدول غير دالة إحصائيًا عند مستوى (0.05)؛ ولذا يمكنُ القولُ أنَّ المجموعتين التجريبية والضابطة لكلٍ من الصفوف الثلاث متكافئة.

جدول (3) قيم (t)المحسوبة من المقارنات بين متوسطات المجموعتين(التجريبية والضابطة) للمتغيرات الاجتماعية لكل من الصفوف الثلاثة

الصف	المجموعة	مستوى الأب الثقافي	مهنة الأب	مستوى الأم الثقافي	مهنة الأم	دخل الأسرة	المتابعة المنزلية للطفل
الصف الأول	ت =27	$t = 0.873$	$t = 1.213$	$t = 1.346$	$t = 0.543$	$t = 1.301$	$t = 0.149$
	ض=27						
الصف الثاني	ت=28	$t = 1.143$	$t = 1.031$	$t = 0.243$	$t = 1.002$	$t = 0.963$	$t = 0.543$
	ض=28						
الصف الثالث	ت=27	$t = 0.678$	$t = 0.809$	$t = 0.654$	$t = 0.876$	$t = 0.437$	$t = 1.324$
	ض=27						

$t_{(0.05,113)}$ =+/ − 1.9812 $t_{(0.05,112)}$ =+ /− 1.9 814

موادُ البحث:

1- بناءُ بيئة التجربة:

سعى الباحثُ إلى بناء بيئةٍ تعليمية تهدفُ إلى تحقيقِ مُتطلَّبات النمو المعرفي والاجتماعي والنفس حركي للصفوف الأولية من خلال توفير مكانٍ واسعٍ يسمحُ بالتعلُّم النشط، وسط بيئةٍ تعليمية غنية بتقنياتِ التعليمِ المحسوسة التي تجذب الطفل لتعلُّم مفاهيم الرياضيات في الصفوف الأوَّلية، وتسايرُ المستحدثاتِ التقنيةِ في مجال التعليم والتعلم؛ لذا فقد قامَ الباحثُ بإجراء مسحٍ للكشف عن المدارس التي لديها إمكانات في المكان وتَقَبُّل للفكرة، وكانت مدرسةُ حمد الشغرود الابتدائية الأكثر فرصةً لتطبيق البحث.

- قامَ الباحثُ بمساعدةِ مُعلِّمي المجموعة التجريبية بتصميمِ بيئةٍ تعليمية غنية بتقنيات التعليم التي تجذبُ الطفلَ مستوحيًا ذلك من البيئةِ التعليمية التي صمَّمتها كليَّةُ التربية بجامعة اركنساس بالولايات المتحدة الأمريكية للطفولةِ المُبكِّرة. وتقومُ تلك البيئةُ على مصادر متعددة تجذب انتباه الأطفالِ إلى التفكيرِ، وتُشكِّل اتجاهاتهم نحو المستقبل، وتغرسُ في أنفسهم حب الرياضيات، وتُقدِّم لهم عروضًا مرئية عن: الطيران، والفضاء، ومهام الروبوتات في الصناعة، والمهام الصعبة، وصناعة الروبوتات التي تقوم بمهام مختلفة. ويتوفَّر في تلك البيئة أصنافٌ مختلفةٌ من الروبوتات التعليمية التي يعتمدُ عليها المُعلِّمُ في تعليم الأطفال المفاهيم الأولية في الرياضيات والبرمجة بالإضافة إلى كُلِّ اليدويات التي تُستَخدَمُ

لتجسيدِ مفاهيم الرياضيات في الصفوف الأوَّليّة وتستند الفكرة إلى تحقيقِ معايير الممارسات الرياضية Standards for Mathematics Practices المنبثقة عن معايير الدولة الأساسية المشتركة للرياضيات Common Core State Standard for Mathematics (CCSSM).

تمكَّن الباحثُ مع مُعلِّمي المجموعة التجريبية من مُحاكاةِ تلك البيئة من خلال بناء مرحلي تمَّ في فتراتٍ متتابعة، حيث تمَّ توظيفُ المتوفر من المستلزمات والوسائل لدى مدرسة التجربة، وتمَّ التعاونُ مع مدارس أخرى ووحدة المستلزمات التعليمية بإدارة تعليم عسير لاستكمال بعض الوسائل المُهمَّة لبناء بيئة التعلم. وقام الباحثُ بتزويدِ بيئة التعلُّم بعددٍ من الروبوتات التعليمية التي تناسبُ الصفوف الأوَّليّة، ويوضِّحُ جدولُ (4) محتوى البيئة التعليمية التي تمَّ بناؤها في كل صفٍ من صفوف التجربة.

جدول (4) محتوى البيئة التعليمية التي تمَّ بناؤها في مدرسة التجربة

الوسائل التعليمية الأساسية	وسائل لتعليم مفاهيم الرياضيات	الروبوتات التعليمية المتوفرة في بيئة التجربة
- السبورة الذكية - سبورة بيضاء للكتابة - سبورة ممغنطة - سبورة مثقبة - جهاز الفيديو - جهاز DVD - داتا شو - جهاز تلفزيون - جهاز حاسب	القطع المنطقية، مكعبات ليجو ملونه، مكعبات دينيز للأساس 10، حزم العيدان، ميزان الأعداد، خط الأعداد، العدادات (الثنائي، الثلاثي، الرباعي ...)، شرائح الكسور، اللوحة الهندسية، العداد الصيني، العداد الياباني، فيديوهات تعليمية، أقراص DVD	- Bee-bot - Blue- bot - Modular Robotics " Cubelets" - Lego Mindstorms V3

2- دليل المعلم لاستخدام الروبوتات التعليمية:

يتوفَّرُ مع كل نوعٍ من الروبوتات دليلٌ ورقي ودليلٌ إلكتروني على شكل مقاطع فيديو صادرة من الشركات المُصنِّعة لتلك الروبوتات التعليمية توضِّحُ للمعلم كيفية استخدامها في تعليم رياضيات الصفوف الأولية، وكيفية بناءها ميكانيكيًا وكهربيًا وإلكترونيًا وبرمجيًا، وقد قام الباحثُ بصياغةِ الدليل لكل نوع باللغة العربية وفيما يلي نُبْذة موجزة لكل نوع.

- الروبوتات التعليمية Bee-Bot و Blue-bot:

تُقدِّمُ TTS عائلةً من الروبوتات التعليمية الحاصلة على عديدٍ من الجوائز، وأكثرُها شهرة وانتشارًا في الأوساط التعليمية كلٌ من، الروبوت (Bee-Bot) و(Blue-bot) ويتشابهان من حيث الشكل والمهمات والإمكانات، لكن (Blue-bot) جسمُه شفَّاف يسمحُ برؤيةِ الأجزاء الميكانيكية والإلكترونية التي بداخله، وجميعها مُصمَّمٌ لإلهام التعلم الإبداعي ومهارات البرمجة المُبكِّرة وهي تساعد الأطفال في سنٍ مبكِّر على تعرُّف التكنولوجيا والتفكير المنطقي. وهناك مقاطع فيديو توضِّحُ كيفية استخدامها في تعليم المفاهيم الأساسية في الرياضيات، وهناك مقاطع فيديو تختصُّ بكيفيةِ بناء الروبوت وبرمجته وتوضِّحُ للمُعلِّم: ما الخوارزميات؟ وكيف يمكن تنفيذُها على الأجهزة الرقمية من خلال اتِّباع تعليمات متسلسلة ودقيقة؟ وكذلكَ طرق تصميم البرامج البسيطة وكتابتها وتصحيحها، تلك البرامجُ التي تُحقِّقُ أهدافًا مُحدَّدة مثل قياس أطوال البلاط في الغرفة.

وتتميَّزُ هذه الروبوتات التعليمية بسهولةِ الاستخدام يكونُ لكلٍ منها سبعةُ أزرار، أربعةٌ منها للاتجاهات، وزر للتوقُّف، وزر للتنفيذ، وزر لمسح البرنامج، ويمكنُ تخزينُ ما يصلُ إلى (40) خطوة في كل مرة، ويمكن برمجتها للالتفاف (90) درجة والدوران (360) درجة.

