

روبوت ذكي لتعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب إعداد معلم الحاسب الآلي



د/ محمد رجب عبد الفتاح علي إبراهيم
مدرس بقسم إعداد معلم الحاسب الآلي - كلية التربية
النوعية - جامعة دمياط

د/ أماني سيد مطر الشعراوي
مدرس بقسم إعداد معلم الحاسب الآلي - كلية التربية
النوعية - جامعة دمياط

د/ رشا قنديل محمد قنديل عرفه
مدرس بقسم إعداد معلم الحاسب الآلي - كلية التربية
النوعية - جامعة دمياط

د/ حميدة فاضل محمد بلاط
مدرس بقسم إعداد معلم الحاسب الآلي - كلية التربية
النوعية - جامعة دمياط

المجلة العلمية المحكمة لدراسات وبحوث التربية النوعية

المجلد الحادي عشر - العدد الرابع - مسلسل العدد (٣٠) - أكتوبر ٢٠٢٥ م

رقم الإيداع بدار الكتب ٢٤٢٧٤ لسنة ٢٠١٦

ISSN-Print: 2356-8690 ISSN-Online: 2974-4423

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري <https://jsezu.journals.ekb.eg>

JSROSE@foe.zu.edu.eg

البريد الإلكتروني للمجلة E-mail

روبوت ذكي لتعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب إعداد معلم الحاسب الآلي

د/ محمد رجب عبد الفتاح علي إبراهيم

د/ أماني سيد مطر الشعراوي

مدرس بقسم إعداد معلم الحاسب الآلي - كلية التربية

النوعية - جامعة دمياط

النوعية - جامعة دمياط

د/ حميدة فاضل محمد بلال

د/ رشا قنديل محمد قنديل عرفه

مدرس بقسم إعداد معلم الحاسب الآلي - كلية التربية

النوعية - جامعة دمياط

النوعية - جامعة دمياط

تاريخ المراجعة ١٧-٩-٢٠٢٥م

تاريخ الرفع ٢٥-٨-٢٠٢٥م

تاريخ النشر ٧-١٠-٢٠٢٥م

تاريخ التحكيم ١٥-٩-٢٠٢٥م

الملخص

هدف البحث إلى تصميم روبوت ذكي لتعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب برنامج إعداد معلم الحاسب الآلي، واستقصاء مدى فعاليته مقارنة بالأساليب التقليدية، اعتمد البحث على المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من (٦٠) طالباً من المستوى الأول بكلية التربية النوعية جامعة دمياط، وتم تقسيمهم إلى مجموعتين: تجريبية استخدمت الروبوت التعليمي وضابطة تعلمت بالطريقة التقليدية، تمثلت أدوات البحث في اختباراً تحصيلياً لقياس المفاهيم، ومقياساً للاتجاهات نحو استخدام التكنولوجيا الذكية في التعلم (الروبوت)، إضافة إلى الروبوت نفسه كنظام تفاعلي قائم على الذكاء الاصطناعي، وتضمنت المعالجات الإحصائية اختبار (T) لعينتين مستقلتين ومرتبطين، وحساب حجم الأثر، ومعامل الارتباط (Pearson)، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية في التحصيل المفاهيمي والتطبيقي، حيث بلغ متوسط درجاتهم (٨٣.٦) مقابل (٧٣.٢) للمجموعة الضابطة، بحجم أثر كبير (١.٥٥)، كما أوضحت النتائج تحسن الاتجاهات الإيجابية نحو تعلم الإحصاء بعد استخدام الروبوت بحجم أثر بلغ (١.١٢)، وظهر ارتباط إيجابي قوي ودال إحصائياً ($r=0.68$) بين التفاعل مع الروبوت والتحصيل العلمي، مما يدل على أن استخدام الروبوتات التعليمية الذكية يسهم بفعالية في تحسين تعلم المفاهيم الإحصائية وتنمية اتجاهات الطلاب الإيجابية نحو التعلم، ويوفر نموذجاً مبتكراً يمكن توظيفه في بيئات تعليمية مشابهة، خاصة في تعليم المفاهيم المجردة والمعقدة. الكلمات المفتاحية: الروبوتات التعليمية الذكية- المفاهيم الإحصائية -إعداد معلم الحاسب الآلي - تقنيات التعليم الحديثة.

An Intelligent Robot for Teaching Statistical Concepts to Computer Teacher Preparation Students

Abstract

This study aims to design an intelligent educational robot for teaching statistical concepts to students enrolled in the Computer Teacher Preparation Program, and to investigate its effectiveness compared to traditional teaching methods. The research adopted a quasi-experimental approach, with a sample consisting of 60 first-year students from the Faculty of Specific Education at Damietta University. The students were divided into two

groups: an experimental group that used the educational robot, and a control group that was taught using traditional methods. Several tools were used to measure the effectiveness of the educational intervention, including: an achievement test in statistical concepts, an attitude scale towards the use of smart technology in learning, in addition to the robot itself as an interactive system based on artificial intelligence. Statistical analyses included independent and paired samples t-tests, effect size calculations, and Pearson correlation coefficient. The results revealed statistically significant differences in favor of the experimental group in both conceptual and applied achievement, with a mean score of 83.6 compared to 73.2 for the control group, and a large effect size (1.55). The findings also showed improved positive attitudes toward learning statistics after using the robot, with an effect size of 1.12. Additionally, a strong statistically significant positive correlation was found between interaction with the robot and academic achievement ($r = 0.68$). These results indicate that the use of intelligent educational robots effectively enhances the learning of statistical concepts and fosters positive student attitudes toward learning. It offers an innovative model that can be employed in similar educational contexts, particularly for teaching abstract and complex concepts.

المقدمة

في ظل التحول الرقمي المتسارع أصبحت تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات التعليمية أدوات محورية في تطوير العملية التعليمية في مختلف المجالات حيث تُسهم هذه التقنيات في تقديم محتوى تعليمي تفاعلي يُحفّز التفكير النقدي ويُعزز الفهم العميق للمفاهيم المعقدة.

حيث أظهرت العديد من الدراسات السابقة أن استخدام الروبوتات التعليمية يمكن أن يُحسن التحصيل الدراسي لدى المتعلمين، وتوصلت هذه الدراسات إلى أن استخدام الروبوتات التعليمية يُسهم في تحسين نتائج التعلم لدى الطلاب في بيئات التعلم المختلفة، كما أشارت تلك الدراسات إلى أن سوق الروبوتات التعليمية يشهد نمواً ملحوظاً، حيث يُتوقع أن يرتفع من ١.٣ مليار دولار في عام ٢٠٢١ إلى ٢.٦ مليار دولار بحلول عام ٢٠٢٦، مما يعكس تزايد الاهتمام بهذه التقنية في التعليم (Chatzichristofis, 2023) (Andić et al., 2024) (Schina et al., 2021).

وفي سياق تعليم المفاهيم الإحصائية يُمكن للروبوتات التعليمية الذكية أن تُوفر بيئة تعليمية تفاعلية تُساعد الطلاب على فهم المفاهيم الإحصائية من خلال التفاعل العملي والتجارب المباشرة، حيث أن هذا التفاعل يُعزز من قدرة الطلاب على استيعاب المفاهيم المعقدة وتطبيقها في سياقات مختلفة (D. Zhang et al., 2024).

