فعالية برنامج تدريبي قائم على مهام الروبوت التعليمي في تنمية القدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

إعـــــداد

أ/ محمد جمال كامل البنبي

إشراف

أ.د / عبد الهادي السيد عبده
أستاذ علم النفس التربوي المتفرغ
كلية التربية - جامعة المنوفية

أ.د / لطفي عبد الباسط ابراهيم
أستاذ علم النفس التربوي المتفرغ
كلية التربية - جامعة المنوفية

Blind Reviewed Journal

المستخلص

هدفت الدراسة الحالية إلى التحقق من فعالية برنامج تدريبي قائم على مهام الروبوت التعليمي في تنمية القدرة المكانية لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. شارك في الدراسة (٣٠) تلميذاً وتلميذه تم اختيارهم من بين تلاميذ وتلميذات مدرسة مصر الحرة الرسمية للغات بشبين الكوم بمحافظة المنوفية، تراوحت أعمارهم بين (١٣.٥ – ١٤) عاماً بمتوسط عمري (١٣.٨٦) وانحراف معياري (٠.٢٣)، تم تقسيمهم إلى مجموعتين تجريبية وأخرى ضابطة. شملت الأدوات المستخدمة مقياس الذكاء المصور (إعداد: أحمد زكى صالح، ١٩٧٨) للتحقق من تكافؤ المجموعتين، واختبار القدرة المكانية (إعداد: أحمد زكى صالح، ١٩٧٦)، وبرنامج تدريبي قائم على مهام الروبوت لتنمية القدرة المكانية إعداد الباحث الحالي. وتم استخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، استخدم اختبار Wilcoxon لحساب الفروق بين متوسطات رتب درجات العينة التجريبية في الاختبارات القبلية والبعدية. واختبار Mann–Whitney لمقارنة متوسطات رتب درجات العينتين التجريبية والضابطة في الاختبارات البعدية. واختبار Friedman لحساب التباين بين القياسات المتكررة لأداءات العينة التجريبية. أسفرت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائياً بين أداء المجموعة التجريبية في الاختبار القبلي والبعدي على اختبار القدرة المكانية لصالح الاختبار البعدي، ووجود فروق دالة احصائياً بين درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على الاختبار البعدي للقدرة المكانية لصالح المجموعة التجريبية، مما يشير إلى تحسن أداء تلاميذ المجموعة التجريبية يعزى لتعرضهم لجلسات البرنامج التدريبي على مهام الروبوت.

الكلمات المفتاحية: القدرة المكانية– الروبوت التعليمي–برامج المحاكاة

Abstract

The current study aimed to verify the effectiveness of a training program based on educational robot tasks in developing the spatial ability of preparatory stage students. (30) male and female students participated in the study, they were selected from among the male and female students of Misr Elhora Official Language School in Shebin El-Koum, Menoufia Governorate, their ages ranged between (13.5-14) years, with an average age of (13.86) years, and a standard deviation of (0.23), They were divided into two groups, an experimental group and a control group. The tools used included the illustrated intelligence scale (prepared by: Ahmed Zaki Saleh, 1978) to verify the equivalence of the two groups, the spatial ability test (prepared by: Ahmed Zaki Saleh, 1976), and a training program based on robot tasks to develop spatial ability, prepared by the current researcher. Using appropriate statistical methods, Wilcoxon test was used to calculate the mean ranks of the experimental sample scores in the pre-tests and post-tests. And the Mann-Whitney test to compare the mean scores of the experimental and control groups in the post-tests. And the Friedman test to calculate the variance between repeated measures of the performance of the experimental sample. The results revealed that there were statistically significant differences between the performance of the experimental group in the pre-test and post-test on the test of spatial ability in favor of the post-test, and the presence of statistically significant differences between the scores of the experimental and control groups on the post-test of spatial ability in favor of the experimental group, which indicates an improvement in the performance of the experimental group students attributable to expose them to the Robot Tasks training program sessions.

Keywords: Spatial ability - Educational robot - Simulation Programs

مقدمة الدراسة والإطار النظري:-

يرجع الاهتمام الكبير الذي أولاه علم النفس لدراسة العقل منذ بدأ ظهوره كعلم منفصل عن الفلسفة إلى الدور المحوري الذي يلعبه العقل في التكوين النفسي للإنسان، كما أنه المميز للإنسان عن باقي الكائنات؛ لذلك كانت هناك محاولات مستمرة لوضع النظريات المفسرة للتكوين العقلي والنفسي، ومحاولة التنبؤ بسلوكه والتغيرات التي تطرأ على هذا السلوك، ومحاولة وضع النماذج والبرامج التي تعمل على تنميتها. وترجع أهمية دراسة القدرات العقلية لأهميتها في حياة الفرد ومستقبله، وفي توجيهه أكاديمياً ومهنياً بما يناسب تلك القدرات، وتحديد الوسائل المناسبة لتنميتها.

يعد ما قدمه ثيرستون في نظريته للقدرات العقلية، التي قسم فيها الذكاء إلى سبع قدرات عقلية أولية هي: القدرة على الفهم اللفظي، والطلاقة اللفظية، والعددية، والمكانية، والسرعة الإدراكية، والتذكر، والاستدلال؛ إنجازاً في هذا المجال. كما يشير جابر عبد الحميد (٢٠٠٣، ١٣٧) في تعليقه على نظرية الذكاءات المتعددة إلى أنها تمتد إلى ما هو أبعد من مجرد التدريس في غرفة الصف، وإنما تدعوا إلى تغيير أساسي في طريقة تنظيم المدرسة وتحديد بنيتها. وتؤكد أن التلاميذ لهم الحق في أن يزودوا بخبرات تنشط وتنمي ذكاءاتهم. ولا تقتصر أنشطتها على المهارات اللفظية والمنطقية المعتادة.

وتعد نظرية الذكاءات المتعددة نظرة تطبيقيه لعوامل ثيرستون، ومحاولة جادة لتفنيد مفهوم الذكاء الإنساني وإضفاء التعددية عليه، من حيث امتلاك جميع البشر لها بدرجات متفاوتة، ومن الذكاءات التي افترض وجودها الذكاء المكاني Spatial Intelligence. واعتبر أن القدرة المكانية أو الذكاء البصري/المكاني هي امكانية تصوير العالم المكاني داخلياً في عقلك، مثل الطريقة التي يبحر بها الطيار أو البحار في أرجاء العالم الواسع، أو الطريقة التي يستخدمها لاعب الشطرنج أو النحات لتمثل عالم مكاني أكثر تحديداً (جاردنر، ٢٠٠٤، ٣١٩).

وبرغم تعدد الدراسات والبحوث في مجال القدرات العقلية، غير أن القدرة المكانية لم تلق الاهتمام الكافي. على الرغم من أهميتها في نجاح الأفراد في دراسة مجالات مهمة مثل الهندسة والفنون، والعلوم العسكرية، والطيران والمساحة والأعمال اليدوية الفنية والكثير من المهن الأخرى التي يتميز فيها من يتمتعون بمستوى عالي من القدرة المكانية بمكانة مرموقة.

ولقد أشار لطفي عبد الباسط ابراهيم أن القدرة المكانية احتفظت بمكانتها المتميزة في دراسات القدرات العقلية على الرغم من تحول العديد من تلك الدراسات من اتجاه يعتبرها كإمكانات بنيوية على النحو الذي شاع في القياس النفسي إلى النظر لها كإمكانات دينامية كما هو الحال في الاتجاه المعرفي. إلا أن اختبارات القدرة المكانية لم تنتشر بنفس القدر الذي انتشرت به اختبارات القدرات العقلية الأخرى. بما قد يشير إلى أن ما ساهمت به القدرة المكانية في التنبؤ بالأداء لا تساوي أهميتها النظرية (لطفى عبدالباسط ابراهيم، ١٩٩٤، ٩٧).

ولما كانت نتائج دراسات مثل دراسة (Brittany & Sims, 2014)، ودراسة عمرو درويش وأماني الدخني (٢٠١٥)، ودراسة مريان منصور (٢٠١٥) قد توصلت إلى أن المتعلم يستطيع الحصول على معلومات أكثر وضوحاً وتأثيراً وفعالية من خلال الصور والرسوم والأشكال والمخططات مقارنة بالمعلومات التي تعتمد على المهام اللفظية. لذا استخدمت عديد من الوسائل التكنولوجية ضمن عملية التعليم، بهدف الاستفادة من تنويع الأساليب والوسائل التعليمية لتلائم متطلبات الفروق الفردية. ومن أمثله هذه الوسائل الأجهزة الإلكترونية مثل آلات التصوير الضوئي وأجهزة الحاسب الآلي. ولأن العصر الراهن أصبح يعرف بعصر المعلومات، والانفجار المعرفي، وعصر التلاحم الوظيفي بين الحاسب الآلي والعقل البشري، فقد غزت الحواسب كل مجالات النشاط الإنساني المعاصر في التعليم، والطب، والاتصال، والاعلام، وغيرها، وظهر ما يعرف بالروبوتات Robots.
ويرجع ظهور الروبوت Robot إلى التطور التكنولوجي، وتحول الحاسب من مجرد جهاز ذو وحدات إدخال وإخراج عادية إلى آلة ذكية تتفاعل حسياً مع المواقف المختلفة، يمكن حملها، واستخدامها في تنفيذ مهام متعددة. ولا يختلف الروبوت التعليمي كثيراً عن الحاسب الآلي، ولكن الاختلاف الرئيس يتمثل في قدرة المتدرب على إعادة تشكيل الروبوت التعليمي بالشكل المناسب للمهمة المطلوبة، لذلك فالروبوت المقصود في الدراسة الحالية هو أحد أنواع الروبوتات التي يمكن ببساطة فكها وتركيبها بأشكال متعددة بعدد الأفكار الابتكارية للطفل الذي يقوم بالتدريب عليها.
ومن ثم يرى الباحث أن دراسات عربية محدودة –في حدود علم الباحث– سعت إلى تنمية أو تحسين القدرة المكانية لدى التلاميذ في إطار التكنولوجيا المعاصرة. لذلك فإن هذه الدراسة تسعى لمحاولة

تنمية تلك القدرة بافتراض أن التدريب على مهام الروبوت التعليمي كأحد التوجهات المعاصرة في تطوير المناهج ربما يسهم في تنمية القدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

أولاً: مشكلة الدراسة:

اتساقاً مع ما تقدم يمكن صياغة المشكلة في السؤال الرئيس التالي:

ما فعالية التدريب على مهام الروبوت التعليمي في تحسين القدرة المكانية لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الأتية:

١- هل توجد فروق بين متوسطات رتب درجات أفراد المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القياس البعدي على اختبار القدرة المكانية؟

٢- هل توجد فروق بين متوسطات رتب درجات أداء المجموعة التجريبية في القياس القبلي والبعدي على اختبار القدرة المكانية؟

ثانياً: أهداف الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

١- التعرف على فعالية برنامج تدريبي قائم على مهام الروبوت التعليمي في تحسين مستوي القدرة المكانية.

