برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) لاكساب أطفال مرحلة الطفولة المبكرة مهارات التفكير الهندسي في ضوء نظرية Van Hiele

إعداد:

أ.د/ جنات عبد الغني البكاتوشي[١]

أ.م.د/ مروة أحمد عبد النعيم[٢]

مستخلص البحث:

يهدف البحث إلى تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة من خلال برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's)، واستخدم البحث المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعتين (تجريبية وضابطة) وتكوّنت العينة من ٦٠ طفلًا وطفلة، تم تقسيمهم على المجموعتين، وطُبقت أدوات شملت قائمة مهارات التفكير الهندسي، ومقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، إلى جانب البرنامج التدريبي المصمم.

وتوصلت نتائج البحث إلى: وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لصالح المجموعة التجريبية، ووجود فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة للمستوى البصري لصالح المجموعة التجريبية، ووجود فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة للمستوى التحليلي لصالح المجموعة التجريبية، ووجود فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لمستوى الاستدلال غير

[١] أستاذ مناهج الطفل – رئيس قسم العلوم التربوية –كلية التربية للطفولة المبكرة – جامعة الأسكندرية

[٢] أستاذ مناهج الطفل المساعد بقسم العلوم التربوية – كلية التربية للطفولة المبكرة – جامعة الأسكندرية

الشكلي لصالح المجموعة التجريبية، ووجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي ، وعدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية فى القياسين البعدي والتتبعى لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، وكذلك يسهم البرنامج في إحداث حجم أثر كبير في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال المجموعة التجريبية مقارنةً بالمجموعة الضابطة.

وأوصى البحث بتضمين مدخل STEM ونموذج (5E's) في برامج رياض الأطفال، وتدريب المعلمات على تفعيلهما لدعم التفكير الهندسي، مع مراعاة توظيف المستويات الثلاثة الأولى من نظرية Van Hiele في تصميم الأنشطة التعليمية.

الكلمات المفتاحية:

مدخل STEM – نموذج (5E's) – مهارات التفكير الهندسي – نظرية Van Hiele

A STEM-Based Program Using the 5E's Model to Develop Engineering Thinking Skills in Early Childhood Children in Light of Van Hiele's Theory

Abstract:

This research aims to develop engineering thinking skills among early childhood children through a program based on the STEM approach using the 5E's instructional model, The study employed a quasi-experimental design with two groups (experimental and control), The sample consisted of 60 children, equally divided between the two groups. The researchers applied several tools, including a list of engineering thinking skills, a pictorial engineering thinking skills scale, and the designed training program.

The results revealed statistically significant differences between the mean scores of the experimental and control groups in favor of the experimental group, Statistically significant differences were also found between the two groups in favor of the experimental group across the visual level, the analytic level, and the informal deductive reasoning level, Additionally, significant differences were observed between the pre- and post-measurements of the experimental group in favor of the post-measurement, However, no statistically significant differences were found between the post- and follow-up measurements. The program showed a large effect size in enhancing the engineering thinking skills of the children in the experimental group compared to the control group.

The study recommended integrating the STEM approach and the 5E's model into early childhood education programs and training teachers to apply them effectively to support engineering thinking; It also emphasized the importance of employing the first three levels of Van Hiele's theory when designing educational activities.

Keywords:

STEM Approach – 5E's Model – Engineering Thinking Skills – Van Hiele's Theory

المقدمة:

مرحلة الطفولة المبكرة من أهم المراحل في حياة الإنسان، حيث تشهد نموًا سريعًا في جميع جوانب الشخصية، وتشكل الأساس في إعداد الطفل تربويًا وتعليميًا، وتتسم هذه المرحلة بفضول الطفل وحبه للتعلم من خلال اللعب والتجريب، مما يستدعي استخدام استراتيجيات تعليمية حديثة تدعم الاستكشاف والتفكير الإبداعي.