وقد أكدت الدراسات أهمية تعليم المفاهيم الإحصائية بطرق تفاعلية وتطبيقية لتمكين المتعلمين من تطوير الفهم العميق والتحليل النقدي للبيانات، خاصة في التخصصات التربوية والتقنية، مثل إعداد معلم الحاسب الآلي، حيث يشير Susbiyanto وآخرون إلى أن تعلم المفاهيم الإحصائية يجب أن يكون متمركزاً حول الفهم المفاهيمي، بدلاً من الحفظ أو الإجراء الحسابي فقط (Susbiyanto et al., 2019).

كما أوضحت دراسة (Huang et al., 2023) أن بناء الفهم الإحصائي لدى الطلاب يتطلب دمج مواقف حياتية واقعية، وتوظيف التكنولوجيا والأدوات التفاعلية في التعليم، مما يساهم في تحسين تصور الطلاب للمعاني الإحصائية وتطبيقاتها، لذلك هدف هذا البحث إلى تصميم روبوت ذكي يُسهم في تعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب إعداد معلم الحاسب الآلي، من خلال توفير بيئة تعليمية تفاعلية تُعزز من فهمهم وتطبيقهم لهذه المفاهيم.

مشكلة البحث

تعد المفاهيم الإحصائية من الأساسيات التي ينبغي على طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي بكلّيات التربية النوعية الإلمام بها وإتقانها، نظرًا لدورها المحوري في تحليل البيانات ومساهمتها في فهم نتائج الأبحاث والدراسات العلمية المختلفة كذلك تطبيقات الذكاء الاصطناعي وكيفية معالجة البيانات الكبيرة (DELMAS et al., 2007)، إلا أنه من خلال طبيعة عمل الباحثين كمدرسين بقسم إعداد معلم الحاسب الآلي فقد لاحظوا أن تدريس هذه المفاهيم لا يزال يواجه تحديات عديدة من أبرزها صعوبة الفهم والتصور المجرد وقلة التفاعل مع المحتوى التعليمي، مما يؤدي إلى تدني مستوى التحصيل الأكاديمي لدى العديد من الطلاب.

لذا تم إجراء دراسة استطلاعية أولية (ملحق ١) استهدفت عينة من (٤٠) طالبًا من طلاب المستوى الأول ببرنامج إعداد معلم الحاسب الآلي بكلية التربية النوعية جامعة دمياط، كشفت نتائج هذه الدراسة الاستطلاعية عن مجموعة من المؤشرات الدالة على وجود صعوبات واضحة في فهم وتطبيق المفاهيم الإحصائية، منها: انخفاض متوسط الدرجات وضعف القدرة على ربط المفاهيم النظرية بالتطبيقات العملية، بالإضافة إلى وجود اتجاهات سلبية نحو تعلم الإحصاء بالطريقة التقليدية، كما أشار الطلاب إلى معوقات تتعلق بضعف إمكانية تفاعلهم مع المحتوى، واعتماد التدريس على الشرح اللفظي المجرد دون دعم تكنولوجي كافٍ، وقد أسهمت هذه المؤشرات في تعزيز أهمية البحث الحالي والحاجة إلى تطوير نموذج تعليمي مبتكر قائم على الروبوتات الذكية لتحسين تعلم المفاهيم الإحصائية.

وفي ظل التطورات المتسارعة في تقنيات الذكاء الاصطناعي، برز استخدام الروبوتات التعليمية الذكية كأحد الاتجاهات الحديثة لتحسين جودة التعليم، حيث توفر بيئة تعليمية تفاعلية ومحفزة وتُتيح تعلّمًا قائمًا على الحوار والممارسة، وقد أظهرت العديد من الدراسات أن الروبوتات التعليمية يمكن أن تُسهم في تعزيز الفهم، وتنمية التفكير النقدي، وزيادة دافعية التعلم لدى الطلاب (Belpaeme et al., 2018) (Wang et al., 2023) (Y. Zhang et al., 2021).

وعلى الرغم من هذه المزايا، لا تزال التطبيقات التعليمية للروبوتات في مجال تعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب إعداد معلم الحاسب الآلي تحديدًا محدودة، كما أن هناك حاجة ماسة إلى نماذج تعليمية ذكية تُوظف الروبوتات بشكل فعال لتقديم المحتوى الإحصائي بطريقة مبسطة تفاعلية تراعي الفروق الفردية بين المتعلمين، ومن هنا يمكن تحديد مشكلة البحث الحالي في التساؤل الرئيس التالي: ما فعالية روبوت ذكي في تعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب إعداد معلم الحاسب الآلي؟

ويتفرع من هذا التساؤل التساؤلات الآتية:

١. ما أهم المفاهيم الإحصائية التي يلزم اكسابها للطلاب؟
٢. ما أثر استخدام الروبوت الذكي لتعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب إعداد معلم الحاسب الآلي؟
٣. ما اتجاهات طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي نحو استخدام الروبوت الذكي لتعلم المفاهيم الإحصائية؟

أهداف البحث

- هدف البحث إلى تصميم وتطوير روبوت ذكي يمكن استخدامه كأداة فعالة في تعليم المفاهيم الإحصائية لطلاب إعداد معلم الحاسب الآلي، وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية:
١. تحليل الصعوبات التعليمية التي تواجه طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي في فهم وتطبيق المفاهيم الإحصائية، سواء من الناحية المفاهيمية أو التطبيقية.
 ٢. تصميم روبوت ذكي يتضمن استراتيجيات تعليمية قائمة على الذكاء الاصطناعي مثل التعلم التكيفي والتغذية الراجعة الفورية، بهدف تعزيز الفهم العميق للمفاهيم الإحصائية.
 ٣. اختبار فاعلية الروبوت الذكي في تحسين التحصيل المفاهيمي والتطبيقي في مادة الإحصاء لدى طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي مقارنة بالأساليب التقليدية.
 ٤. استطلاع آراء الطلاب حول استخدام الروبوت الذكي ومدى تقبلهم له كوسيلة تعليمية، والتعرف على مدى إسهامه في تحسين تجاربهم التعليمية.
 ٥. تقديم نموذج تعليمي مبتكر قابل للتطبيق والتطوير يساهم في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات التعليمية في تدريس المفاهيم المجردة والمعقدة.

أهمية البحث

١. تقديم نموذج تطبيقي لتوظيف الروبوتات الذكية في التعليم الجامعي.
٢. محاولة المساهمة في سد الفجوة البحثية بين الدراسات النظرية والتطبيقات العملية في دمج الروبوتات التعليمية في تدريس المفاهيم العلمية.
٣. المساهمة في تطوير برامج إعداد معلم الحاسب الآلي من خلال دمج أدوات تعليمية رقمية متقدمة تتماشى مع التحول الرقمي في التعليم.
٤. تعزيز كفاءة المعلم المستقبلي في توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات في العملية التعليمية، مما ينعكس على جودة تدريسه في المستقبل.
٥. يُزود طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي بخبرات تعليمية فريدة تمكّنهم من فهم عميق للمفاهيم الإحصائية، وهي مهارة أساسية في مجال تحليل البيانات والبرمجة.

٦. يوفّر البحث أداة تعليمية تفاعلية تحاكي الأساليب الحديثة في التعليم التكيفي وتراعي الفروق الفردية بين المتعلمين، مما ينعكس إيجابياً على جودة مخرجات التعلم.