- الروبوتات المعيارية أو المكعبة (Modular Robotics):

يتكوَّنُ دليلُ المعلم لهذا النوع من الروبوتات من مقاطع فيديو توضِّحُ فكرةَ الروبوتات المكعبة وأنواعها والمهام التي يقوم بها كلُّ مكعب، وتأتي في ثلاث مجموعات رئيسة: مكعبات مُختصَّة بالحركة، ومكعبات مُختصَّة بالحسَّاسات، ومكعبات مُختصَّة بالذكاء وكل مجموعة تنقسم إلى عددٍ من المكعَّبات ذات مهام محددة. ولاستخدامها كأداة تعليمية من الروضة حتى الجامعة خصَّصت الشركةُ المُصنِّعة مقاطعَ فيديو توضِّح للمُعلِّم كيفية استخدامها في تعليم الرياضيات، وحدَّدَت لذلك مرحلة نماذج تعليمية تتماشى مع مراحل النمو العقلي. ويرى كثيرٌ من خبراء التعليم حول العالم أنَّها مصدر إلهام للمرح الذكي، ومشاريع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لكونها تعمل على مساعدة التلاميذ على بناء فهمٍ متماسك للعلم مع مرور الوقت.

انطلقت الفكرةُ من خلال مشروعٍ بحثي قام به طالب دكتوراه بجامعة كارنيغي ميلون Carnegie Mellon University في الولايات المتحدة، وهي مستوحاة من مُكعَّبات ليجو المنتشرة في الأوساط التعليمية المُخصَّصة لتعليم مفاهيم الرياضيات في الطفولة المُبكِّرة. وتقومُ هذه الفكرةُ العبقرية على دمج العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا في حزمٍ صغيرة من البرامج داخل حزم صغيرة من الأجهزة تبنى داخل المُكعَّبات ولكل مكعب مهمة خاصة.

- الروبوت التعليمي Lego Mindstorms V3:

هو الجيلُ الثَّالث من منتجات ليجو، وهو متاح في مراكز الموهبة والأنشطة الطلابية ولا يتوفَّرُ في كل المدارس، تُخصَّصُ له مسابقات سنوية يشترك فيها نخبة من الطلبة الموهوبين القادرين على الإبداعِ والابتكار، وله دليلٌ ورقي ومجموعة من مقاطع الفيديو التي توضِّحُ المكونات، وكيفية بناءها، وطريقة إنتاج هذا النوع من الروبوتات واستخدامه، وقد سعى الباحثُ إلى توفير الحقائب التعليمية في بيئة التجربة، وتدريب المُعلِّمين على استخدامها في تعليم رياضيات الصفوف الأوَّليّة.

يتكون الروبوت(Lego Mindstorms V3) من أربع مُحرِّكات (2 محرك صغير، 2 محرك كبير) وخمسة حساسات (2 حسَّاس لمس، وحسَّاس لون، وحسَّاس مسافة، وحسَّاس توازن) وله معالج واحد يُمثِّلُ العقل الذي تُخزَّنُ فيه الأوامر، وكل ذلك يوجد في الحقيبة الرئيسة، وتوجد حقيبة إضافية تتوفَّرُ بها مجموعة من القطع التي تسمح للطالب بالمرونة في التصميم والابتكار.

4- النماذج التعليمية وأوراق النشاط ونماذج الاختبارات:

حاولَ الباحثُ الاستعانةَ بالأفكار والخبرة المُتوفِّرة لدى المركز التعليمي بجامعة أركانساس التي عمل على تطويرها مجموعةٌ من المُختصِّين في تعليم الرياضيات، حيثُ تُعدُّ مصدر إلهام وإثارة؛ وذلك لما تحويه من وسائل ونماذج وأنشطة تعليمية تراعي طبيعة النمو المعرفي، وارتباطه بالمحسوسات عند الطفل، وتسايرُ المستحدثات التقنية وعلى رأسها الروبوت التعليمي الذي أصبح بديلًا للمناهج الجامدة البعيدة عن الواقع العملي. يسعى المركزُ التعليمي إلى تدريب الطلاب المُعلِّمين على تعليم الصفوف الأولية من خلال تلك البيئة، وكذلك تدريبُ المُعلِّمين في الميدان، ومساعدة المدارس على بناء بيئات تعليمية مماثلة تراعي طبيعة مرحلة النمو التي يمرُّ بها تلاميذ الصفوف الأوَّلية، وتحقِّقُ المعايير الأمريكية الأساسية المشتركة للرياضيات (Common Core State Standard for Mathematics CCSSM) التي تتكونُ من: معايير المحتوى، ومعايير الممارسات.

تمَّ تطويرُ البيئةِ التعليمية من خلال نماذج ووسائل محسوسة تُجسِّد مفاهيم رياضيات الصفوف الأوَّليَّة، وفي ضوء المعايير الأمريكية الأساسية المشتركة التي تسعى لمعالجة مشكلات المناهج المدرسية المُتمثِّلة في: السهولة، والكثافة، والعمق الضعيف الذي تسبب في تأخُّرِ ترتيبِ الولايات المتحدة الأمريكية في نتائجِ (TIMSS).

وتُعَدُّ تلك المعايير حصيلةَ جهودٍ كبيرةٍ بدأها قادَةُ التعليم الأمريكي في مُنْتَدى السياسة السنوي لمجلس رؤساء التعليم في عام (2007) الذي أوصَى بالاتفاق مع جمعية الحكام الوطنية لأفضل الممارسات بضرورةِ

تشكيلِ فريقٍ استشاري يضُمُّ رؤساء التعليم الحكومي من (48) ولاية وروَّاد البحث العلمي؛ من أجلِ رفعِ كفاءةِ المعايير عبر اعتماد مجموعة أساسية مُشترَكة وقياسها على الصعيد الدولي؛ لضمان أنَّ الطُلَّاب يمتلكون المعرفةَ والمهارات اللازمة للمنافسة عالميًا، وتلبية حاجاتهم المستقبلية. واستندت تلك المعاييرُ إلى ثلاثة مبادئ:

المبدأ الأول: التركيز (Focus) وذلكَ من خلال تضييق نطاق محتوى الرياضيات، وتركيز الوقت على تحقيق المعيار من خلال الممارسةِ المُستمرة والمُتكرِّرة، والتأكُّد من تحقيق العمق المعرفي.

المبدأ الثاني: التَّماسُك (Coherence) ويتمُّ ذلك من خلال منهج رياضيات متماسك ومُركَّز يُحقِّق ارتباط المعارف عبر الصفوف.

المبدأ الثالث: الصَّرامة (Rigor) وذلك من خلال الدقة في تحقيق العمق والعمل على مساعدة التلاميذ في تحقيقِ ثلاثةِ جوانب مهمة والموازنة بينها هي: الاستيعابُ المفاهيمي، والمهارات الإجرائية، والطلاقة والتطبيق.

ومن أجلِ الاستفادةِ من الاستراتيجيات والطرائق والأساليب التدريسية والتقويمية المُتَّبعة لدى المركز ، وكذلك كيفيةِ توظيفِ الوسائل المحسوسة والروبوت التعليمي في تجسيد المفاهيم الرياضية للصفوف الأولية قامَ الباحثُ بتَتَبُّعِ المعايير الأمريكية الأساسية المُشترَكة مع محتوى رياضيات الصفوف الأوَّلية في المنهج السعودي؛ وذلك لمعرفة مدى تَوافقِ محتوى كتب الرياضيات مع المعايير الأمريكية المشتركة. تَبِع ذلك عرضُ ما خَلُص إليه الباحثُ على (7) من أعضاء هيئة التدريس، و(4) من المسؤولين عن متابعة سلسلة ماكجروهل McGraw–Hill وتحديثاتها بقسم المناهج بوزارة التعليم، و(6) من مُعلِّمي الصفوف الأولية ومشرفيها، وكانت نسب الاتفاق حول التوافق كما في الجدول (5).