ثالثا: أهمية الدراسة:

تتحدد الأهمية النظرية والتطبيقية للدراسة في الآتي:

١- أهميته الموضوع قيد الدراسة، حيث تعد القدرة المكانية إحدى القدرات العقلية الهامة، التي أثبتت الدراسات العاملية أهميتها وعلاقتها بالقدرة التعليمية العامة، و(الذكاء) خاصة، مع ندرة الدراسات العربية التي اهتمت بتنمية هذه القدرة.

٢- تقديم إطار نظري حول توظيف برامج الروبوت التعليمي كوسيلة لتنمية القدرة المكانية، كواحدة من أهم القدرات العقلية ذات الموثوقية العالية في التنبؤ بالنجاح في مجالات متعددة مهنية وأكاديمية.

٣- توجيه نظر القائمين على وضع المناهج التعليمية إلى فائدة تفعيل برامج التدريب على مهام الروبوت كوسيلة تعليمية حديثة. حيث يعتبر الروبوت أحدث وسائل المحاكاة المتاحة حالياً، وبدأ الاعتماد عليه كوسيلة تعليمية حديثة مرتبطة بعلوم الحاسب الآلي في تنمية القدرات العقلية ومنها القدرة المكانية.

٤- ربما تمثل هذه الدراسة في حال ثبتت فعالية البرنامج محاولة للتطبيق العملي له في المجالات المهنية بهدف رفع مستوى القدرة المكانية لدى الأفراد وخصوصاً المهتمين بالمجالات المعتمدة كثيراً على القدرة المكانية كالهندسة، والقيادة، والطيران، والفنون.

رابعاً: مصطلحات الدراسة:

١- القدرة المكانية Spatial Ability

يعرفها أحمد زكي صالح (١٩٧٩، ٥٩٥) بأنها مجموعة أساليب الأداء العقلي التي لا تتدخل فيها الرموز اللفظية أو العددية، إنما تتعلق بإدراك وتفسير وترتيب الموضوعات ذات العلاقات المكانية التي ترتبط فيما بينها بأي علاقة مكانية، ويظهر أثر هذه القدرة حينما يمارس الفرد تكوين شكل ما من عدد من الأشكال الأصغر، أو يرسم رسماً معيناً باستخدام الخطوط، أو يتصور شكلاً ما حينما يلف أو يدور حول محوره، أو حينما يحاول إدراك العلاقة بين الأجسام في الفراغ.

٢- الروبوت التعليمي Educational Robot:

"أداة ميكانيكية قادرة على تنفيذ مهام مبرمجة يتم إنجازها إما بسيطرة مباشرة من الإنسان، أو بتحكم داخلي يعتمد على برامج حاسوبية مخزنه بذاكرته. ويتألف النظام الروبوتي من وصلات ميكانيكية تربط بينها مفاصل تسمح بحركة نسبية مختلفة بين مكونات النظام وتكون الحركة إما دورانية أو خطية" (عيدة منيزل حريث الرويلى، ٢٠١٨، ١٨٨).

٣- مهام الروبوت التعليمي Educational Robot Tasks:

هي مهام تعليمية تشمل أربعة أنواع من مهام الروبوت التعليمي هي:

أ. **التصميم الهندسي:** عملية معرفية يصمم خلالها المتدرب شكلاً هندسياً، يقتضي مهارات التخيل، وتصور المساحات والمسافات، وعمليات التحليل والتركيب، بهدف توصيل مكونات

الروبوت التعليمي باستخدام الورق أو باستخدام برامج التصميم والمحاكاة، بشكل يناسب الهدف المطلوب من التصميم (Julià, 2015, 195).

ب. **البرمجة:** يقصد بها قيام المتدرب بكتابة الأوامر البرمجية، بلغة مناسبة لتشغيل الروبوت لأداء المهام المطلوبة، وتشتمل على مهارات حل المشكلات، والتخطيط، والتقويم (Highfield, 2010, 23).

ج. **التنفيذ (الفك والتركيب):** يقصد بها العملية التي يقوم فيها المتدرب بتنفيذ تصميم هندسي بشكل عملي، معتمداً على مهارة تجميع أجزاء الشكل، وإدراك العلاقات المكانية بين الأجزاء المختلفة للتصميم، وإدراك الأوضاع المختلفة للشكل الهندسي، وتخيل الحركة، وإجراء عمليات المقارنة عقلياً لتصحيح الشكل، بهدف توصيل المكونات الإلكترونية والميكانيكية بشكل صحيح. استناداً إلى التصميم الهندسي النظري المنفذ على الورق أو برامج المحاكاة (Rahim, 2019, 8).

ويقاس أداء المتدرب (التلميذ) في مهام التصميم الهندسي، والبرمجة، والتنفيذ بحساب عدد المحاولات غير الصحيحة التي يسجلها برنامج المحاكاة، ويتم تسجيلها من قبل الباحث باستخدام بطاقة ملاحظة.

د. **التحريك:** يقصد بها في إطار الدراسة الحالية العملية التي يقوم فيها المتدرب بالتحكم في الروبوت التعليمي ليقوم بأداء حركة محددة. معتمداً على مهارات تخيل الحركة، وتصور المساحات والمسافات، والتدوير العقلي، وإدراك العلاقات المكانية بين الأشكال، وإدراك الأوضاع المختلفة للشكل الهندسي (Highfield, 2010, 24).

ويقاس أداء المتدرب (التلميذ) في مهام التحريك بحساب عدد المحاولات غير الصحيحة التي يقوم بها المتدرب للوصول للهدف، ويتم تسجيلها من قبل الباحث باستخدام بطاقة ملاحظة.

خامساً: حدود الدراسة: تتحدد نتائج الدراسة الحالية في ضوء:

أ. **المنهج شبة التجريبي.**

ب. **مجتمع الدراسة:** تلاميذ المرحلة الإعدادية بمحافظة المنوفية بمتوسط عمري (١٣.٨٦) عام.

ج. **عينة الدراسة:** تم اختيار عينة الدراسة الحالية من تلاميذ المرحلة الإعدادية بمدرسة مصر الحرة الرسمية للغات بشبين الكوم بمحافظة المنوفية.

د. **محددات مكانية:** تم تطبيق الدراسة بمدرسة مصر الحرة الرسمية للغات بشبين الكوم بمحافظة المنوفية.

هـ. **محددات زمنية:** تم تطبيق البرنامج في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢١ في الفترة من (٢٠٢١/١١/١٥) إلى (٢٠٢١/١٢/٣٠)

و. **الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة:** اختبار Spearman لقياس الارتباط بين متوسطات رتب درجات الأداء على مهام الروبوت وبين درجات القدرة المكانية، للمجموعة التجريبية. اختبار Wilcoxon لحساب الفروق بين متوسطات رتب درجات العينة التجريبية في الاختبارات القبلية والبعدية. اختبار Mann–Whitney لمقارنة متوسطات رتب درجات العينتين التجريبية والضابطة في الاختبارات البعدية.

سادساً: الإطار النظري للدراسة:

تناول الباحث في هذا الجزء الإطار النظري للقدرة المكانية والروبوت التعليمي:

المحور الأول: القدرة المكانية Spatial Ability

من أهم أسباب النجاح في الحياة معرفة القدرات المتنوعة لدى المتعلمين وتوجيههم نحو المجالات التي تناسب قدراتهم والاستفادة من أوجه التميز لديهم، لذلك فمن الضروري التعرف على القدرات العقلية المختلفة لدى الأفراد درجة تفاوتها وجميع توليفاتها وأن تتعهدها المؤسسات التعليمية بالرعاية والاهتمام، ومن هذه القدرات القدرة المكانية.

وقدم (جابر عبد الحميد، ٢٠٠٣، ١٠) تعريفاً أخر بأنها القدرة على إدراك العالم البصري المكاني Visual-Spatial بدقة (كما الحال في الصيادين أو المستكشفين أو المرشدين) والقدرة على عمل تحويلات Transformations بالاعتماد على هذا الإدراك (كما هو حال مصممي الجرافيك أو المهندس المعماري أو الفنان أو المخترع والمبتكر)، وهذه القدرة تتضمن الحساسية للخط واللون، والطبيعة والشكل، والمجال والمساحة والعلاقات بين عناصر البيئة المدركة، ويشتمل أيضا على

القدرة على التصور البصري، وأن يمثل الفرد ويصور بيانياً الأفكار البصرية أو المكانية، وأن يقوم بتوجيه نفسه على نحو مناسب في مصفوفة مكانية A Spatial Matrix.

وترتبط القدرة المكانية بما يسمى إدراك التواجد في المكان، ففي حين يختلط على بعض الأفراد الأماكن يستطيع آخرون العودة إلى المكان الذي كانوا فيه قبل سنوات. وقد دلت الدراسات على وجود ارتباط هذا النوع من القدرات بمنطقة تقع في النصف الأيمن من المخ، بحيث لو تضررت هذه المنطقة لسبب ما لفقد الإنسان القدرة على تمييز الأماكن حتى المعروفة لديه سابقاً، مع مراعاة عدم الخلط بين القدرة المكانية وحاسة البصر، فإدراك الأجسام وتميزها لا يعتمد فقط على حاسة البصر، فالكفيف يستطيع إدراك الأشياء بتحسسها دون أن يراها. (طارق عبد الرؤوف عامر، وربيع محمد، ٢٠٠٨، ٢٨).

ومن ثم فإن القدرة المكانية تعتمد على إدراك شكل محدد أو موضوع معين، وتناوله عقلياً إلى جانب إدراك وإحداث التوازن والتآلف في العرض البصري المكاني، والقدرة على التمثيل البصري المكاني للعالم، ونقل تلك التمثيلات عقلياً وبشكل ملموس إلى الآخرين، أو تصويرها على هذه الشاكلة.

وقد شهد مطلع القرن العشرين تزايد الاهتمام بالأفراد ذوي القدرات المرتفعة، وأشار كثيراً من المتخصصين في التربية وعلم النفس إلى ضرورة إجراء الدراسات العلمية بهدف الوصول إلى أفضل الوسائل التي تساعد على اكتشافهم، ومحاولة إعداد البرامج التربوية الملائمة لرعايتهم وتنمية قدراتهم بما يعود بالنفع على المجتمع وعلى المتفوقين أو الموهوبين أنفسهم (عبد الرحمن سليمان، ٢٠٠١، ١٠).

ويرى الحارثي (١٩٩٩) أن الطفل يولد في عالم تتضح فيه العناصر المكانية بأبعادها الثلاثة، ومع تطور نموه تنمو لديه القدرة المكانية اللازمة ليقوم بإعادة تصور الخبرة المرئية في ذهنه عن العالم المادي المرئي. ويظهر هذا الشكل من الذكاء لدي الأطفال بمجرد لعب المكعبات وبناء التراكيب والأشكال المختلفة. ويتنبأ بأن يصبح الأطفال ذوي القدرة المكانية العالية مهندسين أو مصممي رسوم أو حتى أطباء جراحين أو أي وظيفة تعتمد على مهارات تحتاج لمستوى عالي من القدرة المكانية. ومن أشهر ألعاب الأطفال التي تظهر مستوى القدرة المكانية لديهم لعبة المتاهة، والتي

نستطيع من خلالها الاستدلال على إدراك العلاقات المكانية كبعد من أبعاد القدرة المكانية (في: بشاير خميس حسين، ٢٠١٣، ٢١).