فروض البحث

- لا توجد فروق دالة إحصائية بين متوسط درجات طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي في المفاهيم الإحصائية قبل وبعد استخدام الروبوت التعليمي الذكي.
- لا توجد فروق دالة إحصائية في اتجاهات طلاب المجموعة التجريبية نحو تعلم الإحصاء باستخدام الروبوت قبل وبعد التجربة.

منهج البحث

اعتمد الباحثين المنهج شبه التجريبي وذلك نظراً لملاءمته لطبيعة البحث الذي هدف إلى قياس أثر استخدام روبوت ذكي في تعليم المفاهيم الإحصائية على طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي.

تصميم البحث

التصميم شبه التجريبي

اعتمد البحث على التصميم شبه التجريبي ذي المجموعتين: التجريبية والضابطة، وذلك لملاءمته لطبيعة الدراسة الميدانية في البيئة التعليمية محل البحث، وصعوبة توزيع الأفراد عشوائياً بشكل كامل، وتم اختيار مجموعتين من مجتمع الدراسة؛ إحداها تجريبية خضعت لتطبيق الروبوت الذكي المقترح، والأخرى ضابطة درست وفق الأسلوب التقليدي. تم إجراء قياس قبلي لكلا المجموعتين قبل بدء التجربة للتأكد من تقارب مستوياتها في المتغيرات محل الدراسة، وتم تطبيق المعالجة التعليمية (استخدام الروبوت) على المجموعة التجريبية فقط، بينما استمرت المجموعة الضابطة في التعلم بالطريقة التقليدية وبعد الانتهاء من التجربة، تم إجراء قياس بعدي للمجموعتين بنفس أدوات القياس القبلي، وذلك لقياس أثر الروبوت الذكي، ثم تحليل الفروق بين المجموعتين قبل وبعد استخدام الروبوت باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة؛ بهدف تحديد أثر استخدام الروبوت الذكي في تحقيق هدف البحث.

جدول ١ يوضح التصميم شبه التجريبي للبحث

المجموعة	القياس القبلي (Pretest)	المعالجة (Treatment)	القياس البعدي (Posttest)
التجريبية	اختبار قبلي	الروبوت الذكي المقترح	اختبار بعدي
الضابطة	اختبار قبلي	الطريقة التقليدية للتدريس	اختبار بعدي

حدود البحث

الحدود المكانية: اقتصر البحث على كلية التربية النوعية جامعة دمياط.

الحدود الزمنية: الفصل الدراسي الأول العام الجامعي ٢٠٢٤/٢٠٢٥.

الحدود البشرية: اقتصر البحث على عينة مكونة من عدد (٦٠) طالب من طلاب برنامج إعداد معلم الحاسب الآلي المستوى الأول بكلية التربية النوعية جامعة دمياط.

عينة البحث

عينة عشوائية من طلاب برنامج إعداد معلم الحاسب الآلي المستوى الأول بكلية التربية النوعية جامعة دمياط، وبلغ عدد الطلاب المشاركين في البحث (٦٠) طالباً، وتم توزيعهم إلى مجموعتين متكافئتين من حيث المستوى الأكاديمي والخصائص العامة.

أدوات البحث

١. الروبوت الذكي: وهو بيئة تعليمية تفاعلية قائمة على تقنيات الذكاء الاصطناعي، تم تصميمها لتعليم المفاهيم الإحصائية من خلال التفاعل اللفظي والحسي مع المتعلم.
٢. اختبار تحصيلي في المفاهيم الإحصائية: تم بناؤه لقياس مدى فهم الطلاب للمفاهيم المستهدفة (كالوسط الحسابي، الانحراف المعياري، معامل الارتباط... إلخ). وتم التأكد من صدقه وثباته باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة (ملحق ٢).
٣. مقياس الاتجاهات نحو استخدام الروبوتات التعليمية: لقياس اتجاه الطلاب نحو استخدام التكنولوجيا الذكية في التعلم (ملحق ٣).

المعالجة الإحصائية

- استُخدمت الأساليب الإحصائية المناسبة لطبيعة البيانات ومنها:
- اختبار T لعينتين مستقلتين (Independent Samples T-Test) للمقارنة بين نتائج المجموعتين.
 - اختبار "ت" لعينتين مرتبطتين (Paired Samples T-Test).
 - حساب حجم الأثر (Effect Size) لتحديد مدى فعالية الروبوت المقترح.
 - معامل الارتباط لتحديد العلاقة بين استخدام الروبوت والتحصيل.

الضوابط التي راعاها الباحثين

- التأكد من تكافؤ المجموعتين قبلياً.
- توحيد المحتوى العلمي للمجموعتين.
- ضبط العوامل الخارجية التي قد تؤثر على نتائج البحث، مثل مدة التدريس وظروف البيئة التعليمية.

مصطلحات البحث

الروبوت التعليمي

يمكن تعريف الروبوت التعليمي على أنه نظام تكنولوجي مبرمج يستخدم في البيئات التعليمية لدعم عملية التعلم والتعليم من خلال التفاعل المباشر مع المتعلمين وتنفيذ أنشطة تعليمية بهدف تنمية مهارات التفكير الناقد وحل المشكلات وتعزيز الفهم المفاهيمي لدى الطلاب في مختلف المجالات (Mubin et al., 2013).

ويعرفه الباحثون إجرائيًا على أنه نظام مبرمج يستخدم في تعليم طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي المفاهيم الإحصائية المختلفة.

المفاهيم الإحصائية

يعرفها الباحثون إجرائيًا على أنها مجموعة المبادئ والمصطلحات الأساسية التي تُستخدم لفهم وتحليل البيانات الكمية، وتشمل مفاهيم مثل المتوسط، الوسيط، الانحراف المعياري، التوزيع الاحتمالي، اختبار الفرضيات، الارتباط، والانحدار وغيرها.

الإطار النظري والدراسات السابقة

تُعد المفاهيم الإحصائية من الركائز الأساسية في بناء المعرفة العلمية في مختلف المجالات، حيث تمثل لغة مشتركة بين الباحثين والممارسين لفهم البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج العلمية الدقيقة، وتشمل هذه المفاهيم مجموعة من المصطلحات والمبادئ التي تساعد في توصيف الظواهر الكمية، مثل المتوسطات، والانحرافات المعيارية، والتوزيعات الاحتمالية، ومعاملات الارتباط، واختبارات الفرضيات وغيرها، ويكتسب الطالب المعلم في تخصص الحاسب الآلي أهمية خاصة في إتقان هذه المفاهيم، نظرًا لارتباطها المباشر بمجال تحليل البيانات الضخمة، ومعالجة المعلومات.

تتفق الدراسات على ضرورة ربط المفاهيم الإحصائية بمواقف حياتية واقعية، مع الاستعانة بأمثلة عملية وأنشطة تطبيقية لتعزيز الفهم، حيث يشير (Garfield et al., 2008) إلى أن صعوبات تعلم الإحصاء لدى الطلاب ترجع غالبًا إلى طبيعة المادة نفسها التي تجمع بين الجوانب الرياضية والنظرية والتطبيقية، إضافة إلى المفاهيم التجريدية التي تحتاج إلى تبسيط عبر استراتيجيات تعليمية مبتكرة، وفي هذا السياق يمثل توظيف الروبوتات التعليمية الذكية فرصة واحدة لتسهيل اكتساب المفاهيم الإحصائية، إذ يمكن برمجتها لمحاكاة المواقف التعليمية التفاعلية وتقديم تغذية راجعة فورية، وقياس تقدم الطالب بشكل مستمر، ويأتي الجانب التقني مكملًا لهذا النهج من خلال توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتقنيات التفاعل بين الإنسان والآلة، لتقديم خبرات تعلم مخصصة، وتغذية راجعة فورية وتحفيز المتعلم ذاتيًا على الاستمرار في التعلم (Luckin, 2018).