جدول (5) المعايير الأمريكية الأساسية المشتركة ونسب الاتفاق حول توافق محتوى كتب الصفوف الأولية مع المعايير الأمريكية

الصف	المجال	العنقود (المعيار الرئيس)	عدد المعايير الفرعية	نسب الاتفاق حول توافق محتوى الكتب مع العنقود وفروعه
	العمليات والتفكير الجبري	1– تمثيل مشكلات تقتضي الجمع والطرح وحلها.	2	78%
		2– فهم خصائص عمليتي الجمع والطرح والعلاقة بينهما، وتطبيقها.	2	82%
		3– الجمع والطرح ضمن العدد 20	2	84%
		4– العمل على معادلات الجمع والطرح	2	87%

الصف	المجال	العنقود (المعيار الرئيس)	عدد المعايير الفرعية	نسب الاتفاق حول توافق محتوى الكتب مع العنقود وفروعه
G1	الأعداد والعمليات: العد العشري	1- توسيع السلسلة العددية	1	91%
		2- فهم القيمة المنزلية	2	92%
		3- استخدام فهم القيمة المنزلية وخصائص العمليات لإجراء عمليتي الجمع والطرح	3	75%
	القياس والبيانات	1- قياس الأطوال بطريقة غير مباشرة، وبتكرار وحدة طول غير قياسية	2	83%
		2- قراءة الوقت وكتابته	1	لا يوجد
		3- تمثيل البيانات وتفسيرها	1	لا يوجد
	الهندسة	1- منطق الأشكال وسماتها	3	77%
	العمليات والتفكير الجبري	1- تمثيل مشكلات تقتضي الجمع والطرح وحلها	1	83%
		2- الجمع والطرح ضمن العدد 20	1	94%
		3- العمل على مجموعات متساوية من الأشياء، لإكتساب أسس الضرب	2	77%
G2	الأعداد والعمليات: العد العشري	1- فهم القيمة المنزلية	4	95%
		2- استخدام فهم القيمة المنزلية وخصائص العمليات؛ لإجراء عمليتي الجمع والطرح	5	88%
	القياس والبيانات	1- قياس الأطوال وتقديرها بوحدات قياسية	4	86%
		2- ربط الجمع والطرح بالطول	2	83%
		3- العمل على الوقت والمال	2	90%
		4- تمثيل البيانات وتفسيرها	2	93%
	الهندسة	1- منطق الأشياء وسماتها	3	73%
	العمليات والتفكير الجبري	1- تمثيل مشكلات تقتضي الضرب والقسمة وحلها	4	91%
		2- فهم خصاص الضرب وعلاقته بالقسمة	2	93%
		3- الضرب والقسمة ضمن العدد 100	1	90%
		4- حل مشكلات تتضمن العمليات الحسابية الأربعة، وتحديد الانماط وتفسيرها حسابيًا	2	88%

الصف	المجال	العنقود (المعيار الرئيس)	عدد المعايير الفرعية	نسب الاتفاق حول توافق محتوى الكتب مع العنقود وفروعه
G3	الأعداد والعمليات: العد العشري	1- استخدام فهم القيمة المنزلية وخصائص العمليات؛ لإجراء عمليات حسابية على أعداد متعددة المنازل.	3	98%
	الأعداد والعمليات: الكسور	1- تطوير فهم الكسور بوصفها أعدادًا,	3	90%
	القياس والبيانات	1- حل مشكلات تتضمن قياس فترات زمنية وتقديرها، وأحجام ، وكتل أجسام.	2	91%
		2- تمثيل البيانات وتفسيرها.	2	95%
		3- القياس الهندسي: فهم مفاهيم المساحة والمساحة المُركَّبة، وربطها بالضرب والجمع.	3	89%
		4- القياس الهندسي: التعرُّف إلى محيط الشكل كخاصيَّة للأشكال المستوية، والتمييز بين القياس الخطي وقياس المساحة.	1	88%
	الهندسة	منطق الأشكال وسماتها	2	93%

https://ccsso.org/sites/default/files/2017-12/ADA%20Compliant%20Math%20Standards.pdf

من جدول(5) يتَّضِحُ أنَّ المعاييرَ الأمريكية المُشتركة ضَمَّنت قراءة الوقت، وكتابته، وكذلك تمثيل البيانات وتفسيرها في مجال القياس والبيانات للصف الأول الابتدائي، في حين أنَّ محتوى رياضيات الصف الأول الابتدائي في المملكة العربية السعودية لا يتضمَّنُ قراءةَ الوقت وكتابته، وكذلك تمثيل البيانات وتفسيرها. ويتَّضِحُ من تحليل محتوى الصف الأول الابتدائي في المملكة العربية السعودية أنَّ (46%) تقريبًا من المحتوى تَقَعُ ضمن محتوى الروضة وَفْقًا للمعايير الأمريكية المُشْتركة.

جدول (6) توافق محتوى كتب رياضيات الصفوف الأولية مع معايير (CCSSM) لكل مجال

المجال	الصف الأول		نسبة التوافق%	الصف الثاني		نسبة التوافق%	الصف الثالث		نسبة التوافق%
	عناقيد	معايير		عناقيد	معايير		عناقيد	معايير	
العمليات والتفكير الجبري	4	8	83%	3	4	88.5%	4	9	90.5%

العدد والعمليات: العد العشري	3	6	86%	2	9	91.5%	1	3	89%
القياس والبيانات	3	4	80%	4	10	88%	4	8	90.75%
الهندسة	1	3	77%	1	3	73%	1	2	93%
العدد والعمليات: الكسور							1	3	92%
المجموع	11	21	81.5%	10	26	85.2%	10	25	91%

وبُناءً على نِسَبِ توافق محتوى مناهج الصفوف الأولية مع كل معيار من المعايير المشركة ومع كل مجال، فقد قامَ الباحثُ بمراجعة النماذج والأنشطة المُتعلِّقة باستخدام الروبوت التعليمي في تعليم مفاهيم الصفوف الأوَّليَّة؛ وذلك سعيًا لاستخدامها في بيئة التجربة، لكون الروبوت التعليمي نهجًا تعليميًا جديدًا يحتاجُ إلى الاستفادةِ من الخبرات السابقة من حيثُ: الإعداد، والتخطيط، والتنفيذ. وقد وجدَ الباحثُ أنَّ الحقائبَ التعليمية وملفَّات البورتفوليو التي تحوي النماذج والأنشطة والأدوات لكل صف صُمِّمَت بأساليب علمية دقيقة تُحقِّق معايير المحتوى ومعايير الممارسات، وتَسْتندُ إلى النظرية البنائية ويمْكنُ تطبيقُها في حال توفُّرِ البيئةِ التعليمية المناسبة. وقد قامَ الباحثُ بإعادةِ صياغةِ بعض النماذج والأنشطة بما يتفقُ مع الجوانب المعرفية والمهارية في محتوى الصفوف الأوَّليَّة في المملكةِ العربية السعودية ويحافظُ على التركيزِ والصَّرامةِ التي تبنَّتْها المعاييرُ الأمريكية المُشْتركة وكذلك معايير الممارسات الرياضية التي تُعدُّ في غايةِ الأهمِّيةِ لتحقيق العمق المعرفي. وتلي ذلك عرضُها على مجموعةٍ من المُتَخصِّصين في تعليم الرياضيات، حيث كان لهم بعضُ الآراء التي تمَّ الأخذُ بها في الصور النهائية لنماذجِ الأنشطة.