وتُعد مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من الركائز الأساسية التي تسهم في بناء شخصية الطفل المعرفية وتنمية مهاراته العقلية والعملية منذ الصغر، إذ تساعد هذه المجالات على تعزيز مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات، وتُنمّي روح الفضول العلمي لديه، مما يُمكنه من طرح الأسئلة، واستكشاف الظواهر، وربط المفاهيم بالحياة اليومية، وتدعم قدرته على التكيف في عالم متغير ملىء بالتحديات.

وفي هذا السياق، ظهر مدخل STEM[٣] فى التعليم، كأحد أبرز هذه الاستراتيجيات، لما له من دور فعّال في دمج مجالات العلوم(Science)، والتكنولوجيا(Technology)، والهندسة(Engineering)، والرياضيات(Mathematics) داخل بيئة تعليمية تفاعلية تعزز التعلم المتكامل وتُنمّي مهارات التفكير النقدي والإبداعي لدى الأطفال، ويُعد هذا البرنامج بمثابة مدخل تربوي حديث يسهم في تطوير قدرات الطفل من خلال أنشطة قائمة على التجريب والتعلم النشط.

إن تطبيق مدخل STEAM في مرحلة الطفولة المبكرة يمنح الطفل فرصة للتعلم من خلال التجربة والاكتشاف، ويُعزز قدرته على حل المشكلات بطريقة إبداعية باستخدام أدوات وتقنيات حديثة، مثل التصميم الهندسي والبرمجة المبسطة، كما تُسهم في تنمية مهارات التعاون والعمل الجماعي، وهي عناصر ضرورية لتطوير التفكير المنطقي والتحليلي بطريقة مشوقة ومناسبة لخصائص هذه المرحلة. (ياسمين رمضان، ٢٠٢٣، ص٦١٠) [٤]

---

[٣]- تم اعتماد مدخل STEM دون تضمين الفنون كما فيSTEAM ، لأن أهداف الدراسة تركز على تنمية التفكير الهندسي ، وهو ما يتطلب التركيز على المجالات المرتبطة مباشرة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

٤- تم توثيق المراجع في متن البحث وفقًا لقواعد التوثيق العلمي الواردة في دليل جمعية علم النفس الأمريكية (APA)، الإصدار السابع، حيث أُدرج اسم المؤلف وسنة النشر ورقم الصفحة بين قوسين بعد كل فقرة أو فكرة مقتبسة، مع إعداد قائمة مرجعية في نهاية البحث مرتبة هجائيًا.

و مدخل STEM نهجًا تعليميًا متكاملًا يربط بين المعرفة النظرية والتطبيقات العملية، مما يُمكن الطفل من فهم العالم من حوله، والاستعداد لمتطلبات المستقبل من خلال تنمية المهارات التقنية والمهنية التي يتطلبها سوق العمل، كما يُعزز هذا المدخل التكامل بين التخصصات المختلفة، ويسهم في تطوير المناهج لتواكب التغيرات المتسارعة وخاصة في مجالي العلوم والتكنولوجيا.(راندا حنا، ٢٠٢٠، ص٥٥)

وانطلاقًا من أهمية مدخل STEM في تقديم تعلم قائم على التكامل بين التخصصات، برزت الحاجة إلى تبني نماذج تعليمية تفاعلية تدعم هذا التوجه وتُفعّله، ويُعد نموذج (5E's) من أبرز النماذج التدريسية الملائمة لتطبيق مدخل STEM، نظرًا لما يوفره من خطوات منظمة تسهم في إشراك الطفل بفعالية في التعليم، وتنمية مهاراته في الاستقصاء والتفكير الهندسي.