يُدمج البحث الحالي بين الأبعاد التربوية والنفسية والتقنية، بحيث يوفر الأساس العلمي لفهم موضوع البحث وتوجيه خطواته من خلال استناد التصميم إلى عدة نظريات تعليمية راسخة، أبرزها النظرية البنائية التي طرحها بياجيه (Moore & Piaget, 1971)، والتي تنظر إلى التعلم باعتباره عملية نشطة يقوم فيها المتعلم ببناء معرفته من خلال التفاعل مع البيئة، مما يجعل دور المتعلم محوريًا في عملية التعلم، كذلك تظل المعلومة أو المفهوم راسخًا في ذهن المتعلم نتيجة تفاعله أثناء التعلم.

كما يستفيد البحث من نظرية التعلم الاجتماعي لفيجوتسكي (D. et al., 1979)، التي تبرز أهمية التفاعل الاجتماعي، ودور الدعم الذي يقدمه المعلم أو الأقران إلا أنه نتيجة للتطور الحادث في شتي المجالات يعتمد البحث

الحالي على تفاعل المتعلم مع الروبوت الذكي، حيث يمكن للروبوتات توفير بيانات تعليمية جذابة، مما يشجع الطلاب على المشاركة الفعالة والتفاعل مع المحتوى.

وفي ظل التحولات الرقمية المتسارعة، أصبح من الضروري دمج أدوات الذكاء الاصطناعي، ومنها الروبوتات التعليمية، في تدريس المفاهيم الإحصائية، يمكن للروبوتات التكيف مع أنماط التعلم الفردية، وتقديم مسارات تعليمية مخصصة، وتحليل تفاعلات الطالب لتوجيهه نحو تحسين أدائه إضافة إلى ذلك، توفر الروبوتات بيئة تعليمية آمنة للطلاب للتجربة والخطأ دون خوف من النقد، مما يعزز من فرص التعلم الفعال.

إن تطوير الفهم الإحصائي يتطلب بيئة تعليمية تتيح للمتعلمين الانخراط في أنشطة استكشافية، وحل المشكلات الواقعية والتفاعل مع البيانات الحقيقية، وهو ما يمكن أن يوفره الروبوت الذكي من خلال أنشطة تحاكي مواقف من الحياة العملية، هذه البيئة التفاعلية تزيد من دافعية التعلم وتعمق الفهم، وتحد من القلق المرتبط بالإحصاء.

ومن الدراسات السابقة المرتبطة بموضوع البحث الحالي

دراسة تشانغ شينج لي وآخرون (٢٠١٨) استهدفت الدراسة تطوير وكيل تعليمي يعتمد على الذكاء الاصطناعي لدعم التعلم المشترك بين الطلاب والروبوتات، حيث تم استخدام نموذج تعلم مشترك بين الإنسان والآلة، مع تطبيقات في تدريس المفاهيم الرياضية، وأظهرت النتائج أن هذا النموذج يساعد الطلاب ذوي الأداء الضعيف على تحسين مهاراتهم، مع زيادة دقة الوكيل الذكي بعد تطبيق آليات التعلم الآلي (Lee et al., 2018).

دراسة يانغ وآخرون (٢٠١٩) استهدفت الدراسة إجراء مراجعة منهجية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تصميم الروبوتات التعليمية الذكية، حيث أجريت مراجعة أدبية شملت دراسات سابقة حول الروبوتات التعليمية الذكية، ووفرت الدراسة إرشادات تصميمية لتطوير روبوتات تعليمية ذكية فعالة، مع التركيز على التفاعل مع الطلاب وتخصيص المحتوى التعليمي (Yang & Zhang, 2019).

دراسة جيسي وآخرون (٢٠٢١) استهدفت الدراسة فهم وجهات نظر المعلمين حول وظائف وسلوكيات الروبوتات الاجتماعية أثناء الأنشطة التعليمية، حيث تم إجراء مقابلات وجلسات عصف ذهني مع عدد خمسة معلمين من مدارس ابتدائية ومتوسطة في كندا، وأعرب المعلمون عن دعمهم لاستخدام الروبوتات الاجتماعية كأداة تعليمية، مع تصورهم لاستخدامات مختلفة للتفاعل مع الطلاب (Ceha et al., 2021).

دراسة بريندر وآخرون (٢٠٢١) هدفت الدراسة إلى استكشاف دور الروبوتات التعليمية في تدريس مفاهيم الهندسة للطلاب في سن ١٥ عامًا، حيث تم تقسيم الطلاب إلى مجموعتين وتعتبر الدراسة دراسة شبه تجريبية باستخدام روبوت Thymio وبرمجة Scratch، وتوصلت الدراسة إلى أن الأنشطة القائمة على الروبوتات فعالة في مساعدة الطلاب على فهم المفاهيم النظرية، مع تفضيل الطلاب للأنشطة التفاعلية مقارنة بالطرق التقليدية (Brender et al., 2021).

دراسة عسيري (٢٠٢١) هدفت الدراسة إلى استكشاف تأثير استخدام الروبوتات التعليمية على تعزيز الفهم المفاهيمي والطلاقة الإجرائية في مادة الرياضيات، وشملت عينة الدراسة ١٦٤ تلميذًا من الصفوف الأولية تم توزيعهم

على مجموعات تجريبية وضابطة، واعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي، وأظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في الفهم المفاهيمي والطلاقة الإجرائية لدى المجموعة التي استخدمت الروبوتات التعليمية مقارنة بالمجموعة الضابطة (Asiri, 2021).

دراسة أسماء عمار (٢٠٢١) هدفت الدراسة إلى التحقق من تأثير استخدام الروبوتات التعليمية على التحصيل الدراسي في سياق التحول الرقمي، وشملت عينة الدراسة ٢٥ طالبة من الصف التاسع، واستخدمت المنهج شبه التجريبي، وأظهرت النتائج تحسناً في المستوى التحصيلي لدى الطالبات بعد استخدام الروبوتات (Ammar, 2021).

دراسة النمري وآخرون (٢٠٢٢) هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير استخدام الروبوتات التعليمية على تنمية مهارات البرمجة، وتكونت عينة الدراسة من ١٨ طالبة من المرحلة المتوسطة واعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي، وأكدت نتائج الدراسة علي وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المرحلة المتوسطة في التطبيق القبلي والبعدي للاختبار المعرفي لمهارات البرمجة المعرفية لصالح التطبيق البعدي تعزى لاستخدام الروبوت التعليمي، ووجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المرحلة المتوسطة في التطبيق القبلي والبعدي لبطاقة ملاحظة مهارات البرمجة الأدائية لصالح التطبيق البعدي تعزى لاستخدام الروبوت التعليمي (Alnamariu & Mujalad, 2022).

دراسة نوره وآخرون (٢٠٢٣) هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير برنامج تعليمي يعتمد على الروبوتات في تحسين تحصيل مادة الرياضيات لدى الطالبات الموهوبات والمتفوقات، وتكونت العينة من ٣٠ طالبة، واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وأشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية، مما يدل على فاعلية استخدام الروبوتات التعليمية في تحسين التحصيل الدراسي (Alakhtar & Alfurayh, 2023).