أدواتُ البحث:

تكوَّنَتْ أدواتُ البحثِ من: اختبار الاستيعاب المفاهيمي، واختبار الطلاقة الاجرائية، وقد استخدم الباحثُ النَّماذجَ التي أعدَّتها جامِعَةُ أركنساس بالتعاون مع مجالس التعليم لكلٍ من ولاية أركنساس وكاليفورنيا، وتُطبِّقُها بشكلٍ دوري نِهايةَ كل عام دراسي. وكان الهدفُ من الاختبارات هو: قياسُ مستوى الفهم العميق لجوانب التعلُّم المعرفية والمهارية من خلالِ قياسِ قُدرةِ التلميذ على: التوضيح، والتفسير والتطبيق، وكذلك معرفةُ الإجراءات، ومعرفةُ متى وكيف تُستخدمُ بالشكل المناسب، والمهارة في الأداء بمرونةٍ ودقةٍ وكفاءة، وسرعة أداء العمليات الحسابية الأساسية التي تعتمدُ على الحساب الذهني، وكذلك الطلاقة والمرونة في أسلوب التفكير والتحليل والتحدي. وتعويد التلاميذ على توظيف الخبرات التعليمية التي تعلَّموها في مواقف حياتية لتطوير أدائهم، بالإضافة إلى تعوُّد التلاميذ وأولياء الأمور والمُعلِّمين على الاستعداد للاختبارات الوطنية والدولية.

صدق أدوات البحث:

بعد ترجمةِ كلٍ من اختبارات الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الاجرائية لكل صفٍ من الصفوف الأوَّليَّة، تم عرضها على (6) من أعضاء هيئة التدريس وكذلك (8) من مُعلِّمي الصفوف الأوَّليَّة وموجهيها، وقد كانت هناك بعض الملاحظات التي تمَّ الأخذُ بها في إخراجِ الصورةِ النهائية للاختبارات وقد حذف الباحثُ الفقرةَ الخاصة بقراءةِ الوقت وكتابته من اختبار الصف الأول، وكذلك الفقرة الخاصة بتمثيل البيانات وتفسيرها وذلك لكونها لا تُدْرَّس في الصف الأول، واستبدلها الباحثُ بفقراتٍ أخرى عن النقود واستعمالها.

وقد قام الباحثُ بتجريبِ نماذج اختبارات الاستيعاب المفاهيمي، واختبارات الطلاقة الإجرائية لكلٍ من الصف الأول والصف الثاني والصف الثالث في نهاية العام الدراسي (2017) في مدرستين مختلفتين وتمَّ اتِّباعُ تعليمات التطبيق والتصحيح وجميعُ إجراءات الاختبارات وَفْقاً لما ورد في النسخ الأصلية. وذلك سعيًا لمعرفةِ المشكلات التي تواجه التلاميذ والزمن المستغرق، وآراء الطلاب ومُعلِّميهم عن كل فقرة من فقرات الاختبارات، والتعرُّف إلى مُعاملاتِ الصعوبة لمفردات كل اختبار، وبعد مضي (14) يومًا أعاد الباحثُ تطبيقَ الاختبارات. وكانت معاملاتُ الصعوبة كما في جدول (7).

جدول (7) الفترات التي تقعُ فيها معاملات الصعوبة والسهولة لكل من اختبار الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية لكل صف من الصفوف الثلاثة

	اختبار الاستيعاب المفاهيمي			اختبار الطلاقة الاجرائية		
الصف	عدد المفردات	الفترة التي تقع فيها معاملات الصعوبة	الفترة التي تقع فيها معاملات السهولة	عدد المفردات	الفترة التي تقع فيها معاملات الصعوبة	الفترة التي تقع فيها معاملات السهولة
الأول	25	(0.779, 0.491)	(0.509, 0.221)	25	(0.732, 0.402)	(0.598, 0.268)
الثاني	30	(0.701, 0.481)	(0.519, 0.299)	30	(0.742, 0.384)	(0.616, 0.268)
الثالث	35	(0.743, 0.453)	(0.457, 0.257)	35	(0.762, 0.380)	(0.620, 0.238)

جميع المعاملات مقبولة وفق المعايير المرفقة مع النسخ الأصلية للاختبارات.

ثبات الاختبارات (معاملات الاستقرار):

جدول(8) قيم معاملات الارتباط بين درجات التطبيقين للاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية للصفوف الأولية

الاختبار	الصف الأول (r)	الصف الثاني (r)	الصف الثالث (r)
الاستيعاب المفاهيمي	0.776	0.723	0.821
الطلاقة الاجرائية	0.681	0.752	0.743

ولكون القدرة والسرعة على إجراء العمليات الحسابية والوصول إلى الحكم الصحيح في حدود زمنية مُعيَّنة من ضمن الأهداف التي يتمُّ تدريبُ التلاميذِ عليها منذ سن مبكرة في البيئة الأصلية للاختبارات. فقد قام الباحثُ بحسابِ متوسط الزمن عند تطبيق الاختبارات على العينة الاستطلاعية في البيئة السعودية وكانت النتائج كما في جدول (9).

جدول (9) متوسطات الزمن المستغرق للعينة الاستطلاعية في كل بعد من أبعاد الاختبارات

أبعاد الاختبارات	الصف الأول				الصف الثاني				الصف الثالث			
	زمن اختبار الاستيعاب المفاهيمي		زمن اختبار الطلاقة الإجرائية		زمن اختبار الاستيعاب المفاهيمي		زمن اختبار الطلاقة الإجرائية		زمن اختبار الاستيعاب المفاهيمي		زمن اختبار الطلاقة الإجرائية	
	في السعودية	النسخة الأصلية	في السعودية	النسخة الأصلية	في السعودية	النسخة الأصلية	في السعودية	النسخة الأصلية	في السعودية	النسخة الأصلية	في السعودية	النسخة الأصلية
1	16	14	17	15	22	20	23	19	24	22	25	22
2	15	12	16	14	21	18	20	17	22	20	21	18
3	17	14	15	14	15	14	14	14	16	14	17	14
المجموع	48 د	40 د	48 د	43 د	58 د	52 د	57 د	50 د	62 د	56د	63 د	54 د

أبعاد اختبار الاستيعاب المفاهيمي: 1- التوضيح، 2- التفسير، 3- التطبيق.
أبعاد اختبار الطلاقة الإجرائية: 1- الكفاءة، 2- الدقة، 3- المرونة.

من جدول (9) يتَّضِحُ أنَّ متوسِّطَ الزمن الكلي لأبعاد كلٍ من: اختبار الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية يزيد في البيئة السعودية عنه في البيئة الأصلية التي صُمِّمَت بها الاختبارات وذلك يعود إلى: التهيئة، والاستعداد، والتعوُّد، وبيئة التعلُّم التي حظي بها طُلَّابُ البيئة الأصلية التي أُعِدَّت بها تلك الاختبارات. في حين أنَّ البيئةَ السعودية لا تزالُ الصفوفُ الأوَّليّة يُقْتَصَرَ في تعليمِها على تقديم الجوانب المعرفية والمهارية من خلال الكتاب، دون وجودِ بيئةٍ تفاعلية تُجسِّد المفاهيم وتُعوِّد التلاميذَ على تطبيق المفاهيم الرياضية، وتكسبهم مهارات التفكير والتحليل والتحدي.

الاتساق الداخلي للاختبارات:

تمَّ حسابُ الاتساقِ الداخلي لكلٍ من اختبار الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية للصفوف الأولية من خلال إيجاد معامل الارتباط بين كل بعدٍ من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية كما في جدول (10) حيثُ يتَّضِحُ من جدول (10) أنَّ قيمَ مُعاملات الارتباط بين أبعاد اختبار الاستيعاب المفاهيمي والاختبار ككل: للصف الأول الابتدائي تقع في الفترة (0.578، 0.732) أي أنَّ: $0.578 \leq r \leq 0.732$ ، وللصف الثاني

الابتدائي تقع في الفترة (0.652 ، 0.876) أي أنَّ: 0.876 ≥ r ≥ 0.652، وللصف الثالث الابتدائي تقع في الفترة (0.689 ، 0.821) أي أنَّ: 0.821 ≥ r ≥ 0.821 وجميعُها دالَّة إحصائيًا عند (0.01).