ولقد استخدمت الدراسات السابقة القدرة المكانية منبئ بالنجاح المستقبلي، فقد قدمت (غادة خالد عيد، ٢٠٠٨) دراسة عن التنبؤ بنجاح طلاب جامعة الكويت وطالباتها في ضوء العلاقة بين القدرة على التصور المكاني وبين الأداء العلمي لطلاب جامعة الكويت. بالإضافة إلى استكشاف العلاقة بين القدرة على التصور المكاني وبعض المتغيرات الديموغرافية للطلاب مثل الجنس والجنسية والكلية والتخصص الجامعي. وقامت الباحثة باستخدام اختبار بورديو لتصور التدوير المكاني Test Purdue Visualization of Rotation بعد ترجمته وتقنينه للبيئة الكويتية. وبينت نتائج الدراسة أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين الدرجات على الاختبار وبين مستوى الطلاب في المقررات العلمية، والتخصص. ووجود تباين دال بين الطلاب والطالبات يرجع لبعض العوامل مثل الجنس ونوع الكلية.

وقامت ووانج (Wong, 2009) بدراسة لبيان علاقة القدرة المكانية بالقيام بمهام التحكم عن بعد، وقد خلصت الدراسة إلى أن القدرة المكانية تعمل على فهم وتفسير المعلومات المرئية حول الكائنات الهندسية في تخطيط معين. وبرهنت على أن القدرات المكانية هي مؤشر موثوق للكفاءة في الملاحة الروبوتية في البيئات البعيدة. كما انتهت إلى نتائج تؤكد أن الأفراد ذوي القدرات المكانية العالية (خاصة التوجه المكاني) لديهم أوقات إكمال للدورة أسرع وأخطاء أقل. ويشير هذا إلى أن القدرات المكانية المتزايدة قد تلعب دورًا مهمًا في الملاحة الفعالة للروبوتات. ومن أمثلتها الطائرات بدون طيار والمركبات الفضائية.

ومازال الباحثون التربويون يدلون بدلوهم في أهمية القدرة المكانية للحياة العملية فكما تبدو هذه الأهمية في التوجيه المهني، فإنها قد تكون ذات أهمية أكبر في التوجيه الأكاديمي، ولا سيما في مجال الرياضيات والعلوم الهندسية. والذي يظهر جلياً في تنوع الدراسات السابقة التي اهتمت بالقدرة المكانية كمتغير من متغيرات هذه الدراسات. فنجد دراسات تبحث في علاقة القدرة المكانية بالاتجاه نحو دراسة تخصص معين مثل دراسة (حيدر علي البلوشي، ٢٠١٠) فعالية استخدام برنامج AUTOCAD في تنمية الذكاء المكاني والتحصيل الدراسي في مقرر الهندسة لدي طلاب الكلية

الفنية الجوية، ودراسة (خالد بن سعد المطرب، ٢٠١٤) حول علاقة القدرة المكانية بالقدرات العامة والتحصيل لدى طلبة الهندسة والتربية الفنية، كما اهتمت دراسات أخري بالجوانب العقلية والنفسية ومنها دراسة (مروان أحمد، ٢٠١٠) حول التخيل العقلي وعلاقته بالإدراك المكاني.

وعلى الرغم من اختلاف نتائج الدراسات حول عدد الأبعاد المكونة للقدرة المكانية، إلا أنها اتفقت على أن القدرة المكانية تتمثل في القدرة على معالجة الأشياء ذهنياً في بعدين أو ثلاثة أبعاد، وربما ترجع الفروق في عدد الأبعاد أو مكونات القدرة المكانية إلى مستوى المهام ودرجة الصعوبة والتعقيد، وطبيعة الاختبارات التي تقيسها (الزمن المحدد للإجابة) والتي تمثل بعدين متصلين للأداء: سرعة الأداء وصعوبته. وقد أشار لطفي عبد الباسط إبراهيم (١٩٩٤) إلى أن فهم الفروق في أداء الأفراد للمهام المكانية لا يعتمد فقط على قياس مستوى القدرة المكانية للفرد، وإنما فهم الكيفية التي تتم بها معالجة تلك المهام وتحليل الأداء المعرفي إلى مكوناته الأولية، وفهم الاستراتيجيات التي يلجأ إليها الفرد لأداء المهام المكانية، إذ ينبغي تحليل الأداء المعرفي إلى مكوناته الأولية، وفهم تسلسل عمليات واستراتيجيات أداء تلك المهام (لطفي عبد الباسط ابراهيم، ١٩٩٤، ٩٨).

ففي حين ذهب (Olkun, 2003, 8) إلى أن القدرة المكانية تتكون من بعدين هما التصور المكاني Spatial Visualization، والتوجيه المكاني Spatial Orientation، أما (Hegarty, 2010) فاقترح فى دراسته للعوامل المكونة للقدرة المكانية، وجود مكونان للذكاء المكاني، الأول هو اختيار استراتيجية مرنة للصور الذهنية mental imagery أو المحاكاة العقلية mental simulation، ويطلق على العامل المهيمن في اختبارات القدرة المكانية التصور المكاني والذى يشير إلى أن الأشخاص ينشئون صوراً ذهنية للأشياء الموضحة في الاختبار ويستخدمون عمليات تحويل للصور لمحاكاة هذه العمليات ذهنياً والوصول للإجابة الصحيحة. وكانت أكثر المهام التي درسها علماء النفس المعرفي في القدرة المكانية هي التدوير العقلي والتي يشار إليها بأنها عمليه تمثيل عقلي، ويرتبط وقت الأداء المستغرق لتدوير الصورة خطياً بحجم وزاوية الدوران. أما المكون الثاني هو كفاءة التمثيل الفوق–معرفى meta-representational عند أداؤه للمهام المكانية. (Hegarty, 2010 , 271)

وافترضت دراسات عامليه أخرى أن للقدرة المكانية ثلاثة أبعاد هي:

البعد الأول: الإدراك المكاني Spatial cognition يشير لعملية إدراك الفرد للبيئة المحيطة به، من خلال تفسير وتنظيم المعلومات التي يحصل عليها من الحواس المختلفة. ويتميز الادراك المكاني بالاعتماد على الخبرات السابقة، ويعتبر عمليه استدلاليه يقوم بها الفرد لاستكمال الأشياء الناقصة، كما يلجأ الفرد فيها لتجميع المتشابهات ليسهل ادراكها، مع تركيزه على بعض المثيرات واهمال أخري (خميس محمد خميس، ٢٠١٥، ١٩٥). وقد أشار على صكر الخزاعي (٢٠١٩، ١٤٢٦) إلى أن الإدراك المكاني هو عملية معرفية تتمثل في القدرة على التعرف على العلاقات المكانية مع الحفاظ على هيئتها الكلية، وللإدراك المكاني عاملين. الأول هو السرعة الإدراكية ويشير لسرعة المقارنة أو التعرف على الأشكال والرموز، والثاني هو مرونة الاحتواء ويشير إلى القدرة على الاحتفاظ عقليا بمدرك صوري أو شكل واسترجاعه لعزله عن صور أخرى.

البعد الثاني: التدوير العقلي Mental rotation وهي عملية تشير إلى القدرة على تدوير الأشكال ذهنياً، أو القدرة على تكوين التنظيمات المدركة للأشكال بالنسبة للشخص الملاحظ في بعدين أو ثلاثة أبعاد، ويتطلب النجاح في هذا المكون استخدام عمليات التدوير الذهني بفاعلية تتميز بالسرعة والدقة.

وقد أشار وليد حامد الشقور (٢٠١٠، ٤) إلى ارتباط التدوير العقلي بمهارات التخيل التي تتطلب ترميزاً ومعالجة عقلية للنماذج الفراغية، لذلك فإن التدوير العقلي يحفز الطلبة على تكوين حلول تخيلية لكثير من مشكلات التعلم التي تواجههم. ومن غير القدرة على التدوير العقلي يصبح تعامل الطلبة مع كثير من موضوعات التعلم تعاملاً روتينياً بعيداً عن الفهم الجيد.

البعد الثالث: التصور المكاني Spatial Visualization يعرفه كلاً من Linn & Peterson أنه مُكون يظهر في المعالجة المعقدة متعددة المراحل للمعلومات الممثلة بالمكان، أو هو القدرة على تخيل الحركة والإحلال المكاني للشكل، والتعرف على المظهر الجديد أو المكان الجديد للأشياء التي تحركت أو عدلت داخل شكل معقد (Linn & Peterson, 1985, 1484).

وقد تناولت العديد من الدراسات تنمية القدرة المكانية من أكثر من منظور، ففي حين اتجه باحثون لدراسة أثر التدريب باستخدام بعض الأدوات والوسائل التعليمية على تنمية القدرة المكانية لدي

التلاميذ، اتجه أخرون لدراسة أثر التدريب وفق استراتيجيات تعليمية محددة على تنمية القدرة المكانية.

وفى دراسة قام بها لطفي عبد الباسط إبراهيم (١٩٩٤) لتحليل أداء مهام التدوير العقلي كأحد الأبعاد الهامة للقدرة المكانية، أشار إلى أن اختلاف الأفراد في أداء المهام المكانية يمكن أن يعزى إلى اعتمادهم على استراتيجيات معرفية مختلفة لمعالجة المعلومات المكانية. فذوى المستوي المرتفع للقدرة المكانية المرتفع، يقومون بتغيير اتجاه تدويرهم عند زاوية تدوير محددة –لشكل ما لمقارنته بشكل أخر– أسرع من أقرانهم الأقل في مستوي القدرة المكانية. ونادى بضرورة تدريب المتعلمين على مهام للتدوير العقلي واستراتيجيات المعالجة بما يحسن من القدرة المكانية، واقترح نموذجاً يوضح مراحل تجهيز المعلومات المكانية في حالة التدوير العقلي. وعليه يرى الباحث أنه يمكن الاستناد للتدريب على الاستراتيجيات المعرفية كمدخلاً هاماً لبرامج تنمية القدرة المكانية .

كما أشارت هناء حامد زهران إلى ما توصلت له نتائج الدراسات من أن الاعتماد على التعلم بالمشاريع والعمل اليدوي يعتبر أحد أساليب تنمية التصور البصري المكاني كأحد أبعاد القدرة المكانية، كما أن توظيف العروض البصرية الكمبيوترية يسهم بما يتضمنه من أشكال وألوان وخطوط ثلاثية الأبعاد ورموز في تنميتها أيضا (هناء حامد زهران، ومحمود جابر حسن، ٢٠١٠، ٧٤).