دراسة العبد وآخرون (٢٠٢٤) هدفت الدراسة إلى استكشاف تأثير استخدام الروبوتات التعليمية على تنمية الذكاء المنطقي الرياضي، وشملت عينة الدراسة ٤٠ طالباً من الصف الأول الثانوي، واعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي، وأوضحت النتائج فروقاً ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التي استخدمت الروبوتات التعليمية، مما يدل على فاعليتها في تنمية الذكاء المنطقي الرياضي (Qatini & Al-Abd, 2024).

تعليق عام على الدراسات السابقة

تتفق الدراسة الحالية مع عديد من الدراسات السابقة في سعيها لمعالجة بعض المشكلات التعليمية من خلال توظيف الروبوتات في العملية التعليمية، نظراً لما أثبتته من فاعلية في تحسين مخرجات التعلم.

إلا أن الدراسة الحالية تتفرد بالتركيز على تعليم المفاهيم الإحصائية، كما أنها استهدفت شريحة محددة من المتعلمين وهم طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي، كما تميزت الدراسة بتصميم روبوت تعليمي ذكي قائم على دوائر Arduino، مما يوفر مرونة عالية في تعديل مهامه أو إضافة وظائف جديدة مستقبلاً دون الحاجة إلى تغيير المكونات المادية، وهو ما يعزز من الجدوى الاقتصادية للتصميم ويبرر تكلفته.

وانطلاقاً من هذه الأسس النظرية ونتائج الدراسات السابقة، يعتمد البحث الحالي على تصور متكامل يوظف الروبوت الذكي كأداة مبتكرة لتعليم المفاهيم الإحصائية، بهدف تحسين نتائج التعلم وتزويد الطلاب بخبرات تعليمية غنية ومشوقة.

تصميم الروبوت التعليمي المقترح

أولاً: مدخل إلى التصميم

انطلاقاً من الحاجة إلى تطوير وسائل تعليمية مبتكرة تساعد طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي على فهم المفاهيم الإحصائية المجردة فقد قام الباحثين بتصميم روبوت ذكي يدمج بين تقنيات الذكاء الاصطناعي والمبادئ التربوية الحديثة، حيث يستند التصميم إلى النظرية البنائية الاجتماعية، حيث يشارك المتعلم بفاعلية في عملية التعلم من خلال التفاعل مع الروبوت في بيئة تعليمية شبه واقعية تحاكي مواقف إحصائية عملية.

تتضمن الروبوت مكونات مادية وبرمجية متكاملة تدعم تعلم المفاهيم الإحصائية، من الناحية المادية يشتمل الروبوت على شاشة عرض لعرض الأنشطة، وكاميرا للتفاعل مع المستخدمين، من الناحية البرمجية يحتوي الروبوت على وحدة تحليل استجابات الطلاب ونظام تقديم التغذية الراجعة الفورية، بالإضافة إلى واجهة تفاعلية تسمح للطلاب بالاستكشاف والممارسة العملية، إذ هدف هذا التصميم إلى ربط المفاهيم الإحصائية النظرية بالأنشطة العملية التفاعلية، مما يساهم في تنمية الفهم الإحصائي لدى الطلاب ويتفق هذا التصميم مع عديد من الدراسات (Hamade et al., 2024)(Chaudhary et al., 2016) حيث تُسهم هذه المكونات في توفير تجربة تعليمية تفاعلية وفعّالة للطلاب، مما يعزز فهمهم للمفاهيم الإحصائية.

ثانياً: مكونات التصميم

المكونات البرمجية

نظام الذكاء الاصطناعي

يعتمد على نموذج مبني بتقنيات التعلم الآلي لتحليل استجابات الطالب وتقديم تغذية راجعة فورية، كما يستخدم خوارزميات تصنيف مثل Decision Trees أو Random Forest لتقدير مستوى الطالب وتخصيص الأنشطة المناسبة له.

واجهة المستخدم التفاعلية

واجهة رسومية GUI مخصصة تعرض المحادثات، الرسوم البيانية، والأسئلة وتصميم الواجهة يدعم اللغة العربية مع دعم المخرجات الصوتية والنصية.

قاعدة بيانات المحتوى

تضم بنوك أسئلة وتصميمات تعليمية للمفاهيم الإحصائية (مثل المتوسط، الانحراف المعياري، التوزيع الطبيعي، الارتباط والانحدار وغيرها)، كما تحتوي على مسارات تعليمية متعددة حسب مستوى الطالب وسرعة تقدمه.

نظام المحادثة (Chatbot Engine)

دمج بقدرات معالجة اللغة الطبيعية (NLP) لدعم التفاعل اللغوي مع الطلاب كما يعتمد علي دمج بعض أدوات الذكاء الاصطناعي القادرة على فهم الأسئلة المفتوحة من الطلاب وتقديم شرح مبني على سياق السؤال.

المكونات المادية (Hardware)

هيكل الروبوت

تصميم مبسط لجذب انتباه الطلاب وتعزيز التفاعل كما أنه مصنوع من مواد خفيفة الوزن وآمنة للاستخدام في البيئة التعليمية ومعتمداً على الدوائر الإلكترونية (Arduino) وملحقاتها القابلة لإعادة البرمجة.

وحدات الإدخال

- شاشة لتحقيق التفاعل مع الطالب.
- ميكروفون عالي الدقة لتسجيل صوت الطالب.
- كاميرا برؤية ٣٦٠ لتحقيق التفاعل البصري مع المتعلم (لا يبدأ في الشرح بدون وجود الطالب).

وحدات الإخراج

- شاشة عرض (LCD) لعرض البيانات والإحصائيات.
- مكبر صوت لإخراج الصوت التفاعلي (شرح، توجيهات، تغذية راجعة).
- إضاءة LED للتعبير عن حالات الروبوت (فهم - سؤال - خطأ - نجاح).

ثالثاً: الوظائف التعليمية للروبوت

- يُعد الروبوت الذكي المقترح أداة تعليمية متعددة الاستخدامات تم تصميمها لتلبية احتياجات المتعلمين، في التخصصات التي تتطلب فهماً مفاهيمياً عميقاً مثل المفاهيم الإحصائية، وتتمثل استخداماته الرئيسية في:
- شرح المفاهيم الإحصائية بطريقة مبسطة.
- يقدم المفاهيم من خلال سيناريوهات حياتية وتمثيلات مرئية (مثل الرسوم البيانية).
- يطرح أسئلة تلقائية لتحديد الفجوات المعرفية.
- يزود الطالب بتغذية راجعة فورية موجهة.
- يحاور الطالب بأسلوب شبه بشري ويدفعه للتفكير من خلال أسئلة تحفيزية.
- إدخال بيانات وتفسير نتائج تحليل إحصائي (تجربة تفاعلية).
- يتتبع أداء الطالب ويعيد توجيه المحتوى حسب حاجته.
- تمكين الطالب من تقييم تقدمه من خلال اختبارات تشخيصية مدمجة.