جدول (10) مُعاملاتُ ارتباط أبعاد كلٍ من اختبار الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية مع الاختبار ككل للصفوف الأوَّليّة

الصف	ابعاد اختبار الاستيعاب المفاهيمي	اختبار الاستيعاب المفاهيمي		أبعاد اختبار الطلاقة الإجرائية	اختبار الطلاقة الإجرائية	
		معاملات ارتباط الأبعاد مع الاختبار ككل	الدلالة الاحصائية		معاملات ارتباط الأبعاد مع الاختبار ككل	الدلالة الاحصائية
الصف الأول G1	التوضيح	0.578	0.01	الكفاءة	0.554	0.01
	التفسير	0.732	0.01	الدقة	0.612	0.01
	التطبيق	0.702	0.01	المرونة	0.657	0.01
الصف الثاني G2	التوضيح	0.652	0.01	الكفاءة	0.632	0.01
	التفسير	0.876	0.01	الدقة	0.523	0.01
	التطبيق	0.756	0.01	المرونة	0.721	0.01
الصف الثالث G3	التوضيح	0.821	0.01	الكفاءة	0.724	0.01
	التفسير	0.689	0.01	الدقة	0.567	0.01
	التطبيق	0.801	0.01	المرونة	0.772	0.01

ويتَّضِحُ أيضًا من جدول (10) أنَّ قيمَ معاملات الارتباط بين أبعادِ اختبار الطلاقة الإجرائية والاختبار ككل: الصف الأول الابتدائي تقع في الفترة(0.554 ،0.657) أي أنَّ: 0.657 ≥ r ≥ 0.554، وللصف الثاني الابتدائي تقع في الفترة (0.523 ، 0.721) أي أنَّ: 0.721 ≥ r ≥ 0.523، وللصف الثالث الابتدائي تقع في الفترة (0.567 ، 0.772) أي أنَّ: 0.772 ≥ r ≥ 0.567 وجميعها دالة إحصائيًا عند (0.01)، وهذا يدلُّ على أنَّ الاختبارات تتمتَّعُ بدرجةٍ مقبولةٍ من الاتساق الداخلي عند تطبيقها على البيئة السعودية.

وللتأكُّدِ من ثباتِ كلٍ من اختبار الاستيعاب المفاهيمي واختبار الطلاقة الاجرائية قام الباحثُ بحساب معاملات ألفا كرونباخ لأبعاد كلٍ من الاختبارين، والاختبار ككل لكل صفٍ من الصفوف الأوَّليَّة، وكانت النتائجُ كما في جدول (11).

جدول (11) معاملات ألفا كرونباخ لكلٍ من اختبار الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية

الصف	أبعاد اختبار الاستيعاب المفاهيمي	اختبار الاستيعاب المفاهيمي قيمة الفا	أبعاد اختبار الطلاقة الإجرائية	اختبار الطلاقة الإجرائية قيمة الفا
الصف الأول G1	التوضيح	0.788	الكفاءة	0.564
	التفسير	0.821	الدقة	0.643
	التطبيق	0.756	المرونة	0.687
	الاختبار ككل	0.763		0.620
الصف الثاني G2	التوضيح	0.810	الكفاءة	0.765
	التفسير	0.642	الدقة	0.612
	التطبيق	0.842	المرونة	0.713
	الاختبار ككل	0.766		0.701
الصف الثالث G3	التوضيح	0.853	الكفاءة	0.788
	التفسير	0.667	الدقة	0.672
	التطبيق	0.732	المرونة	0.832
	الاختبار ككل	0.728		0.753

يتَّضِحُ من جدول (11) أنَّ جميعَ معاملات ألفا مقبولة وتقع في النطاق المرفق مع النسخ الأصلية.

نتائجُ البحث:

للإجابة عن السؤال الأوَّل الذي ينصُّ على: ما أثرُ تدريس الرياضيات باستخدام الروبوت التعليمي في تنميةِ الاستيعاب المفاهيمي لدى تلاميذ الصفوف الأولية؟

وللإجابةِ عن هذا السؤال تمّتَ صياغةُ الفرض الآتي: لا توجد فروقٌ ذاتُ دلالةٍ إحصائية عند مستوى(0.05) بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية (التي استخدمت الروبوت التعليمي) والمجموعة الضابطة (التي استخدمت الطريقة المعتادة في التدريس) في التطبيق البعدي لاختبار الاستيعاب المفاهيمي لكل صفٍ من الصفوف الأوَّليّة. ولاختبارِ صحةِ الفرض تمَّ حسابُ المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية

لكل بُعْدٍ من أبعاد مُتغيِّر الاستيعاب المفاهيمي وللمُتغيِّر ككل، تلى ذلك إيجادُ قيمة (p–value) عند مستوى (0.05) باستخدام اختبار (t)، وكذلك حسابُ الدلالة المعنوية بغرضِ الكشفِ عن البعد الأكثر تأثُّرًا باستخدام الروبوت التعليمي (المُتغيِّر المفسر). ويوضِّحُ جدولُ (12) البيانات الإحصائية لذلك.

جدول (12) البيانات الإحصائية المُتعلِّقة بالفرق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الاستيعاب المفاهيمي

الصف	أبعاد المتغير	العينة	المتوسط	الانحراف	t	P–value	حجم الأثر
الصف الأول	التوضيح	ت = 27	13.037	1.806	7.384	P<0.0001	2.048
		ض= 27	9.666	1.538			
	التفسير	ت = 27	12.223	1.948	8.251	P<0.0001	2.288
		ض= 27	8.296	1.524			
	التطبيق	ت = 27	11.785	0.772	7.769	P<0.0001	2.155
		ض= 27	8.962	0.652			
	الاختبار ككل	ت = 27	37.045	3.641	11.976	P<0.0001	3.322
		ض= 27	26.924	2.455			
الصف الثاني	التوضيح	ت = 28	15.393	1.210	10.857	P<0.0001	2.954
		ض= 28	10.286	2.175			
	التفسير	ت = 28	14.892	1.580	14.212	P<0.0001	3.868
		ض= 28	9.750	1.083			
	التطبيق	ت = 28	16.964	2.201	10.362	P<0.0001	2.820
		ض= 28	11.357	1.831			
	الاختبار ككل	ت = 28	46.249	2.605	17.350	P<0.0001	4.722
		ض= 28	31.393	3.707			
الصف الثالث	التوضيح	ت = 27	17.482	2.051	8.876	P<0.0001	2.461
		ض= 27	12.162	1.921			
	التفسير	ت = 27	18.074	2.334	11.837	P<0.0001	3.282
		ض= 27	11.296	1.145			
	التطبيق	ت = 27	20.642	1.582	12.266	P<0.00012	3.402

الصف	أبعاد المتغير	العينة	المتوسط	الانحراف	t	P–value	حجم الأثر
		ض= 27	14.928	1.832			
	الاختبار	ت = 27	56.198	3.725	19.640	P<0.00011	5.447
	ككل	ض= 27	38.382	2.888			

كل فقره تأخذ درجة: [0 او 1 أو 2] وذلك بناءً على جدول معايير الممارسات المرفق مع الاختبار.