دراسات تناولت تنمية القدرة المكانية بالوسائل التعليمية:

قام خالد عبد المنعم النفيسي (٢٠١١) بدراسة عن أثر اختلاف نوع أبعاد الصورة في القصة الإلكترونية على تنمية الذكاء المكاني لتلاميذ الصف الأول الابتدائي، ودراسة أثر نموذجين من القصص الإلكترونية أحدهما رسوم ثنائية البعد والثانية رسوم ثلاثية البعد على عينة من تلاميذ المرحلة الابتدائية مكونة من ٧٥ تلميذه مقسمة إلى ثلاث مجموعات، الأولي والثانية تجريبيتان والثالثة ضابطة. وقد وجد أن هناك فروقاً دالة إحصائيا في القدرة المكانية لصالح المجموعات التجريبية ترجع لأثر التدريب، وأن هناك فروق دالة إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية التي تم تدريبها باستخدام القصة ذات الرسوم ثلاثية الأبعاد.

وفى دراسة قام بها (Garcia et al., 2012) لبيان أثر استخدام ثلاث وسائل تعليمية في تنمية القدرة المكانية وهي الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR) والمستندات ثلاثية الأبعاد من

نوع (PDF3D) تبين أن الطلاب الذين تدربوا على استخدام الواقع المعزز شعروا بالإعجاب الشديد والدافع بشكل أكبر من أولئك الذين قاموا بالتدريب بالوسائل الأخرى. وكان ذلك نتيجة تجربتهم لتقنية جديدة لم يكن لديهم اتصال سابق بها، لذا فإن الاختلاف يرجع إلى حداثة التكنولوجيا.

وهدفت دراسة (Risma et al., 2013) إلى التعرف على كيفية تطوير الطلاب لقدراتهم على التصور المكاني. حيث وثقت هذه الدراسة النشاط التعليمي للطلاب في استكشاف بناء المكعبات. وكان الهدف من التجربة هو دعم تطوير قدرة التصور المكاني للطلاب، ودراسة كيفية تصور الطلاب وتفسيرهم لبناء المكعبات. وركز تحليل النشاط على استكشاف كيف يطور نشاط بناء المكعبات التصور المكاني للطلاب، والطريق المختلفة لتفسير الطلاب وتصورهم لبناء المكعبات، وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن نشاط بناء المكعبات يدعم تنمية قدرة الطلاب على التصور المكاني.

وحاول بيتر كول (Cole, 2016) دراسة تأثير التدريب باستخدام برمجيات الحاسب الآلي على تحسين مهارات القدرة المكانية لدي طلاب المعاهد العليا للهندسة. وتكونت عينة البحث من ٢٨٥ طالب، وتكونت العينة التجريبية من ١٦٣ فرد، والعينة الضابطة من ١٢٢ فرد، وتتراوح الأعمار بين ١٨ و٢٠ عام. وقد خلصت الدراسة إلى وجود فروق دالة احصائياً بين المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القدرة المكانية ترجع لأثر التدريب باستخدام برمجيات الحاسب الآلي.

ومما سبق يتضح أن أي أداة أو وسيلة تعليمية تعتمد بشكل أساسي على حاسة البصر، والرؤية والتخيل يمكن توظيفها، ودراسة مدى فعاليتها في تنمية القدرة المكانية في دراسات لاحقة.

٢- المحور الثاني: الروبوت التعليمي

الذكاء الاصطناعي والروبوت:

تكمن أهمية الإشارة إلى الذكاء الاصطناعي في الدراسة الحالية، لاعتماد الدراسة في المعالجة التجريبية على أداة تكنولوجية هي الروبوت التعليمي، الذي تقوم فكرة عمله على الذكاء الاصطناعي. وقد ساعدت آليات الذكاء الاصطناعي على ظهور مجالات متعددة مثل النظم الخبيرة، والبرمجة الآلية، ومعالجة اللغات الحية، والرؤية الحاسوبية، والروبوت، وألعاب الحاسوب.

وتظهر أهمية الروبوت لكونه أحد المجالات الحديثة التي حققت انتشارا سريعا وواسعا في الأوساط التعليمية، باعتباره مدخلا يستفاد منه في تعلم المبادئ الأساسية للعلوم وتطبيقاتها، وبالتالي أصبح

تعليم الروبوت واحداً من أولويات المدارس العصرية المواكبة والمشجعة للتكنولوجيا، والحريصة على إدخال طرائق وأساليب تعليم محفزة ومشجعة في تطوير مهارات الطلبة (داود الحدابي، ورجاء الجاجي، ٢٠١١، ٥١٠).

وقد شهدت السنوات الماضية تطورات علمية سريعة في تقنية المعلومات والاتصالات، مما جعل انتشارها وتطبيقها أمراً مألوفاً وشائعاً في عديد من مجالات الحياة اليومية للإنسان المعاصر، ومن بينها مجال التعليم. وتبدأ عملية تصميم وتركيب الروبوت من مبادئ بسيطة يستخدمها الطالب كمدخل لتعلم المبادئ الأساسية في العلوم من خلال هذا التطبيق أو ذاك (سيد محمد الهاشمي، ٢٠١٨، ١٦).

ومما سبق نتبين أن الروبوت يعتبر أحد أهم مجالات الذكاء الصناعي الحديثة التي يمكن استخدامها في مجالات التعليم والتدريب. كوسيلة تعليمية عملية تفتح أفاقاً لا حدود لها عند الطالب ليفكر، ويصمم، وينفذ، لكي يوظف المبادئ العلمية التي يعرفها، ويبحث عن تلك التي يحتاجها للوصول إلى هدفه في تنمية وتطوير قدراته ومنها القدرة المكانية.

الروبوت التعليمي Educational Robot:

كان أول ظهور لكلمة "الروبوت" عام ١٩٢١ في مسرحية تشيكية بعنوان روبوتات Rossum العالمية (Rossum's Universal Robots) للكاتب المسرحي التشيكي Karel Čapek وتشتق من كلمة تشيكية هي (Robota) وتعنى العمل الشاق وكان يطلق هذا اللفظ في مسرحيته لتشير إلى رجال آليين احتلوا الأرض (Schofield & LeRoy, 2018, 15).

ويتكون الروبوت التعليمي من أجزاء متعددة، يتم تجميعها لتقوم بأداء مهام محددة عن طريق اتباع مجموعة من التعليمات المحفوظة في الذاكرة الالكترونية للجهاز، ويتم تصميم هذه الأوامر عن طريق برمجيات متخصصة في الحاسوب، ومتصلة بأجزاء الروبوت. والروبوتات من التقنيات الحديثة التي بدأت تأخذ مكاناً بارزاً في جميع المجالات بالتدريج، وفى الحياة اليومية للأفراد في المدرسة والبيت، وما انعكس عنه من تأثيرات اجتماعية مهمة جدا على الأطفال والمراهقين، إذ يساعد في تطورهم ونموهم الثقافي والتعليمي (أمل محمد عبد الله البدو، ٢٠١٧، ١٤٠).

- خصائص الروبوت التعليمي:

للروبوت التعليمي خصائص ومميزات جعلته مقبولا ومرغوبا؛ ولاقي انتشارا كبيرا بين طلبة المدارس والجامعات، حيث يشجع هذا العلم علي التفكير والخيال والأبداع وينمي مهارات التفكير المنطقي والابتكاري لدي الطلبة. ويري العديد من التربويين أن الروبوت التعليمي يعد من البرامج التعليمية المهمة في مرحل التعليم، حيث يعتقدون أن التعليم من خلال تصميم وبناء وبرمجة الروبوت يقود إلى اكتساب المعرفة والمهارات الهندسية في مجال هندسة الحاسوب والهندسة الإلكترونية والميكانيكية، وهذا يعد من أولي متطلبات الدول التقدمة في نشاطها الأكاديمي والمهني.

ويؤكد عبد الملك الحلواني (٢٠١٦، ١٢٠) على تميز الروبوت التعليمي عن غيره من أدوات التعليم بتوفير فرصة التعلم عن طريق الفعل Learn By Doing. استخدام الروبوت في التعليم يختلف عن التجارب المخبرية التي تحتاج فترة زمنية قصيرة، وتكون محدودة الأهداف التي غالبا ما تكون نتائجها معروفة مسبقا. أما باستخدام الروبوت يستخدم الطالب العديد من الحواس والجوارح (السمع، الرؤية، النطق، تركيب باليد، الحركة) خلال تنفيذ التجربة.

ولذا يعد الروبوت أحد المجالات الحديثة التي حققت انتشاراً سريعاً وواسعاً في الأوساط التعليمية في أنحاء كثيرة من العالم. فتصميم وتركيب الروبوت يعتمد على مبادئ بسيطة، يفضلها الطالب كمدخل لتعلم المبادئ الأساسية في الهندسة والعلوم. ومن هنا يأتي دور الروبوت كوسيلة تعليمية عملية، تيسر مهمة الطالب لكي يفكر ويصمم وينفذ، ويستطيع توظيف المبادئ العلمية التي يعرفها، ويصحح أخطاءه حتى الوصول لتحقيق هدفه وتنفيذ المهام التي يستهدفها (هيئة تحرير مجلة فكر، ٢٠١٧، ١٠٧).

والبرامج المعتمدة على الروبوت كوسيلة تعليمية تساعد في توجيه الطلبة نحو دراسة مبادئ البرمجة والهندسة، من خلال قيامهم بصناعة (تجميع) الروبوتات الخاصة بهم وبرمجتها لتؤدي الوظيفة المطلوبة، وبالتالي تفتح آفاقاً لا حدود لها للطالب كي يفكر ويصمم وينفذ ويوظف المبادئ العلمية التي يعرفها. ويبحث عن تلك التي يحتاجها للوصول لهدفه. ويصنَف الروبوت على أنه تكامل وترابط بين العديد من العلوم الأساسية "الهندسة الميكانيكية والهندسة الكهربائية وعلوم الحاسب

الآلي. حيث إن الاندماج ما بين هذه العلوم هو ما تحظي به معظم الأبحاث الحديثة في العالم (أمل محمد البدو، ٢٠١٧، ١٤٢).

وعليه يرى الباحث الحالي أن إعطاء مثال مادي محسوس في العالم الواقعي، من الممكن أن يساعد الأفراد على التصور، وحل المشكلات التي لها بُعد بصري مكاني، بشكل أسرع من مجرد استخدام الورقة والقلم. كما أن الروبوت يوفر بيئة ملائمة للتجريب. إذ يمكن برمجة الروبوت للقيام بالمهام. ومن ثم ملاحظة أداء الروبوت لمعرفة ما إذا كان مطابقاً لما يتوقعه الفرد أم لا؟ ومن ثم تأتي فرصة التكرار للوصول إلى حل صحيح للمشكلة أو تنفيذ صحيح للمهمة. وبالتالي فإن سلطة الاكتشاف في التعليم الفعال من الممكن أن تتيسر بسهولة باستخدام الروبوت باعتباره أداة تعليم مساعدة.