يعتمد الروبوت الذكي في هذا البحث على تقديم أنشطة تفاعلية تهدف إلى تنمية الفهم الإحصائي لدى طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي، فهو يتيح للطلاب استكشاف البيانات الواقعية وتحليلها بطريقة مباشرة مما يعزز قدرتهم على فهم المتوسطات، الانحرافات المعيارية، التوزيعات الاحتمالية، ومعاملات الارتباط، كما يوفر الروبوت تغذية راجعة فورية تمكن الطلاب من تصحيح الأخطاء أثناء التعلم، وتنمية مهارات التفكير الإحصائي النقدي، وقد اختار الباحثون التركيز على الجانب الإحصائي نظراً لأهميته في تطوير مهارات التحليل والبيانات لدى معلمي الحاسب الآلي، ولارتباطه المباشر بتصميم الأنظمة التعليمية الذكية، وهو ما تؤكد الدراسات الحديثة التي تشير إلى أن تعلم الإحصاء باستخدام أدوات تفاعلية يزيد من مستوى الفهم ويحفز التعلم الفعال (Schreiter et al., 2024).

رابعاً: خطوات تصميم الروبوت التعليمي

تحليل الاحتياجات التعليمية

- تحليل مفصل للمفاهيم الإحصائية التي تشكل صعوبة لدى طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي.
- استطلاع آراء الخبراء حول أفضل طرق عرض وتقديم المفاهيم.

تصميم النماذج الأولية (Prototypes)

- تصميم واجهات الاستخدام والنماذج الأولية للسيناريوهات التعليمية.
- اختبار تفاعلي مع عينة صغيرة من المستخدمين (للتحقق من سلامة التصميم وقابلية الاستخدام، وتحديد التحسينات اللازمة قبل التجربة الأساسية).

تطوير نظام البرمجيات

- برمجة المحرك الذكي للمحادثة وتكامل النظام مع قاعدة البيانات.
- تطوير واجهة الاستخدام وفق مبادئ التصميم التربوي والتقني.

التكامل مع المكونات المادية

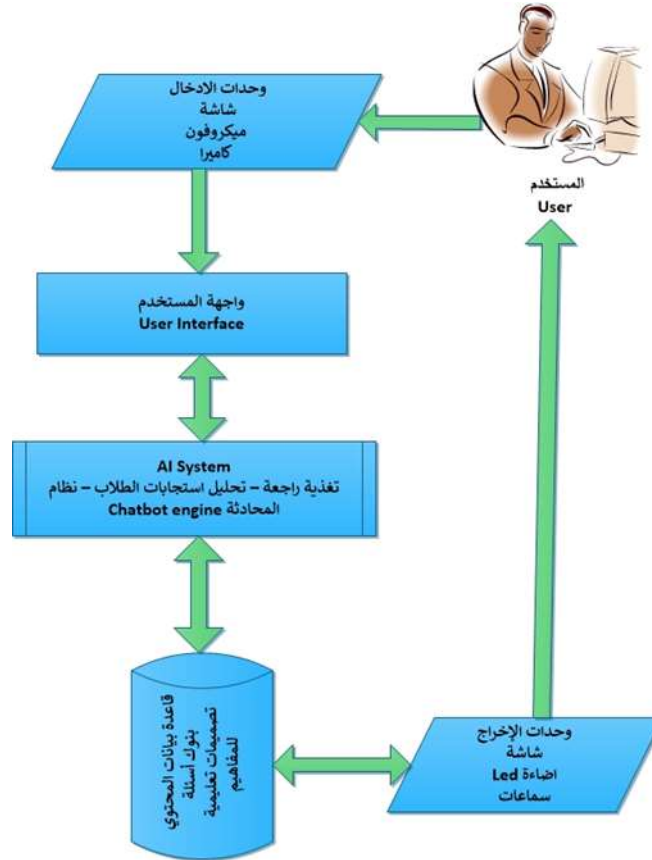
- تركيب الروبوت ومكوناته وبرمجتها للتفاعل مع البيئة المادية.

التجريب والتحسين

- تطبيق النموذج على مجموعة تجريبية من الطلاب.
- جمع التغذية الراجعة وإجراء التحسينات النهائية.

خامساً: الجوانب التربوية والتقنية في التصميم

آلية التضمين	البعد
يتيح للطلاب اختيار وحدات او موضوعات التعلم حسب احتياجاته (شرح - تمرين - اختبار).	التحكم الذاتي للمتعلمين
يستخدم الذكاء الاصطناعي لتحليل الأداء وتعديل مستوى الصعوبة.	التكيف مع مستوى الطالب
يدمج عناصر الألعاب والأسلوب القصصي لرفع دافعية المتعلم.	التحفيز والتفاعل
يعتمد على مصادر علمية موثوقة في تقديم المحتوى الإحصائي.	الدقة العلمية



شكل (١) يوضح مخطط تصميم الروبوت المقترح

سابعًا: مبررات التصميم

- ارتفاع معدل صعوبة المفاهيم الإحصائية لدى طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي.
- الحاجة إلى أدوات تعليمية تفاعلية تُشرك الطالب وتدعمه بشكل فردي.
- اتساق التصميم مع توجهات التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في التعليم.

آلية عمل الروبوت

يعتمد الروبوت على التكامل بين برمجيات الذكاء الاصطناعي والمكونات المادية لأداء وظائفه، وفق المراحل الآتية:

١. استقبال المدخلات: عبر الميكروفون والكاميرا لرصد وجود الطالب وتسجيل استجاباته.
 ٢. تحليل الاستجابة: باستخدام خوارزميات مختلفة لتحديد مستوى الفهم لدى الطالب.
 ٣. تقديم المحتوى المناسب: عبر شاشة عرض وتفاعل صوتي بناءً على تحليل الأداء.
 ٤. تغذية راجعة فورية: توضح نقاط القوة والضعف للطالب.
 ٥. تعديل المحتوى تلقائيًا: استنادًا إلى نتائج كل جلسة تعليمية.
- وتُكرّر هذه الدورة التفاعلية خلال كل جلسة تعليمية، مما يتيح للروبوت تحسين تجربته التعليمية تدريجيًا.

مميزات الروبوت الذكي

تصميم الروبوت تميز بمجموعة من الخصائص التي تعزز من فعاليته التعليمية ومنها:

- التفاعل الفوري: حيث يقدم تغذية راجعة فورية تدعم التعلم النشط.
- التحفيز: يستخدم الإضاءة والصوت والتفاعل الشفهي لجذب الانتباه.
- الدعم البصري: يعرض البيانات الإحصائية بطريقة مرئية تُسهّل الفهم.
- سهولة التعديل: قابل للبرمجة مجددًا لتدريس مفاهيم أخرى.
- الأمان وسهولة الاستخدام: مصمم بمواد آمنة ومكونات بسيطة لتضمن عملية صيانة سهلة.
- التكلفة: يعتمد على منصة Arduino متوسطة التكلفة مقارنة بالأنظمة التجارية المعقدة.
- إمكانية التوسع: يمكن إضافة وحدات جديدة (مثل حساسات أو شاشات إضافية) حسب الحاجة لأداء وظائف جديدة.

وفيما يلي شكل للروبوت المقترح



شكل (2) يوضح صور للروبوت المقترح

ويوضح شكل ٣ بعض شاشات الروبوت المقترح



شكل (٣) يوضح الشاشة الرئيسية لمواجهة التعامل مع الروبوت وشاشة المحادثة معه

نتائج البحث

أولاً: نتائج الفرض الأول

نص الفرض:

"لا توجد فروق دالة إحصائية بين متوسط درجات طلاب إعداد معلم الحاسب الآلي في المفاهيم الإحصائية قبل وبعد استخدام الروبوت التعليمي الذكي".