يتَّضِحُ من جدول (12) أنَّ قيمةَ (p–value) المُصاحبة لقيمة(t) المحسوبة (t_c) لكل بعدٍ من أبعاد مُتغيِّر الاستيعاب المفاهيمي، وكذلك المُحصِّلة الكُليَّة للمُتغيِّر للصفوف الثلاث هي أصغرُ من 0.05 أي أنَّ(P) $\alpha >$، لذا فإنه يمكنُ القول بوجودِ فرقٍ دالٍ إحصائيًا عند مستوى (0.05) بين المتوسطات الحسابية للمجموعة التجريبية، والمتوسطات الحسابية المناظرة لها للمجموعة الضابطة ولصالح المجموعة التجريبية في كل بُعدٍ من أبعاد متغير الاستيعاب المفاهيمي والمُحَصِّلة الكلية، وتشير الدلالةُ المعنويةُ (حجم الأثر) التي تم حسابُها بصيغةِ كوهين لكل بُعدٍ من أبعاد متغير الاستيعاب المفاهيمي وكذلك المُحَصِّلة الكلية لكل صفٍ من الصفوف الثلاث إلى قوةِ العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع، حيث يتَّضحُ من الجدول أنَّ قيمَ حجم الأثر للصف الأول تقع في الفترة ($2.048 \leq d \leq 3.322$)، وللصف الثاني تقع في الفترة ($2.820 \leq d \leq 4.722$)، وللصف الثالث تقع في الفترة ($2.461 \leq d \leq 5.447$) وجميعها مرتفعة عند كوهين، وعليه يمكن القول أنَّ طريقةَ التعليم التي استخدمت الروبوت التعليمي قد تفوَّقت على الطريقةِ التقليدية في تنميةِ الاستيعاب المفاهيمي في محتوى الصفوف الثلاث ويمكن إرجاعُ ذلك إلى:

1- أنَّ الروبوت التعليمي يُتيحُ فُرصةَ التعلُّم من خلال الفعل، حيث يستخدمُ الطالبُ عديدًا من الحواس في أثناء أداءِهِ الأفعال التي يقومُ بها، وهو ما يعمِّقُ فهم المفهوم.
2- اعتمادُ الروبوت التعليمي على استراتيجية التعلُّم عن طريق البناء، وهو ما يتفق مع النظرية البنائية حيث يبني الطالب المعرفة من خلال بناء نماذج الروبوت واختبارها، ويتفق ذلك مع دراسة Elkin, (Sullivan & Bers, 2014).
3- الروبوت التعليمي يثيرُ فضولَ الطلاب ويجذب انتباهَهم لمزيدٍ من التركيز والفهم السببي.
4- طريقةُ التعليمِ المدعومةُ بالروبوت التعليمي مكَّنت التلاميذَ من اكتساب مهارات التعلم الذاتي والعمل الجماعي.

5- تدريسُ مفاهيم الرياضيات للصفوف الأوَّليَّة من خلال نماذج تعليمية وأنشطة تمَ تصميمُها وفق معايير دقيقة (CCSSM) تعتمدُ على الروبوت التعليمي بوصفه نهجًا جديدًا قد يكون سببًا في تحسين الاستيعاب المفاهيمي لدى تلاميذ الصفوف الأولية.

6- التزام محتوى النماذج والأنشطة بالمبادئ التي ترتكزُ عليها المعايير الأمريكية الأساسية المشتركة وهي: مبدأ التركيز، ومبدأ التماسك، ومبدأ الصرامة. حيثُ يعملُ مبدأُ التركيز على تضييق نطاق المحتوى بدلًا من السباق لتغطيةِ عددٍ كبيرٍ من الموضوعات، ويعملُ مبدأُ التماسك على الترابط بين الموضوعات أفقيًا ورأسيًا لكونِ الرياضيات مجموعةً مترابطةً من المعارف ويعملُ مبدأُ الصرامة على الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية والتطبيق.

7- ملائمة الجوانب المعرفية والمهارية المُتضمَّنة في النماذج والأنشطة مع محتوى رياضيات الصفوف الأوَّليّة في المملكةِ العربيةِ السعودية باستثناء بعض الموضوعات في الصف الأول التي تمَّت معالجتُها بما يتفق مع المنهج السعودي ويتماشى مع النماذج والأنشطة المُستخدَمة.

8- أنَّ الروبوت التعليمي أسهمَ في تنمية مهارات التفكير الناقد والإبداعي وذلك من خلال دمج مفاهيم البرمجة والهندسة ومفاهيم الرياضيات في سنٍ مبكر، ويتفق ذلك مع ما أشارت إليه بعض الدراسات مثل(Park, Kim, Oh & Lim, 2015; kazakoff, Sullivan & Bers, 2013) .

للإجابة عن السؤال الثاني الذي ينصُّ على: ما أثرُ تدريسِ الرياضيات باستخدام الروبوت التعليمي في تنميةِ الطلاقةِ الإجرائيةِ لدى تلاميذ الصفوف الأوَّليّة؟

وللإجابةِ عنْ هذا السؤال تمَّت صياغةُ الفرض الآتي: لا توجد فروقٌ ذاتُ دلالةٍ إحصائية عند مستوى(0.05) بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية (التي استخدمت الروبوت التعليمي) والمجموعة الضابطة (التي استخدمت الطريقة المعتادة في التدريس) في التطبيق البعدي لاختبار الطلاقة الإجرائية لكل صفٍ من الصفوف الأوَّليّة. ولاختبارِ صحةِ الفرض تمَّ حسابُ المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل بعدٍ من أبعادِ متغيّرِ الطلاقة الإجرائية وللمتغير ككل، تلى ذلك إيجادُ قيمة (p-value) عند مستوى (0.05) باستخدام اختبار (t)، وكذلك حسابُ الدلالةِ المعنوية بغرضِ الكشفِ عن البعد الأكثر تأثُّراً باستخدام الروبوت التعليمي (المُتَغيّرِ المُفَسر). ويُوضّحُ جدول (13) البيانات الإحصائية لذلك.

جدول (13) البيانات الإحصائية المتعلقة بالفرق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الطلاقة الإجرائية

الصف	أبعاد المتغير	العينة	المتوسط	الانحراف	t	P-value	حجم الأثر
الصف الأول	مرونة	ت = 27	9.370	1.396	5.281	P<0.0001	1.451
		ض= 27	7.703	1.293			
	الدقة	ت = 27	9.777	1.476	4.797	P<0.0001	1.330
		ض= 27	8.074	1.106			
	الكفاءة	ت = 27	9.666	1.074	6.459	P<0.0001	1.791
		ض= 27	7.851	0.988			
	الاختبار ككل	ت = 27	28.814	1.78	9.117	P<0.0001	2.117
		ض= 27	23.592	2.386			
الصف الثاني	مرونة	ت = 28	12.592	2.291	3.959	P<0.00012	1.077
		ض= 28	10.296	1.957			
	الدقة	ت = 28	14.407	2.357	5.119	P<0.00011	1.393
		ض= 28	11.481	1.805			
	الكفاءة	ت = 28	13.76	2.547	6.772	P<0.00012	1.843
		ض= 28	9.871	1.657			
	الاختبار ككل	ت = 28	40.759	4.846	8.748	P<0.00016	2.380
		ض= 28	31.648	2.630			

الصف	أبعاد المتغير	العينة	المتوسط	الانحراف	t	P–value	حجم الأثر
الصف الثالث	المرونة	ت = 27	15.148	2.471	6.410	P<0.00012	1.778
		ض= 27	11. 518	1.695			
	الدقة	ت = 27	16.234	2.321	4.572	P<0.00015	1.268
		ض= 27	13.657	1.786			
	الكفاءة	ت = 27	15.674	2.321	8.245	P<0.00016	2.286
		ض= 27	10.849	1.965			
	الاختبار ككل	ت = 27	47.029	3.654	11.808	P<0.000014	3.274
		ض= 27	36.024	2.458			

كل فقره تأخذ درجة: [0 او 1 أو 2] وذلك بناءً على جدول معايير الممارسات المرفق مع الاختبار.

يتَّضِحُ من جدول (13) أنَّ قيمةَ (p–value) المُصاحبة لقيمةِ (t) المحسوبة (t_c) لكل بعدٍ من أبعاد مُتغيِّر الطلاقة الإجرائية وكذلك المُحصِّلة الكليَّة للمتغير للصفوف الثلاثة هي أصغر من (0.05) أي أنَّ ($p <$) α؛ لذا فإنَّه يمكنُ القولُ بوجود فرقٍ دالٍ إحصائيًا عند مستوى (0.05) بين المتوسطات الحسابية للمجموعة التجريبية والمتوسطات الحسابية المناظرة لها للمجموعة الضابطة وذلك لصالح المجموعة التجريبية في كل بعد من أبعاد مُتغيِّر الطلاقة الإجرائية والمُحصِّلة الكليَّة، وتشيرُ الدلالةُ المعنوية(حجم الأثر) التي تمَّ حسابُها بصيغة كوهين لكل بعد من أبعاد متغير الطلاقة الإجرائية لكل صف من الصفوف الثلاث إلى قوة العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع، حيث يتَّضِحُ من الجدول أنَّ قيمَ حجم الأثر للصف الأول تقع في الفترة ($1.330 \leq d \leq 2.117$)، وللصف الثاني تقع في الفترة ($1.077 \leq d \leq 2.380$)، وللصف الثالث تقع في الفترة ($1.268 \leq d \leq 3.274$)، وجميعها مرتفعة عند كوهين وعليه يمكن القول أنَّ طريقةَ التعليم التي استخدمت الروبوت التعليمي تفوَّقت على الطريقةِ التقليدية في تنمية الطلاقة الإجرائية في محتوى الصفوف الثلاث، ويمكن إرجاعُ ذلك إلى:

1- بناءُ النماذج وتصميمُ الأنشطة التي تُحقِّقُ التكاملَ بين الروبوت التعليمي والمحتوى المعرفي أسهم في تشكيل أداء الطلاب في الطلاقة الإجرائية.