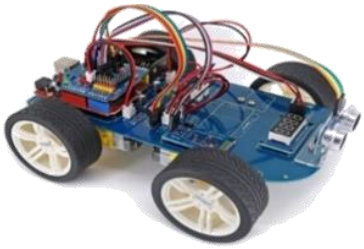
ولكن على الرغم من أن الروبوت التعليمي هو نهج متعدد التخصصات، إلا أنه من المهم أن يتم الإشارة إلى أن أنه لا يوجد توحيد لممارسات التدريس، أو المهام الخاصة بالتدريبات، أو منهجيات تقييم النتائج في برامج الروبوت التعليمي، مما يستدعى مزيد من الدراسات للوصول على أفضل سيناريو فيما يتعلق بالتقنيات والأساليب والجمهور المستهدف بالتدريب (Souza, et al., 2018, 1).

- أنواع الروبوتات التعليمية:

تستعرض عالية أحمد المساعيد (٢٠٢٠، ٢٢) أشهر أنواع الروبوتات التعليمية المستخدمة في المدارس ومراكز التدريب الخاصة بالتدريب على الروبوت والموجهة للطلاب. ومنها: روبوت (LEGO NXT)، روبوت (MBot Ultimate)، اسكراتش (Scratch)، RoboMind، Arduino Uno.

وحيث أن الروبوت من نوع Arduino غير مكلف نسبيًا مقارنة بمنصات وحدات التحكم الدقيقة الأخرى (Saidi, 2015)، لذلك فقد اعتمد الباحث في هذه الدراسة على الروبوت من نوع أردوينو وذلك لرخص ثمنه بحيث يكون في متناول التلاميذ في عينة الدراسة، كذلك سهولة العمل عليه وتضمنه على لغة برمجة سهلة. وهي لغة Arduino C والتي تعد نسخة مصغرة من اللغة المشهورة لغة C. كما يدعم هذا النوع من الروبوت إمكانية تجميع الأشكال والمحركات بأي تصميم يؤدى الغرض من المهمة.

الروبوت السيار Car Robot: إن الروبوت السّيار أشبه ما يكون بلعبة أطفال، كما هو مبين في الشكل (١) وهو النوع المستخدم في الدراسة الحالية.



(شكل ١) الروبوت السيار

وهو يتكون من هيكل يحتوي على عجلات ومحركات كهربائية وأجهزة استشعار موصلة كلها بوحدة الكترونية من نوع أردوينو (Arduino) للتحكم والقيادة.

- المحاكاة الإلكترونية Electronic Simulation:

عرفها محمد سيد العدوي وآخرون (٢٠١٢، ٢٣٧) بأنها برامج يتم فيها الاستفادة من الصوت والصورة والرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد لتقليد المواقف، أو الأنشطة العلمية، بصورة مشابهة للواقع. تتيح للمتعلم التفاعل معها بحواسه المختلفة واستيعابها، كما تتيح للمتعلم فرصة التجريب والاكتشاف وبناء معرفته في بيئة نشطة وآمنه بما يتلاءم مع قدراته وسرعته الخاصة وخصائصه المختلفة.

أهمية المحاكاة الإلكترونية في العملية التعليمية:

- توفر بيئة تعليمية مرنة يغلب عليها العرض باستخدام الوسائط المتعددة من صور متحركة وصوت.
- تتيح للمتعلم التدرج في اكتساب المهارات اللازمة بواسطة مراقبة أدائه فيها من خلال التغذية الراجعة التي تقدم له بواسطة البرنامج. بما يساهم في تنمية القدرات العقلية عن طريق الممارسة الفعلية، وتصحيح الأخطاء.
- تساعد على تنمية التصور والتفكير الإبداعي والابتكاري لدى المتعلم وأيضاً الملاحظة الدقيقة والدراسة الواعية (إيمان مهدي محمد، ٢٠١٧، ٢٤).

وترجع أهمية استخدامها في الدراسة الحالية إلى أن تصميم الروبوت التعليمي، يتم وفق عمليات متعددة منها تخيل الحركة، وتصور المساحات والمسافات، والتحليل والتركيب، وحل المشكلات، والتخطيط والتقويم، وإدراك العلاقات المكانية بين أجزاء التصميم بهدف توصيل المكونات الإلكترونية، وعملية البرمجة، والتنفيذ. وتنطوي تلك العمليات على احتمال قوي لحدوث الأخطاء، ويصعب كشف موضع حدوث الخطأ إذا تمت هذه العمليات مباشرة بشكل عملي باستخدام أجزاء الروبوت. أما في حالة استخدام برنامج للمحاكاة، فإن البرنامج يقوم بمراقبة عملية التصميم والبرمجة والتنفيذ بشكل متتابع، ويظهر الخطأ في أي عملية مما يساعد الطالب على تقويم ذاته بشكل دقيق وسريع وميسر. ويركز على عمليات التعلم (Žlajpah, 2008, 880).

ومن ثم يرى الباحث الحالي أن توظيف المحاكاة داخل الموقف التعليمي يسهم في زيادة انخراط المتعلم في الموقف التعليمي، وتجسد للمتعلم المعلومات التي يصعب فهمها، وتنمي الخيال والإبداع لديه، وتضفي على الموقف التعليمي مزيد من التشويق والمتعة.

- علاقة الروبوت التعليمي والقدرة المكانية:

في دراسة قام بها بدر سليمان حمد، وآخرون (٢٠٢٠) تم استخدام الروبوت من نوع (Sphero) كوسيلة تعليمية ومحفزة في بيئة الصف الدراسي، وذلك بهدف قياس أثره على مستوى القدرة على الاستدلال المكاني الرياضي لدي عينة الدراسة. وتكونت عينة الدراسة من ٦٠ طالباً من الصف الرابع الابتدائي تم تقسيمهم إلى مجموعة تجريبية يطبق عليها استخدام الروبوت من نوع (Sphero) كوسيلة تعليمية ومجموعة ضابطة تتعلم بطريقة تقليدية. وتم الاعتماد في الدراسة على برمجة الروبوت فقط دون تصميم عملي له، مع استخدام طريقة البرمجة بدون كود. واستخدم الباحث المنهج شبة التجريبي في هذه الدراسة، للتحقق من فعالية استخدام الروبوت التعليمي على الاستدلال المكاني، وتم استخدام المعالجة التجريبية والأساليب الإحصائية المناسبة، وأظهرت نتائج الدراسة أن هناك فروقاً دالة إحصائياً بين متوسطات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية التي استخدم الروبوت التعليمي في تدريسهم.

- فروض الدراسة:

ومن ثم تسعى الدراسة الحالية إلى اختبار صحة الفروض التالية:

١- توجد فروق بين متوسطات رتب درجات أفراد المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القياس البعدي على اختبار القدرة المكانية.

٢- توجد فروق بين متوسطات رتب درجات أداء المجموعة التجريبية في القياس القبلي والبعدي على اختبار القدرة المكانية.

سابعاً: إجراءات الدراسة:

أ) منهج الدراسة: اعتمد الباحث الدراسة الحالية على المنهج شبة التجريبي، ذو تصميم العينتين التجريبية والضابطة.

ب) المشاركون في الدراسة: شارك في هذه الدراسة (٤٠) تلميذاً وتلميذة تم اختيارهم من المجتمع الأصلي من تلاميذ المرحلة الإعدادية بمدرسة مصر الحرة الرسمية للغات بشبين الكوم بمحافظة المنوفية، تراوحت أعمارهم بين (١٣.٥ – ١٤) عاماً بمتوسط عمري (١٣.٨٦) وانحراف معياري (٠.٢٣)، تم تقسيمهم إلى:

١- **المشاركون في التحقق من الخصائص السيكومترية لأدوات الدراسة:** تم اختيار المشاركين في التحقق من الخصائص السيكومترية لأدوات الدراسة من بين تلاميذ المرحلة الإعدادية بمدرسة مصر الحرة الرسمية للغات بشبين الكوم بمحافظة المنوفية وبلغ عددهم (١٠) تلاميذ.

٢- **المشاركون في الدراسة الأساسية:** تم اختيار المشاركين في التحقق من الخصائص السيكومترية لأدوات الدراسة من بين تلاميذ المرحلة الإعدادية بمدرسة مصر الحرة الرسمية للغات بشبين الكوم بمحافظة المنوفية وبلغ عددهم (٣٠) تلميذ وتلميذة، وذلك لدراسة مدى فعالية التدريب على مهام الروبوت وتنمية القدرة المكانية لدي التلاميذ في عينة الدراسة.

ج) الخطوات الإجرائية للدراسة:

١- قام الباحث بدراسة استطلاعية بتطبيق أدوات الدارسة على مجموعة الضبط السيكومتري لمدة يومين للتحقق من عدم وجود معوقات أثناء التطبيق.

٢- إعداد البرنامج التدريبي، وفق النتائج التي توصل لها الباحث من التجربة الاستطلاعية، وبالاستناد للدراسات السابقة في هذا المجال. بهدف التدريب على المهارات المتضمنة في القدرة المكانية، وبعد تحديد قائمة المهارات المتضمنة بناء على ما ورد في الإطار النظري.

٣- قام الباحث بتطبيق مقياس الذكاء المصور (اعداد أحمد زكى صالح) بهدف التحقق من الضبط التجريبي لعينة الدراسة، مع الالتزام بتطبيق التعليمات بكراسة الاختبار.

٣- تطبيق قبلي لمقياس القدرة المكانية (اختبار الإدراك المكاني من ضمن بطارية اختبارات القدرات العقلية الأولية، اعداد أحمد زكى صالح)، على افراد العينة من المجموعتين التجريبية والضابطة. وتسجيل درجاتهم. مع الالتزام بتطبيق تعليمات الاختبار، وطريقة حساب الدرجات على المقياس.

٤- قام الباحث بتطبيق جلسات البرنامج التدريبي والتي كان عددها سبعة عشر جلسة، في مدة سبعة أسابيع. اعتباراً من ٢٠٢١/١١/١٥م حتى ٢٠٢١/١٢/٣٠م.

٥- قام الباحث بتطبيق بعدي لمقياس القدرة المكانية (اختبار الإدراك المكاني من ضمن بطارية اختبارات القدرات العقلية الأولية، اعداد أحمد زكى صالح)، على افراد العينة من المجموعتين التجريبية والضابطة. وتسجيل درجات الأفراد. مع الالتزام بتعليمات التطبيق بكراسة تعليمات الاختبار، وطريقة حساب الدرجات على المقياس.

٦- استخدم الباحث الأساليب الإحصائية المناسبة لاختبار صحة الفروض. والتوصل لنتائج البحث.

ثامناً: أدوات الدراسة: شملت أدوات الدراسة المقاييس الآتية:

١- مقياس الذكاء المصور (من إعداد: أحمد زكى صالح، ١٩٧٨)

٢- اختبار القدرة المكانية (إعداد: أحمد زكى صالح، ١٩٧٦)

٣- البرنامج التدريبي (إعداد الباحث الحالي)

وتفاصيل ما سبق على النحو التالي:

١) مقياس الذكاء المصور (أحمد زكى صالح، ١٩٧٨):

هو مقياس شائع الاستخدام في البيئة العربية ويطبق بطريقة جماعية، وقد تم اختباره وتقنينه على البيئة المصرية، ويتمتع المقياس بدرجة عالية من الثبات، إذ تراوحت معاملات الثبات في الدراسات بين (٠.٧٥-٠.٨٥)، كما تم التأكد من صدقه سواء عن طريق دراسة ارتباطه بغيره من الاختبارات،

أو عن طريق التحليل العاملي. لذا رأى الباحث عدم إجراء المعاملات العلمية للصدق والثبات، لحفظ الوقت والجهد. واستخدم الباحث الحالي هذا المقياس في الضبط التجريبي بالدراسة الحالية.