الإجراء التحليلي:

تم استخدام اختبار "ت" لعينتين مستقلتين (Independent Samples T-Test) للمقارنة بين متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية (الذين استخدموا الروبوت التعليمي الذكي) وطلاب المجموعة الضابطة (الذين تعلموا بالطريقة التقليدية) في الاختبار التحصيلي بعداً.

جدول (٢) يوضح نتائج اختبار ت للمقارنة بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في الاختبار التحصيلي

المجموعة	العدد (n)	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (T)	الدالة الإحصائية Sig
التجريبية	30	83.6	6.4	٤.٧٨	0.000*
الضابطة	30	73.2	7.1		

تشير النتائج إلى وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسط درجات طلاب المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية، مما يدل على فعالية الروبوت التعليمي الذكي في تحسين مستوى التحصيل في المفاهيم الإحصائية، كما تم حساب حجم الأثر (Cohen's d) وبلغ ١.٥٥، وهو حجم أثر كبير، مما يعكس فعالية عالية للروبوت التعليمي في تحسين التحصيل.

ثانياً: نتائج الفرض الثاني

نص الفرض:

" لا توجد فروق دالة إحصائية في اتجاهات طلاب المجموعة التجريبية نحو تعلم الإحصاء باستخدام الروبوت قبل وبعد التجربة ".

الإجراء التحليلي:

تم تطبيق مقياس الاتجاهات نحو تعلم الإحصاء باستخدام الروبوت قبل وبعد التجربة على طلاب المجموعة التجريبية فقط، وقد تم تحليل الفروق باستخدام اختبار "ت" لعينتين مرتبطتين (Paired Samples T-Test).

جدول (٣) يوضح نتائج اختبار "ت" لعينتين مرتبطتين لتطبيق مقياس الاتجاه على طلاب المجموعة التجريبية

المرحلة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (T)	الدالة الإحصائية (Sig)
قبل	65.4	5.7	6.23	0.000*
بعد	78.8	6.1		

أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائية بين متوسط درجات الطلاب في مقياس الاتجاهات قبل وبعد استخدام الروبوت لصالح التطبيق البعدي، ما يدل على تحسن واضح في اتجاهات الطلاب نحو تعلم الإحصاء باستخدام الروبوتات التعليمية، وقد تم كذلك حساب حجم الأثر (Cohen's d) وبلغ ١.١٢، وهو أيضاً حجم أثر كبير.

ثالثاً: تحليل العلاقة بين استخدام الروبوت والتحصيل

تم حساب معامل الارتباط (Pearson Correlation) بين درجات الطلاب في مقياس التفاعل مع الروبوت ودرجاتهم في الاختبار التحصيلي، وقد كانت النتائج كما يلي:

جدول (٤) يوضح قيمة معامل الارتباط بين درجات الطلاب في مقياس التفاعل مع الروبوت ودرجاتهم في الاختبار التحصيلي

معامل الارتباط (r)	الدالة الإحصائية (Sig)
0.68	0.000*

يشير معامل الارتباط إلى وجود علاقة ارتباط موجبة قوية ودالة إحصائية بين مدى تفاعل الطلاب مع الروبوت ومستوى تحصيلهم في المفاهيم الإحصائية، مما يؤكد أن زيادة التفاعل مع الروبوت يسهم بشكل فعال في تعزيز التعلم.

مناقشة النتائج وتفسيرها

أولاً: مناقشة نتائج الفرض الأول

أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية، حيث بلغ متوسطها (٨٣.٦) مقابل (٧٣.٢) للمجموعة الضابطة، بحجم أثر كبير (Cohen's d = 1.55)، مما يدل على فعالية الروبوت الذكي في تحسين التحصيل في المفاهيم الإحصائية.

ويتفق هذا مع نتائج دراسة كاي وانغ وآخرون حيث وجدوا من خلال تحليل ١٧ دراسة أثر إيجابي لاستخدام الروبوتات التعليمية في تحسين نتائج التعلم (Wang et al., 2023). كما أكد فان اويانغ وآخرون في دراستهم بأن الروبوتات التعليمية لها تأثير متوسط إلى كبير على الأداء الأكاديمي والاتجاهات نحو التعلم في مجالات STEM (Ouyang & Xu, 2024).

ثانيًا: مناقشة نتائج الفرض الثاني

لوحظ تحسن كبير في اتجاهات الطلاب نحو تعلم المفاهيم الإحصائية باستخدام الروبوت، حيث ارتفع المتوسط من (٦٥.٤) إلى (٧٨.٨)، بحجم أثر كبير (Cohen's $d = 1.12$). هذا يؤكد أن الدمج التفاعلي للروبوت في التدريس يعزز الدافعية النفسية والتحفيز لدى الطلاب، وهو ما يؤكده فان اويانغ وآخرون في دراستهم أيضًا بأن الروبوتات التعليمية تعزز الأداء والاتجاهات نحو التعلم بشكل إيجابي في بيئات STEM (Ouyang & Xu, 2024).

ثالثًا: مناقشة العلاقة بين التفاعل مع الروبوت والتحصيل

أظهر معامل الارتباط ($r = 0.68$) وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين مستوى التفاعل مع الروبوت ومخرجات التحصيل، وهو ما يتفق مع الإطار النظري للتعلم البنائي الذي يؤكد أن التفاعل النشط من شأنه تعزيز بناء المعرفة، كما أشارت دراسة فان اويانغ وآخرون أيضًا إلى أن الروبوتات التعليمية تحسن الأداء الأكاديمي لدى الطلاب مقارنة بطرق التدريس التقليدية (Ouyang & Xu, 2024).

ومن العرض السابق للنتائج يتضح ما يلي:

١. أظهرت النتائج تفوق طلاب المجموعة التجريبية في التحصيل للمفاهيم الإحصائية بعد استخدام الروبوت، مقارنةً بالمجموعة الضابطة.
٢. ساهم استخدام الروبوت في تحسين الاتجاهات الإيجابية نحو تعلم الإحصاء من خلاله.
٣. وُجد ارتباط قوي ودال إحصائيًا بين تفاعل الطلاب مع الروبوت ومستوى تحصيلهم، مما يدعم فاعلية الروبوت كأداة تعليمية ذكية.

التوصيات

في ضوء نتائج البحث الحالي، يوصي الباحثين بما يلي:

- ضرورة توظيف الروبوتات التعليمية الذكية في برامج إعداد معلم الحاسب الآلي، لما لها من أثر إيجابي في تنمية المفاهيم الإحصائية وتحفيز الطلاب على التعلم.
- دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات التعليمية ضمن المناهج الجامعية وخاصة في المقررات التي تتطلب فهماً مفاهيمياً عميقاً مثل الإحصاء لما توفره من بيئة تعلم تفاعلية وديناميكية.
- تدريب أعضاء هيئة التدريس بكليات التربية النوعية على تصميم وتنفيذ أنشطة تعليمية قائمة على الروبوتات الذكية، بما يساهم في تحسين جودة العملية التعليمية.
- إجراء المزيد من الدراسات التطبيقية حول فاعلية الروبوتات التعليمية في مجالات ومقررات مختلفة، للتوسع في استخدامها بما يتناسب مع طبيعة كل تخصص.
- تصميم روبوتات تعليمية متخصصة لتناسب مع خصائص المتعلمين واحتياجاتهم الأكاديمية خاصة في مجالات إعداد المعلم والتخصصات التربوية.
- تشجيع الطلاب على التفاعل مع تقنيات التعلم الذكية من خلال توفير بيئات تعلم محفزة تجمع بين الجانب النظري والتطبيقي، مما يعزز من اتجاهاتهم الإيجابية نحو التعلم.
- تطوير وتوظيف الروبوت الحالي (كمكونات مادية) لأداء مهام تعليمية أخرى، حيث يسمح التصميم بذلك من خلال تغيير الأكواد البرمجية المستخدمة لشريكه الـ Arduino والتي تعد أحد مميزات الروبوت المقترح.