2- إنَّ فرصةَ الممارسة من خلالِ النماذجِ والتمثيلات المحسوسة أسهمَ في قدرة التلاميذ على إدراك الروابط بين المفاهيم والإجراءات.
3- الروبوت التعليمي أسهمَ في إتقان الطلاقة الإجرائية من خلال تدريب التلاميذ على أداء بعض المُهمَّات المُعقَّدة التي تستلزمُ التحليلَ والتفسيرَ واختيارَ المسار الأنسب لحل المشكلة.
4- الروبوت التعليمي أسهمَ في نقل التلاميذ من المعرفة الرياضية البدائية ذات المهارات المُقيَّدة إلى معرفة رياضية ذات مهارات مرنة تُمكِّن التلاميذَ من التعامل مع المواقف غير المألوفة.
5- الروبوت التعليمي مكَّنَ التلاميذ من فهم معنى العمليات، وعلاقاتها مع بعضها البعض، وكذلك خصائصها، ويعد ذلك من أسسِ بناءِ الطلاقة الاجرائية.
6- أنَّ استخدامَ الروبوت التعليمي مكَّنَ التلاميذَ من معرفة الإجراءات والخطوات المتسلسلة لأداء المُهمَّات الحسابية، وإدراك العلاقات بين الأداء الكتابي والذهني لتلك المُهمَّات.

ويرى الباحثُ أنَّ ما خلصت إليهِ هذه الدراسة يتفقُ مع كلٍ من (Park, Kim, Oh, & Lim, 2015; Elikn, Sullivan & Bers, 2014; Kazakoff, Sullivan & Bers, 2013; Barker & Ansorge, 2007) فيما حقَّقَه الروبوت التعليمي. ويُعدُّ الروبوت التعليمي أداةً تعليميةً في غاية الأهمية لكونها تفتحُ المجالَ لتدريس الأفكار العظيمة والأنظمة المُعقَّدة في سنٍ مُبكِّر، وتتيحُ للتلاميذ فُرصةَ العمل مع المُتحكِّمات الدقيقة، والروبوتات البسيطة، وبناء أنظمةٍ قائمةٍ على الويب، واستكشاف الجانب الإبداعي للحوسبة من خلال بيئات برمجية صديقة للتلاميذ تُنمِّي مهارات المستقبل.

مناقشةُ نتائج البحث :

في ضوءِ النتائجِ التي خلُص إليها هذا البحثُ تمَّ التوصُّل إلى مجموعة من الاستنتاجات أهمها:

1- أسهمَ الروبوت التعليمي في تعميقِ فهم مفاهيم رياضيات الصفوف الأولية التي تُعدُّ الأساس في البناء المعرفي، كما أسهم في بناء الطلاقة الإجرائية من خلال الاستيعاب المفاهيمي.
2- ميل التلاميذ وشغفهم إلى استخدام الروبوت التعليمي وسرعةِ تقبُّلهم للتوجيهات وإنجاز المهمات.
3- اهتمامُ معظم المؤسَّسات التربوية حول العالم باستخدام الروبوت التعليمي وسيلةً تعليمية في جميعِ مراحلِ التعليم ابتداءً من الروضة حتى التعليم الجامعي.
4- الروبوت التعليمي هو الوسيلةُ المناسبةُ لتطوير قدرات المتعلمين في مجالات العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا (STEM).

5- تركَّزت الجهودُ المبذولةُ لتطوير العلوم والرياضيات في المملكة العربية السعودية على المحتوى وظلَّ التجريدُ الجافُ وغير الملموس هو السلوكُ التعليمي الذي تُقدِّم به الجوانب المعرفية والمهارية كافةً؛ وذلك لغياب البيئات التعليمية المناسبة، وكذلك الوسائل التعليمية، وضعف إعداد المعلمين وتدريبهم.

6- عمق الفجوة بين جهود وزارة التعليم الرامية إلى إصلاح وتطوير العلوم والرياضيات في مراحل التعليم العام وبين ما تُقدِّمُه الجامعات من برامج لإعداد المُعلِمين.

7- ينحصرُ استخدامُ الروبوت التعليمي في المملكة العربية السعودية في النشاطات اللامنهجية والمنافسات للطلبة الموهوبين.

8- كثافةُ محتوى مناهج رياضيات الصفوف الأوَّليّة في المملكة العربية السعودية، وتركيز المعلم على تقديم المحتوى وَفْقَ الخطة الزمنية بغض النظر عن العمق المعرفي والتركيز والتماسك والصرامة.

9- ضعفُ ثقافةِ المعايير لدى معلمي رياضيات المرحلة الابتدائية في المملكة العربية السعودية، حيثُ تبيَّن عدم معرفة المُعلِّمين الذين تم مقابلتهم بأي نوعٍ من المعايير.

التوصيات:

1- توظيفُ الروبوت التعليمي بوصفه أداةً تعليمية حديثة في تدريس رياضيات المرحلة الابتدائية.

2- تدريبُ مُعلِّمي رياضيات المرحلة الابتدائية على كيفيةِ استخدام الروبوت التعليمي في تدريس الرياضيات، وكيفية بناء الوحدات والنماذج والأنشطة التي تتماشى مع استخدام الروبوت التعليمي وسيلةً تعليمية.

3- إتاحةُ الفرصة للتلاميذ في سنٍ مُبكِّر للتعامل مع الأنظمة المُعقَّدة من خلال البيئات البرمجية الصديقة للتلاميذ مثل (Scratch, Blockly, Alice, Kodu).

4- الحرصُ على بناء بيئات تعليمية تحوي وسائل تعليمية ونماذج تُجسِّدُ المفاهيم الأساسية للرياضيات.

5- حثُّ المُعلِّمين على ربطِ الصيغ والرموز والتعابير الرياضية المُجرَّدة بواقع الحياة.

6- رفع ثقافة مُعلِّم رياضيات المرحلة الابتدائية حول المعايير الوطنية والمعايير الدولية، وكيفية تحقيقها في المنهج المدرسي.

7- إطِّلاع مُعلِّمي العلوم والرياضيات للصفوف الأوَّليّة على نتائج الاختبارات والوطنية والدولية مع مناقشة أسباب التدنِّي المُتكرِّر لتلك النتائج.