والفكرة الرئيسة التي يقوم عليها الاختبار هي التصنيف. حيث ينظر التلميذ للأشكال الخمس في الصور، وعليه تحديد علاقة التشابه بينها. وينتقى الشكل المختلف عن الأشكال الأربعة الأخرى، أي الشكل الذي ليس له علاقة بباقي الأشكال. وقد روعي في تصميم الاختبار خلوه من أي عنصر لا ينتمي للبيئة المصرية، ويتكون الاختبار من (٦٠) سؤالاً، ويخصص للإجابة على الاختبار عشر دقائق فقط بعد قراءة التعليمات، والتأكد من فهمها جيداً من قبل المفحوصين. ودرجة الاختبار هي مجموع الدرجات الصحيحة التي يحصل عليها المفحوص بعد إجابته على أسئلة الاختبار، ويتم حساب معدل الذكاء بمقارنة درجة الاختبار بالدرجة المعيارية بجدول المعايير الخاص بالاختبار (أحمد زكى صالح، ١٩٧٨، ٣).

- **الهدف من الاختبار:** يهدف هذا الاختبار إلى تقدير القدرة العقلية العامة لدى الأفراد من سن الثامنة إلى السابعة عشر، وقد ثبت من الدراسات المتعددة التي استعمل فيها الاختبار أنه مفيد جداً في حالات التشخيص الأولي (أحمد زكى صالح، ١٩٧٨، ٤).

٢) اختبار الإدراك المكاني (أحمد زكي صالح، ١٩٧٦):

وقد أعد هذا الاختبار أحمد زكي صالح (١٩٧٦)، على أساس اختبار ثرستون للقدرات العقلية الأولية، والتي تشمل: اختبار معاني الكلمات، واختبار الإدراك المكاني، اختبار التفكير، اختبار القدرة العددية. تبين من الدراسات والأبحاث المتعددة التي أجريت عليه أن درجات ثباته على النحو التالي (الفهم اللغوي ٠.٨٧، والإدراك المكاني ٠.٩١، والتفكير ٠.٨١، أما العددي ٠.٩٢، بالإضافة إلى استخراج صدق الاختبار بمعاملات الارتباط بمختلف أقسامه الأربعة واختبارات الذكاء الأخرى (منى أحمد محمد سابق، ٢٠١٥).

ويعتبر هذا النوع من الاختبارات الجمعية غير اللفظية، حيث يطبق بشكل جمعي على عدد من الأفراد في وقت واحد بواسطة فاحص واحد، ولا يعتمد على اللغة في أداء الاختبار، وإنما تستخدم فقط اللغة عند شرح تعليمات الاختبار من قبل الباحث للمفحوصين. وبالنسبة لاختبار الإدراك المكاني فهو مخصص لقياس قدرة المفحوص على التفريق بين الأشكال السوية والأشكال المعكوسة

أو المقلوبة. ويتكون الاختبار من (٢٠) سؤالاً، ويخصص للإجابة على الاختبار عشر دقائق فقط بعد قراءة التعليمات، والتأكد من فهمها جيداً من قبل المفحوصين. حيث يعرض الاختبار الأسئلة على هيئة صفوف، يتكون كل صف من عدد ٧ صور لأشكال ورموز لكل سؤال، وتم عمل دوران أو انعكاس لكل صورة، وعلى المفحوص أن يقارن الصور الأولي مع باقي الصور في الصف، ثم يقوم باختيار الصور الصحيحة التي تتطابق مع الصورة الأولي في حالة تدويرها وليس عكسها. مع ملاحظة احتماليه وجود أكثر من صورة صحيحة. ويكون تصحيح الاختبار بعمل جدول يسجل فيه الإجابات الصحيحة والإجابات الخاطئة، وتكون درجة المفحوص هي الدرجة الإجمالية لعدد الإجابات الصحيحة بعد خصم عدد الإجابات الخاطئة. (احمد زكى صالح، ١٩٧٦)

- **الهدف من الاختبار:** يهدف هذا الاختبار إلى تقدير القدرة المكانية لأفراد من سن الثالثة عشر إلى السابعة عشر.

٣) البرنامج التدريبي القائم على مهام الروبوت:

الهدف العام: هو تنمية القدرة المكانية لدى عينة من بين تلاميذ المرحلة الإعدادية، من خلال الجلسات التدريبية القائمة على مهام الروبوت التعليمي، والتعرف على الفروق في الأداء، التي قد ترجع للنوع (جنس)، أو مستوي صعوبة المهام.

وقد تم عرض جلسات البرنامج التدريبي على مجموعة من المحكمين، وعمل التعديلات اللازمة.

ويتضمن البرنامج التدريبي عدد من المهام هي:

مهام التدريب الأول: يقوم المتدرب بمهام بناء الروبوت السيار، وتشمل مهام التصميم الهندسي، والبرمجة، والفك والتركيب. وذلك في ثلاث مستويات متدرجة الصعوبة، حيث **المستوي الأول** لبناء روبوت ثنائي العجلات يتحرك للأمام والخلف فقط، **والمستوي الثاني** لبناء روبوت ثنائي العجلات يتحرك في جميع الاتجاهات، **والمستوي الثالث** بناء روبوت رباعي العجلات يتحرك في جميع الاتجاهات. ويقاس أداء المتدرب بتسجيل الباحث لعدد الأخطاء التي يسجلها برنامج المحاكاة باستخدام بطاقة ملاحظة، ثم يقوم الباحث بتحويل هذه الدرجات إلى معدل للأداء قياساً على درجات الأداء بالدراسة الاستطلاعية.

مهام التدريب الثاني: وفيها يقوم المتدرب بمهمة تحريك الروبوت السيار بشكل مبرمج مسبقاً، بتقدير المسافات والعلاقات المكانية ذهنياً، ثم كتابة قيم هذا التقدير في برنامج التحكم المعد من قبل الباحث لتحريك الروبوت وفقاً لهذه القيم، وذلك في ثلاث مستويات متدرجة الصعوبة، حيث في **المستوي الأول** مهمة تحريك الروبوت السيار في مسار مستقيم لمسافة محددة سابقاً من قبل الباحث ولا يعلمها التلاميذ في المجموعة التجريبية (مجموعة التدريب). **والمستوي الثاني** مهمة تحريك الروبوت السيار في مسار محدد المسافة مسبقاً من قبل الباحث في اتجاه مستقيم، ثم الدوران جهة اليمين للوصول لنقطة الهدف. **والمستوي الثالث** مهمة تحريك الروبوت السيار في مسار محدد المسافة مسبقاً من قبل الباحث في اتجاه مستقيم، ثم الدوران جهة اليمين لمسافة محددة، ثم الحركة في اتجاه معاكس للوصول لنقطة الهدف. ويقاس أداء المتدرب بحساب مسافة الخطأ من نقطة الهدف المطلوب الوصول إليها، ويتم تسجيلها من قبل الباحث باستخدام بطاقة ملاحظة، ثم يقوم الباحث بتحويل هذه الدرجات إلى معدل للأداء قياساً على درجات الأداء بالدراسة الاستطلاعية.

مهام التدريب الثالث: وفيها يقوم المتدرب بمهمة تحريك الروبوت السيار يدوياً عن بعد باستخدام برنامج يعمل على هاتف محمول، معتمداً على التآزر العقلي الحركي للمتدرب، بحيث يتحرك الروبوت من نقطة البداية إلى نقطة النهاية في ثلاث مستويات متدرجة الصعوبة، حيث **المستوي الأول** مهمة تحريك الروبوت عن بعد باستخدام برنامج أندرويد –معد من قبل الباحث– للحركة داخل مسار معد مسبقاً، وهو مسار يتكون من الحركة في اتجاه مستقيم، ثم الدوران جهة اليسار، ثم الحركة بشكل مستقيم للوصول لنقطة الهدف. **والمستوي الثاني** مهمة تحريك الروبوت عن بعد باستخدام برنامج أندرويد –معد من قبل الباحث– للحركة داخل مسار معد مسبقاً، وهو مسار يتكون من حركة الروبوت في اتجاه مستقيم، ثم الدوران جهة اليسار، ثم الحركة بشكل مستقيم، ثم الدوران مرة أخري جهة اليسار، ثم الحركة المستقيمة للوصول لنقطة الهدف. **والمستوي الثالث** مهمة تحريك الروبوت عن بعد باستخدام برنامج أندرويد –معد من قبل الباحث– للحركة داخل مسار معد مسبقاً، بحث يتحرك الروبوت في خط مستقيم، ثم دوران لليمين، ثم حركة بشكل مستقيم، ثم دوران لليمين، ثم حركة مستقيمة، ثم دوران لليمين، ثم حركة مستقيمة، ثم دوران لليسار، ثم حركة مستقيمة للوصول لنقطة الهدف. ويقاس أداء المتدرب بحساب الزمن الذي استغرقه المتدرب في أداء مهمة

التحريك من نقطة البداية حتى الوصول للهدف، ويتم تسجيله من قبل الباحث باستخدام بطاقة ملاحظة، ثم يقوم الباحث بتحويل الزمن إلى معدل للأداء قياساً على درجات الأداء بالدراسة الاستطلاعية.

استغرق تطبيق البرنامج سبعة أسابيع بداية من (٢٠٢١/١١/١٥) حتى (٢٠٢١/١٢/٣٠).

- **الأساس النظري للبرنامج:**

اعتمد الباحث على مصادر عدة في بناء البرنامج، ومنها ما يلي:

– الإطار النظري للدارسة وما تضمنه من تناول (مفهوم القدرة المكانية)، وأبعادها والنظريات المفسرة لها، وأهميتها في مجالات مهمة كالتوجيه الأكاديمي والمهني.

– البحوث والدراسات العربية والأجنبية السابقة التي تناولت تنمية القدرة المكانية، سواء بالاعتماد على استراتيجيات تعليمية، أو أدوات محددة، أو تحليل لمهام الأداء العقلي في القدرة المكانية بهدف الارتكاز على هذا التحليل كمدخل لتنمية القدرة المكانية. وسواء كانت هذه الدراسات قد تناولت تنمية القدرة المكانية بشكل مباشر أو غير مباشر.

– الاستناد إلى الدراسات السابقة لتحديد المهارات المتضمنة في القدرة المكانية من المظاهر السلوكية المتضمنة في تعريفات القدرة المكانية، وكذلك المهارات المتضمنة في الأداء على مقاييس القدرة المكانية.