- Alakhtar, N. M., & Alfurayh, N. (2023). The Effectiveness of an Enrichment Program Based on Employing Educational Robots in Developing Innovative Thinking Among Gifted females. *SCIENTIFIC JOURNAL OF SPECIFIC EDUCATION*, 17(17), 1341–1372. <https://doi.org/10.21608/sjsep.2023.324721>
- Alnamariu, mahasin muslim, & Mujalad, A. tariq. (2022). The Effectiveness of Using the Educational Robots on Developing Programming Skills for Middle School Female Students in the Kingdom of Saudi Arabia. *EAEC*, 10(1), 103–138. <https://doi.org/10.21608/eaec.2022.114879.1064>
- Ammar, A. M. E.-S. (2021). The effect of using the educational robot on the academic achievement of learners in light of the digital transformation. *AIESA*, 4(17), 25–40. <https://doi.org/10.21608/jacc.2021.184833>
- Anđić, B., Maričić, M., Mumcu, F., Prodromou, T., Leoste, J., Saimon, M., & Lavicza, Z. (2024). Direct and indirect instruction in educational robotics: a comparative study of task performance per cognitive level and student perception. *Smart Learning Environments*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00298-6>
- Asiri, M. A. A. (2021). The Effect of Using Educational Robotics on Developing Conceptual Understanding and Procedural Fluency in Mathematics for Elementary. *International Journal of Curriculum & Technological Education*, 2(1), 155–193. <https://doi.org/10.21608/ijcte.2021.71888.1014>
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. In *Science Robotics* (Vol. 3, Issue 21). <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- Brender, J., El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazzarotto, F., Zufferey, J. D., & Mondada, F. (2021). *Investigating the role of educational robotics in formal mathematics education: the case of geometry for 15-year-old students*. <https://arxiv.org/abs/2106.10925>
- Ceha, J., Law, E., Kulić, D., Oudeyer, P.-Y., & Roy, D. (2021). Identifying Functions and Behaviours of Social Robots for In-Class Learning Activities: Teachers' Perspective. *International Journal of Social Robotics*, 14(3), 747–761. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00820-7>
- Chatzichristofis, S. A. (2023). Recent Advances in Educational Robotics. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/electronics12040925>
- Chaudhary, V., Agrawal, V., & Sureka, A. (2016). *An Experimental Study on the Learning Outcome of Teaching Elementary Level Children using Lego Mindstorms EV3 Robotics Education Kit*. <https://arxiv.org/abs/1610.09610>
- D., C. P., Vygotsky, L. S., Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S., Souberman, E., & Wertsch, J. V. (1979). L. S. Vygotsky: Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes. *The American Journal of Psychology*, 92(1). <https://doi.org/10.2307/1421493>

- DELMAS, R., GARFIELD, J., OOMS, A., & CHANCE, B. (2007). ASSESSING STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING AFTER A FIRST COURSE IN STATISTICS. *STATISTICS EDUCATION RESEARCH JOURNAL*, 6(2). <https://doi.org/10.52041/serj.v6i2.483>
- Garfield, J. B., Ben-Zvi, D., Chance, B., Medina, E., Roseth, C., & Zieffler, A. (2008). Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice. In *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8383-9>
- Hamade, D., Landherr, J., & Röben, P. (2024). Applying a Design Approach to Robotics in Education. *Design and Technology Education*, 29(2), 188–201.
- Huang, W., London, J. S., & Perry, L. A. (2023). Project-Based Learning Promotes Students' Perceived Relevance in an Engineering Statistics Course: A Comparison of Learning in Synchronous and Online Learning Environments. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 31(2). <https://doi.org/10.1080/26939169.2022.2128119>
- Lee, C.-S., Wang, M.-H., Huang, T.-X., Chen, L.-C., Huang, Y.-C., Yang, S.-C., Tseng, C.-H., Hung, P.-H., & Kubota, N. (2018). Ontology-based Fuzzy Markup Language Agent for Student and Robot Co-Learning. *2018 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/fuzz-ieee.2018.8491610>
- Luckin, R. (2018). Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education for the 21st Century. In *UCL IOE Press*.
- Moore, G. T., & Piaget, J. (1971). Science of Education and the Psychology of the Child. *Journal of Architectural Education (1947-1974)*, 25(4). <https://doi.org/10.2307/1423801>
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. Al, & Dong, J.-J. (2013). A REVIEW OF THE APPLICABILITY OF ROBOTS IN EDUCATION. *Technology for Education and Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.2316/journal.209.2013.1.209-0015>
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Qatini, F. B., & Al-Abd, L. O. (2024). The impact of using educational robot on the development of logical mathematical intelligence of first secondary students in the schools of outstanding students in the Rural Damascus. *The Sixth Youth Research Forum 2024*. <https://qspace.qu.edu.qa/handle/10576/51614?show=full>
- Schina, D., Esteve-González, V., & Usart, M. (2021). An overview of teacher training programs in educational robotics: characteristics, best practices and recommendations. *Education and Information Technologies*, 26(3). <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10377-z>
- Schreiter, S., Friedrich, A., Fuhr, H., Malone, S., Brünken, R., Kuhn, J., & Vogel, M. (2024). Teaching for statistical and data literacy in K-12 STEM education: a systematic review on teacher variables, teacher education, and impacts on classroom practice. *ZDM - Mathematics Education*, 56(1). <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01531-1>

- Susbiyanto, S., Kurniawan, D. A., Perdana, R., & Riantoni, C. (2019). Identifying the mastery of research statistical concept by using problem-based learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(3). <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i3.20252>
- Wang, K., Sang, G. Y., Huang, L. Z., Li, S. H., & Guo, J. W. (2023). The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/su15054637>
- Yang, J., & Zhang, B. (2019). Artificial Intelligence in Intelligent Tutoring Robots: A Systematic Review and Design Guidelines. In *Applied Sciences* (Vol. 9, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/app9102078>
- Zhang, D., Wang, J., Jing, Y., & Shen, A. (2024). The impact of robotics on STEM education: Facilitating cognitive and interdisciplinary advancements. *Proceedings of the 6th International Conference on Computing and Data Science*, 7–12. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/69/20241433>
- Zhang, Y., Luo, R., Zhu, Y., & Yin, Y. (2021). Educational Robots Improve K-12 Students' Computational Thinking and STEM Attitudes: Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7). <https://doi.org/10.1177/0735633121994070>

Open Access: المجلة مفتوحة الوصول، مما يعني أن جميع محتوياتها متاحة مجانًا دون أي رسوم للمستخدم أو مؤسسته. يُسمح للمستخدمين بقراءة النصوص الكاملة للمقالات، أو تنزيلها، أو نسخها، أو توزيعها، أو طباعتها، أو البحث فيها، أو ربطها، أو استخدامها لأي غرض قانوني آخر، دون طلب إذن مسبق من الناشر أو المؤلف. وهذا يتوافق مع تعريف BOAI للوصول المفتوح. ويمكن الوصول عبر زيارة الرابط التالي: [/https://jsezu.journals.ekb.eg](https://jsezu.journals.ekb.eg)