المراجع العربية والاجنبية

أولاً: المراجع العربية

- أبو فرحة، سها أحمد (2015). أثر تطبيق منحى STEM باستخدام حقيبة الروبوت EV3 في اكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي (**رسالة ماجستير**)، الجامعة الأردنية، الأردن.
- الأحمدي، سعاد مساعد (2014). الممارسات التدريسية البنائية لدى معلمات رياضيات المرحلة الثانوية. **مجلة تربويات الرياضيات**، 17(3)، 39-92.
- الأحمدي، سعاد مساعد(2009). فاعلية برنامج مقترح قائم على التعلم المنظم ذاتياً في تنمية التنظيم الذاتي في تعلم الرياضيات والاستيعاب المفاهيمي لدى طالبات المرحلة المتوسطة بمدينة الرياض **(رسالة دكتوراه غير منشورة)**. جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن، الرياض.
- البدو، أمل محمد عبد الله (2017). أثر التدريس المعلمي اعتمادًا على الروبوت التعليمي في تنمية التحصيل الرياضي لطالبات الصف الثاني عشر علمي لمدارس عمان – الأردن، **المجلة الدولية لتطوير التفوق**، 8(15)، 133-152.
- الحصان، أماني محمد (2007). فاعلية نموذج أبعاد التعلم في تنمية بعض مهارات التفكير والاستيعاب المفاهيمي في العلوم والإدراكات نحو بيئة الصف لدى تلميذات المرحلة الابتدائية (**رسالة دكتوراه غير منشورة**). كلية التربية للبنات الرياض.
- الحلواني، عبد الملك؛ صالحي، علي (2016). نموذج جديد في تدريس العلوم والرياضيات باستخدام الروبوت. **المجلة العربية للمعلومات**، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، 26(2،1)، 116-132.
- الدويك، فداء(2010). الأخطاء الشائعة في مفاهيم الكسور والعمليات عليها واستراتيجيات التفكير المصاحبة لهذه الأخطاء(**رسالة ماجستير غير منشورة**). جامعة بيرزيت، فلسطين.
- الرويلي، عيدة منيزل حريث (2018). أثر استخدام برنامج تعليمي باستخدام الروبوت الآلي في تنمية التحصيل بمادة الرياضيات لدى الطالبات الموهوبات والمتفوقات. **المجلة التربوية**، مجلس النشر العلمي، جامعة الكويت، 33(12)، 183-214.

- الزهراني، حصة مطر عطية محمد (2014). أثر التدريب على برمجة الروبوت التعليمي على تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلبة الموهوبين في الصف الأول الثانوي بمنطقة الباحة (**رسالة ماجستير**). جامعة الباحة، الباحة.
- السلمي، تركي حميد (2013). درجة إسهام معلمي الرياضيات في تنمية مهارات حل المشكلة الرياضية لدى طلاب المرحلة الرياضية (**رسالة ماجستير**). كلية التربية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.
- سيفين، عماد شوقي (2016). فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على نموذج "مارزانو لأبعاد التعليم" في تنمية الكفاءة الرياضية وبعض عادات العقل في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. **مجلة تربويات الرياضيات**، 19(4)، 171-217.
- الشمري، سليمان(2005). دراسة تحليلية لطلاب الصف الخامس الابتدائي الذكور في محافظة حفر الباطن في السعودية في العمليات الأربع على الكسور(**رسالة ماجستير غير منشورة**). الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- العمري، نورة علي (2018). مستوى الممارسات التدريسية في ضوء النظرية البنائية لدى معلمي ومعلمات الرياضيات في المرحلة الابتدائية والمتوسطة بمدينة نجران. **مجلة تربويات الرياضيات**، 21(5)، 219-253.
- الغامدي، منى سعد (2011). فاعلية وحدة دراسية مقترحة عبر الإنترنت في تنمية الاستيعاب المفاهيمي في الرياضيات ومفهوم الذات لدى طالبات المرحلة الثانوية بالرياض. **مجلة جامعة الملك سعود للعلوم التربوية**، 23(3)، 741-776.
- المسعودي، عبير محمد (2011). فاعلية المحاكات الحاسوبية وفق الاستقصاء في تنمية الاستيعاب المفاهيمي في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية (**ماجستير غير منشورة**). جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن، الرياض.
- المعثم، خالد عبد الله؛ المنوفي، سعيد جابر (2014, اكتوبر). تنمية البراعة الرياضية: توجه جديد للنجاح في الرياضيات المدرسية. ورقة مقدمة الى المؤتمر الرابع، تعليم الرياضيات وتعلمها في التعليم العام بحوث وتجارب متميزة. الجمعية السعودية للعلوم الرياضية(جسر)، جامعة الملك سعود، الرياض.
- مندور، فتح الله (2008). فاعلية نموذج أبعاد التعلم لمارزانو في تنمية الاستيعاب المفاهيمي في العلوم وعادات العقل لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي بالمملكة العربية السعودية. **المجلة التربوية**، 25(89).

- هزايمة، عبد الهادي (2007). استقصاء وتحليل الأخطاء في حل المسائل الحسابية لدى طلبة الصف السادس في مديرية بربية أربد الأولى **(رسالة ماجستير غير منشورة)**. جامعة آل البيت، الأردن.
- وزارة التعليم العالي (2012). التوازن بين المعرفة الإجرائية والمعرفة المفاهيمية والعوامل المؤثرة فيه لدى معلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية في المملكة العربية السعودية. مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات، الرياض.

المراجع الأجنبية:

- Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008, November). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. In International Conference of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR), Venice, Italy (pp. 22-30).
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. Journal of research on technology in education, 39(3), 229-243.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Computers & Education, 58(3), 978-988.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. Computers & Education, 72, 145-157.
- Berger, A. M. (2017). Using number talks to build procedural fluency through conceptual understanding. Ohio Journal of School Mathematics, 75.(1)
- Burns, M. K., Walick, C., Simonson, G. R., Dominguez, L., Harelstad, L., Kincaid, A., & Nelson, G. S. (2015). Using a conceptual understanding and procedural fluency heuristic to target math interventions with students in early elementary. Learning Disabilities Research & Practice, 30(2), 52-60.
- Cartwright, K. (2018). Exploring Mathematical Fluency: Teachers' Conceptions and Descriptions of Students. Mathematics Education Research Group of Australasia.

- Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. Australasian Journal of Educational Technology, 24.(4)
- Cheng-Yaa, L., Jerry, B., Der-Ching, Y. &Tsai-Wei (2013): Preservice Teachers Conceptual and Procedural Knowledge of Fraction Operation: A comparative Study of the United State and Taiwan. School science and mathematics, 113(1), pp. 41-51 .
- Church, W. J., Ford, T., Perova, N., & Rogers, C. (2010, March). Physics with robotics—using LEGO MINDSTORMS in high school education. In 2010 AAAI Spring Symposium Series .
- Darey, H., Terzinha, N., Peter, B. &Christina, T. (2012). Individual Differences in Conceptual and Procedural Fraction Understanding: The Role of Abilities and School Experience. Journal of Experimental Child Psychology, 113 (4), pp. 469-486
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice, 13, 153-169.
- Goldman, R., Eguchi, A., & Sklar, E. (2004, October). Using educational robotics to engage inner-city students with technology. In Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences (pp. 214-221).
- Hallett, D., Nunes, T. & Bryant, P. (2010). Individual differences in conceptual and
- procedural knowledge when learning fractions, Journal of Education Psycholog (2)102 ,pp. 395-406
- Hecht, S. & Vagi, K. (2010). Sources of group and individual differences in emerging
- fraction skills. Journal of Educational Psychology, 102(4), pp. 843-859.
- Holmquist, S. (2014). A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) learning and attitudes (Doctoral Dissertation) . University of South Florida

- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. Early Childhood Education Journal, 41(4), 245-255.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. Themes in Science and Technology Education, 6(1), 5-14.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). Principles to actions: Ensuring mathematical success for all. Reston VA: Author.
- National Research Council. (2012). Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills for the 21st century. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. Washington, DC: National Academies Press.
- Noble, J. (2013). Building a LEGO-based Robotics Platform for a 3 rd Grade Classroom (Doctoral dissertation). Tufts University
- Park, I., Kim, D., Oh, J., Jang, Y., & Lim, K. (2015). Learning effects of pedagogical robots with programming in elementary school environments in Korea. Indian Journal of Science and Technology, 8(26), 1-5.
- Russell, S. J. (2000). Developing computational fluency with whole numbers. Teaching Children Mathematics, 7(3), 154–158.
- Sklar, E., Parsons, S., & Azhar, M. Q. (2007, March). Robotics Across the Curriculum. In AAAI spring symposium: semantic scientific knowledge integration (pp. 142-147).
- Star, J. R. (2005). Reconceptualizing conceptual knowledge. Journal for Research in Mathematics Education, 36(5), 404–411.