– البحوث والدراسات التي أثبتت أثر ممارسة البرمجة والتدريب عليها في تنمية القدرة المكانية، والدراسات التي تناولت تنمية القدرة المكانية باستخدام أدوات الفك والتركيب مثل المكعبات. كذلك الدراسات التي أثبتت العلاقة الإيجابية بين التدريب على الأنشطة الهندسية، والرسم، والتصميم بتنمية القدرة المكانية. ولما كانت تدريبات الروبوت التعليمي تتضمن أربع مهارات (البرمجة– التصميم الهندسي– الفك والتركيب – التحريك)، فقد افترض الباحث بأن التدريب عليها سيكون له أثر فعال في تنمية القدرة المكانية لدي التلاميذ في المرحلة الإعدادية.

- **صدق مهام الروبوت التعليمي:**

قام الباحث في الدراسة الحالية بالتحقق من صدق مهام الروبوت التعليمي المتضمنة في البرنامج التدريبي باستخدام اختبار Spearman Correlation لحساب معاملات الارتباط بين متوسطات رتب درجات أداء المجموعة الاستطلاعية في مهام تحريك الروبوت المبرمج للتدريب الثاني، ومهام تحريك الروبوت عن بعد للتدريب الثالث، ودرجات الأفراد في اختبار القدرة المكانية من اعداد أحمد زكى صالح، وجدول (١) يبين ذلك:

جدول (١)

معاملات الارتباط بين متوسطات رتب درجات أداء المجموعة الاستطلاعية في التدريب الثاني والثالث من البرنامج التدريبي وبين درجاتهم في اختبار القدرة المكانية

القدرة المكانية / مهام الروبوت التعليمي	معامل الارتباط	الدلالة الإحصائية
مهمة التحريك المبرمج للروبوت التعليمي (التدريب الثاني)	٠.٧٣	دالة عند مستوي ٠.٠٥
مهمة التحريك عن بعد للروبوت التعليمي (التدريب الثالث)	٠.٨٦	دالة عند مستوي ٠.٠١

يتبين من جدول (١) السابق وجود علاقة ارتباطيه موجبة دالة عند مستوى (٠.٠٥) بين درجات القدرة المكانية ورتب درجات أداء المجموعة الاستطلاعية في مهمة التحريك المبرمج للروبوت التعليمي، ووجود علاقة ارتباطية موجبة دالة عند مستوي (٠.٠١) بين درجات القدرة المكانية وفئات درجات أداء المجموعة الاستطلاعية في مهمة التحريك عن بعد للروبوت التعليمي. مما يشير إلى وجود ارتباط دال احصائياً بين مستوى القدرة المكانية لدي أفراد المجموعة، وبين أداءهم على مهام الروبوت بما يشير إلى تمتع مهام التدريب الحالي بصدق تلازمي مناسب.

تاسعاً: نتائج الدراسة وتفسيرها: يعرض الباحث في هذا المحور نتائج التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS الإصدار ٢٥، حيث يبدأ بعرض النتائج المتعلقة بفروض الدراسة:

١- **نتائج الفرض الأول:** ينص الفرض الأول على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي ≤ ٠.٠٥ بين متوسطات رتب درجات أفراد المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القياس البعدي لاختبار القدرة المكانية"، ولاختبار صحة هذا الفرض استخدم الباحث اختبار ويلكوكسون Wilcoxon لإشارات الرتب للدرجات المرتبطة، وجدول (٢) يوضح نتيجة هذا الإجراء:

جدول (٢)

دلالة الفروق بين متوسطات رتب درجات أداء المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمقياس القدرة المكانية

المقياس	اتجاه فروق الرتب	ن	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة Z	مستوى الدلالة
القدرة المكانية	السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.٣١	داله عند مستوى ٠,٠١
	الموجبة	١٤	٧.٥٠	١٠٥.٠٠		
	المتساوية	٠				

يتضح من جدول (٢) السابق وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات رتب درجات أداء بالمجموعة التجريبية قبل وبعد تطبيق البرنامج في مقياس القدرة المكانية لصالح القياس البعدي، مما يعنى تحسن أداء تلاميذ المجموعة التجريبية بعد تعرضهم لجلسات البرنامج.

٢- **نتائج الفرض الثاني:** ينص الفرض الثاني على أنه: " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات رتب درجات أداء المجموعتين التجريبية والضابطة على مقياس القدرة المكانية في القياس البعدي لصالح المجموعة التجريبية"، ولاختبار صحة هذا الفرض استخدم الباحث اختبار مان ويتني Mann–Whitney للعينات المستقلة، وجدول (٣) يوضح نتيجة هذا الإجراء:

جدول (٣)

دلالة الفروق بين متوسطات رتب درجات أداء المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القياس البعدي لمقياس القدرة المكانية

مقياس	المجموعة	ن	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة U	قيمة Z	مستوى الدلالة
القدرة المكانية	تجريبية	١٤	٣٧.٦٥	٤.٤٥	٢١.٦١	٣٠٢.٥٠	٠.٠٠	٣.٥٧	دالة عند مستوى ٠,٠١
	ضابطة	١٦	٢٨.٩٤	٥.٥٣	١٠.١٦	١٦٢.٥٠			

يتضح من جدول (٣) السابق وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات رتب درجات أداء التلاميذ بالمجموعتين التجريبية والضابطة بعد تطبيق البرنامج في مقياس القدرة المكانية لصالح المجموعة التجريبية، مما يعنى تحسن أداء تلاميذ المجموعة التجريبية بعد تعرضهم لجلسات البرنامج، وأن هذه الفروق ليست ناتجه عن عامل النضج.

تفسير نتائج الدراسة:

تتفق نتائج الدارسة الحالية مع نتائج ما جاء بدراسة ماهر محمد زنقور (٢٠١٣) حول أثر برمجية تفاعلية قائمة على المحاكاة الحاسوبية للأشكال الهندسية ثلاثية الأبعاد في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب الصف الثاني المتوسط بمنطقة الباحة، حيث تعتبر المحاكاة من أدوات البرنامج التدريبي بالدراسة الحالية، وثبت من الدراسات السابقة فعاليتها في تحسين مهارات التفكير البصري والقدرة المكانية، ودراسة سمير بن علي خرمي (٢٠١٥) حول أثر التدريس باستعمال لغة برمجة اللوغو في تنمية التحصيل الهندسي والقدرة على التصور البصري المكاني لدى طلاب الصف الرابع الابتدائي، ومهمة البرمجة من مهام الروبوت التعليمي، ودراسة سلوى حمدي فخر (٢٠١٩) حول أثر التغذية الراجعة التفسيرية داخل كائنات التعلم الرقمية على تنمية مهارات التفكير التخيلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، والتي تعتبر مدخل من مداخل البرنامج التدريبي الحالي في استخدام المحاكاة كأداة رقمية للتغذية الراجعة الفورية، ودراسة بدر سليمان حمد وآخرون (٢٠٢٠) عن أثر استخدام الروبوت التعليمي في تنمية مهارة الاستدلال المكاني لطلاب الصف الرابع الابتدائي، وقد تختلف نتيجة الدراسة الحالية جزئياً مع ما جاء بالدراسات السابقة وقد يعود سبب ذلك إلى اختلاف العمر الزمني للعينة أو المتغيرات الديموغرافية لها بسبب اختلاف البعد الجغرافي والذي أدى للاختلاف الثقافي. وتفسير هذه النتائج يشير إلى فعالية استخدام أكثر من مدخل تدريبي لتنمية

القدرة المكانية، ومن أمثلتها التدريب على مهام الروبوت التعليمي. الذي يعتمد على مهام التصميم والبرمجة، والفك والتركيب، والتحريك.

عاشراً: توصيات الدراسة: في ضوء النتائج التي أسفرت عنها الدراسة تمت صياغة بعض التوصيات المتصلة بموضوع الدراسة وهي:

١- توجيه اهتمام القائمين على تصميم البرامج التدريبية التعليمية، إلى التوسع في استخدام الروبوت التعليمي كأداة تكنولوجية حديثة، تتيح الاعتماد على أكثر من مدخل للتدريب.

٢- تعميم تدريبات الروبوت التعليمي في المدارس الحكومية، خصوصاً من النوع الأكثر انتشاراً والأقل تكلفة المشار إليه بالبرنامج التدريبي بهذه الدراسة.

٣- توجيه المؤسسات التربوية بالاهتمام بالبرامج التدريبية التي تستهدف تنمية وتحسين القدرات العقلية.

٤- تدريب المعلمين بالمدارس على أحدث التقنيات التكنولوجية المساعدة، ومن أحدثها الروبوت التعليمي.

٥- تضمين مهارات القدرات العقلية، ومن أهمها القدرة المكانية بالمقررات الدراسية، كمدخل لتنمية هذه القدرة.

مقترحات الدراسة:

١- إجراء المزيد من الدراسات حول القدرة المكانية، وطرق تنميتها باستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة، مثل الهواتف الذكية أو الواقع الافتراضي بموقع الفيسبوك Metaverse.

٢- إجراء دراسات عامليه تدرس العلاقة بين التدريب على الروبوت التعليمي، وابعاد القدرة المكانية بشكل أكثر تفصيلاً.

٣- اجراء دراسات حول الآثار النفسية المترتبة على تعامل الأطفال مع أجهزة الروبوت بأنواعها (الترفيهية، والتعليمية).

٤- اجراء دراسات حول تأثير برامج التدريب باستخدام الروبوت التعليمي على قدرات عقلية أخري، وعلى عينات مختلفة من الطلاب.

المراجع

أولا : المراجع العربية

- احمد زكي صالح (١٩٧٦). اختبار القدرات العقلية الأولية. القاهرة: الأنجلو المصرية.
- احمد زكي صالح (١٩٧٨). تعليمات اختبار الذكاء المصور. القاهرة: المطبعة العالمية.
- احمد زكي صالح (١٩٧٩). علم النفس التربوي (ط١١). القاهرة: النهضة المصرية.
- أمل محمد عبد الله البدو (٢٠١٧). أثر التدريس المعملي اعتماداً على الروبوت التعليمي في تنمية التحصيل الرياضي لطالبات الصف الثاني عشر علمي لمدارس عمان. الأردن: المجلة الدولية لتطوير التفوق، ٨(١٥)، ص.ص:١٣٣-١٥٢.
- إيمان مهدي محمد (٢٠١٧). أثر التفاعل بين نمط الدعم الإلكتروني والأسلوب المعرفي داخل برمجية محاكاة في تنمية مهارات برمجة الروبوت التعليمي والدافعية للإنجاز لدى طالبات الدبلوم الخاص بجامعة الملك عبد العزيز، مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية، ١١، ص.ص:١-٨٧.
- بدر سليمان حمد، ومعيض عبد الرحمن العمري (٢٠٢٠). أثر استخدام الروبوت التعليمي (Educational Robot) في تنمية مهارة الاستدلال المكاني لطلاب الصف الرابع الابتدائي في منهج الرياضيات. مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، قسم تقنيات التعليم، جامعة الملك عبد العزيز. ٥٧، ص.ص:٢٣٠-٢٥٧.
- بشاير خميس حسين (٢٠١٣). الفروق في الذكاء المكاني البصري والذكاء العام تبعا لمتغيري العمر والنوع الاجتماعي في مرحلة رياض الأطفال في دولة الكويت، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الخليج العربي، البحرين.
- جابر عبد الحميد جابر (٢٠٠٣). الذكاءات المتعددة والفهم تنمية وتعمقاً (ط١). القاهرة: دار الفكر العربي.
- حيدر علي البلوشي (٢٠١٠). فعالية استخدام برنامج AUTOCAD في تنمية الذكاء المكاني والتحصيل الدراسي في مقرر الهندسة لدي طلاب الكلية الفنية الجوية، رسالة ماجستير، جامعة مؤته، الأردن.
- خالد بن سعد المطرب (٢٠١٤). علاقة القدرة المكانية بالقدرات العامة والتحصيل لدي طلبة الهندسة والتربية الفنية، مجلة جامعة الشارقة، ١٢(١)، ص.ص:٨١-١١٠.

- خالد عبد المنعم النفيسي (٢٠١١). أثر اختلاف نوع أبعاد الصورة في القصة الإلكترونية على تنمية الذكاء المكاني لتلاميذ الصف الأول الابتدائي ورضا أولياء أمورهم بدولة الكويت، ماجستير، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، البحرين.
- خميس محمد خميس (٢٠١٥). وحدة مقترحة في تدريس الجغرافيا قائمة على الخرائط الإلكترونية وأثرها في تنمية أبعاد الإدراك المكاني لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية. ٧٢، ص.ص:١٨٣-٢٢٧.
- داود الحدابي، ورجاء الجاجي (٢٠١١). أثر التدريب في بناء وبرمجة الروبوت على تنمية مهارات التفكير الإبداعي ومهارات التفكير العلمي لدى عينة من الطلبة الموهوبين. المؤتمر العلمي العربي الثامن لرعاية الموهوبين والمتفوقين – الموهبة والإبداع منعطفات هامة في حياة الشعوب، ج١، عمان: المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين، ص.ص:٥٠٧ – ٥٤٤.
- سلوى حمدي فخر، ومحمود حافظ عبد الجواد، ومحمد عطية خميس، وأحمد محمد يوسف (٢٠١٩). أثر التغذية الراجعة التفسيرية داخل كائنات التعلم الرقمية على تنمية الجانب المعرفي وبعض مهارات التفكير التخيلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية: جامعة الفيوم – كلية التربية، ٥(١١)، ص.ص:٣٩٩ – ٤٥٧.
- سمير بن علي خرمي (٢٠١٥). أثر التدريس باستعمال لغة اللوغو في تنمية التحصيل الهندسي والقدرة على التصور البصري المكاني لدى طلاب الصف الرابع الابتدائي. مجلة العلوم التربوية والنفسية، مج١٦، ٤، ص.ص:٢٠٩-٢٤٠.
- سيد محمد الهاشمي (٢٠١٨). فاعلية الوسائط الفائقة التكيفية في تنمية مهارات برمجة الروبوت التعليمي لدي تلاميذ المرحلة المتوسطة. مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية، ع١٧(٤)، ص.ص:١-٣٦.
- طارق عبد الرؤوف عامر، ربيع محمد (٢٠٠٨). الذكاءات المتعددة. الأردن: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.
- عالية أحمد المساعيد. (٢٠٢٠). درجة استخدام الروبوت التعليمي لدي معلمي المدارس الخاصة في عمّان والتحديات التي تواجههم. ماجستير، كلية العلوم التربوية، جامعة الشرق الأوسط، الأردن.
- عبد الرحمن سيد سليمان (٢٠٠١). المتفوقين عقلياً. القاهرة: مكتبة زهراء الشرق.
- عبد الملك الحلواني (٢٠١٦). نموذج جديد في تدريس العلوم والرياضيات باستخدام الروبوت. المجلة العربية للمعلومات، ٢٦(٢)، ص.ص:١١٦-١٣٢.

- علي صكر الخزاعي، ونصير محمد محمود (٢٠١٩). القدرة المكانية لدى طلبة مدارس المتميزين وأقرانهم العاديين. مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل، ٤٣، ص.ص:١٤٢٤-١٤٤٣.
- عمرو محمد درويش، وأماني احمد الدخني (٢٠١٥). نمطا تقديم الإنفو جرافيك (الثابت/المحرك) عبر الويب وأثرهما في تنمية مهارات التفكير البصري لدي أطفال التوحد واتجاهاتهم نحو. مجلة دراسات وبحوث في تكنولوجيا التعليم، ٢٥(٢)، ص.ص:٢٦٥-٣٦٤.
- عيدة منيزل حريث الرويلى (٢٠١٨). أثر استخدام برنامج تعليمي باستخدام الروبوت الآلي في تنمية التحصيل بمادة الرياضيات لدي الطالبات الموهوبات والمتفوقات. المجلة التربوية، ٣٣(١٢٩)، ص.ص:١٨٣-٢١٤، جامعة الكويت.
- غادة خالد عيد (٢٠٠٨). التنبؤ بنجاح طلاب جامعة الكويت وطالباتها في ضوء القدرة على التصور المكاني وبعض المتغيرات الأخرى، مجلة كلية التربية، جامعة الإمارات العربية المتحدة، ٢٥، ص.ص:١-٤٢.
- لطفي عبد الباسط ابراهيم (١٩٩٤). تحليل أداء مهام التدوير العقلي: دراسة للقدرة المكانية في إطار مدخل تجهيز المعلومات، مجلة البحوث النفسية والتربوية - كلية التربية جامعة المنوفية – مصر، ١٠(٢)، ص.ص:٩٦-١٥٠.
- ماريان منصور (٢٠١٥). أثر استخدام تقنية الإنفوجرافيك القائم على نموذج أبعاد التعلم لمارزانو على تنمية بعض مفاهيم الحوسبة السحابية وعادات العقل المنتج لدى طلاب التربية، المجلة العملية لكلية التربية، جامعة أسيوط، ٣١(٥)، ج١، ص.ص:١٢٥-١٦٧.
- ماهر محمد صالح زنقور (٢٠١٣). أثر برمجية تفاعلية قائمة على المحاكاة الحاسوبية للأشكال الهندسية ثلاثية الأبعاد في تنمية مهارات التفكير البصري والتعلم المنظم ذاتياً لدى طلاب الصف الثاني المتوسط بمنطقة الباحة، مجلة تربويات الرياضيات، مصر، ١٦(٢)، ص.ص:٣٠ -١٠٤.
- محمد سيد العدوي، و هبه فتحي حسن الدغيدي، ورزق حسن عبد النبي، وآمال حامد زيدان (٢٠١٢). فاعلية استخدام المحاكاة الكمبيوترية في تنمية التحصيل والاتجاه نحو التعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ذوي صعوبات تعلم العلوم .*مجلة كلية التربية بالإسماعيلية*، ٢٤، ص.ص:٢٢٥-٢٦٦.
- مروان أحمد (٢٠١٠). التخيل العقلي وعلاقته بالإدراك المكاني دراسة ميدانية على عينة من طلاب كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة دمشق، مجلة جامعة دمشق، ٢٦(٤)، ص.ص:٥٩٥-٦٢٤.

- هناء حامد زهران، محمود جابر حسن (٢٠١٠). فاعلية استخدام الالعاب التعليمية الكمبيوترية في تنمية مهارات التصور البصري المكاني للخرائط والاتجاه لدى طلاب المرحلة الإعدادية. مجلة الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة عين شمس. ١٥٨، ص.ص:٥٨-١١٢.
- هوارد جاردنر (٢٠٠٤). أطر العقل: نظرية الذكاءات المتعددة. (ترجمة: محمد بلال الجيوسي). الرياض: مكتب التربية العربي لدول الخليج.
- هوارد جاردنر (٢٠٠٥). الذكاء المتعدد في القرن الحادي والعشرين. (ترجمة: عبد الحكيم أحمد الخزامي). القاهرة: دار الفجر للنشر والتوزيع.
- هيئة تحرير مجلة فكر (٢٠١٧). الروبوت والمفهوم الجديد للتعليم الممتع. مجلة فكر، مركز العبيكان للأبحاث والنشر. ١٨، ص.ص:١٠٦-١٠٧.
- وليد حامد الشقور (٢٠١٠). تطور القدرة على التدوير العقلي لدى عينة من الطلبة الأردنيين، رسالة دكتوراه، جامعة اليرموك، الأردن.

ثانيا :المراجع الأجنبية

- Brittany, A. & Elizabeth, S. (2014). Info graphics: The new 5-paragraph essay. In 2014 rocky mountain celebration of women in computing Laramie, wy, USA.
- Cole, P. (2016). Measuring the effectiveness of software-based training to improve the spatial visualization skills of students in STEM disciplines in higher education institution. MSc, Dublin institute of technology, school of computing.
- Derby, Sharon J. (1989). Putting learning strategies to work. educational leadership, 46(4), 4-10.
- Garcia, M. & Martin-Gutierrez, J. & Gonzalez, C. & Corredeaguas, C. (2012). Methodologies and tools to improve spatial ability. procedia-social and behavioral sciences. 51, 736-744.
- Hegarty, M. (2010). Components of spatial intelligence. psychology of learning and motivation. Academic Press, 52, 265-297.
- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. Australian Primary Mathematics Classroom, 15(2), 22–27.

- Julià, C. & Antolí, J. (2015). Spatial ability learning through educational robotics. International Journal of Technology and Design Education. 26(2), 185-203.
- Linn, M., & Petersen, A., 1985, Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis, Child Development, 56, 1479-1498.
- Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. International Journal of Mathematics Teaching and Learning, 3(1), 1-10.
- Rahim, A. & el Mouhamad, A. (2019). Educational robotics is a useful tool in education. Rafik Hariri University.
- Risma, D. & Putri, R. & Hartono, Y. (2013). On developing students' spatial visualization ability. international education studies. 6, 1-12.
- Saidi, B. (2015). Building an autonomous robot & control it by application android. Master's thesis, Kasdi Merbah University, Algeria.
- Schofield, D. & LeRoy, N. (2018). Representing Robots: the appearance of artificial humans in cinematic media, journal of arts & humanities,7(5), 12-28.
- Souza, I., Andrade, W., Sampaio, L., & Araujo, A. (2018). A Systematic Review on the use of LEGO® Robotics in Education. 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 1-9.
- Wong, T., & Bireta, T. (2009). Spatial abilities and performances in robot navigation. The College of New Jersey Journal of Student Scholarship, 11, 1-10.
- Woolfolk, A. (2009). Educational psychology. active learning edition (Interpretation: Soetjipto, H.P. and Soetjipto, S.M) Part One. Yogyakarta: Student Library.
- Yilmaz. H. (2009). On the development and measurement of spatial ability. International Electronic Journal of Elementary Education Vol.1, Issue 2.
- Žlajpah, L. (2008). Simulation in robotics. mathematics and computers in simulation 79, 4, 879–897.