ويُعد نموذج (5E) من النماذج البنائية المعتمدة في التدريس، ويستند إلى خمس مراحل متتابعة هي: التهيئة (Engage)، الاستكشاف (Explore)، التفسير (Explain)، التوسيع (Elaborate)، والتقويم (Evaluate)، ويهدف هذا النموذج إلى تيسير تعلم المفاهيم من خلال بيئة تعلم نشطة قائمة على الاستقصاء، حيث يُشجع الطفل على طرح الأسئلة، واكتشاف المعرفة بنفسه، وبناء الفهم العميق من خلال التفاعل مع المواقف التعليمية، كما يُعزز النموذج مهارات التفكير الناقد والإبداعي، ويُعد من النماذج الملائمة لتطبيق مدخل STEM في رياض الأطفال. (Bybee, et al., 2006, p11; Uyanık, et al., 2024, p143)

ونظرًا لما يتيحه نموذج (5E) من فرص للتعلم القائم على الاستقصاء وحل المشكلات، فإنه يُعد من النماذج الفعالة في تنمية المفاهيم والمهارات الهندسية لدى الأطفال، إذ تتمكن المعلمة من خلال مراحله المختلفة من تقديم مواقف تعليمية تشجع الطفل على اكتشاف الحلول، وبناء النماذج، وفهم المبادئ الهندسية بصورة عملية ومبسطة تتناسب مع خصائصه النمائية، وهذا ما أظهرته دراسة Nguyen 2025 بعنوان فعالية دمج نموذج (5E) في سياق مدخل STEM ، مما ساعد من فهم الأطفال للمفاهيم الهندسية وتطبيقها في مواقف متنوعة. (Nguyen & Thi Vu, 2025, p182)

تُعد الهندسة أحد الفروع الأساسية في الرياضيات، لما لها من دور فعّال في تنمية التفكير التحليلي والتجريدي للطفل، من خلال توظيف مهارات النمذجة والتعبير عن العالم المادي المحيط

به، كما تعزز التقدير الجمالي والتناسق في المفاهيم الرياضية، ويُعد التفكير الهندسي ركيزة محورية في تنمية القدرات المعرفية والإبداعية للأطفال، إذ يدعم مهارات التحليل، والاستدلال، وحل المشكلات بصورة مترابطة مع مواقف الحياة اليومية. (أيمن عبدالقادر، ٢٠١٧، ص١٧٧)

ولفهم آليات تطور التفكير الهندسي لدى الأطفال بشكل منهجي، برزت الحاجة إلى نماذج تفسيرية تصف مراحل هذا النمو، ومن أبرزها نموذج Van Hiele، الذي يُعد إطارًا نظريًا يوضح كيفية تطور الفهم الهندسي تدريجيًا عبر مراحل متسلسلة.

ومن خلال نموذج Van Hiele تُساعد المعلمة على توجيه الأطفال عبر مستويات التفكير الهندسي المختلفة، مما يُسهم في التطور التدريجي للفهم العميق للعلاقات المكانية والهياكل الهندسية، وتكمن أهمية هذا النوع من التفكير في قدرته على تهيئة الأطفال للتعامل مع التحديات المستقبلية في مختلف المواقف الحياتية والمهنية. (شيماء السعدني، ٢٠٢٠،ص ١١٩)

أن التفكير الهندسي يعزز من مهارات الأطفال في الاستكشاف والتجريب، ويسهم في بناء أساس متين للفهم الرياضي والهندسي، وينمّي القدرة على الاستنتاج المنطقي والتفكير المنهجي، واظهرت الدراسات أن اكساب هذه المهارات فى مرحلة الطفولة المبكرة يُحسّن أداء الأطفال في المواد العلمية، ويُعزز فهمهم للمفاهيم التقنية والتكنولوجية. (شيرين شعير، ٢٠١٧، ص٥٣)

ويُعد تعليم التفكير الهندسي وسيلة فاعلة لتحفيز الإبداع والاستقلالية لدى الأطفال، من خلال المحاولة والخطأ ، والتعاون الجماعي في المشاريع الصغيرة، مما ينمى مهارات التواصل والثقة بالنفس وتحمل المسؤولية.

علاوة على ذلك، فإن التفكير الهندسي يُنمي المرونة الذهنية، والتخطيط، وفهم العلاقات السببية، مما يجعل الطفل مشاركًا نشطًا في عملية التعلم، ويُعزز من ثقته بقدراته العقلية ويزيد من رغبته في التعلم المستمر، وعند دمج التفكير الهندسي في بيئةSTEM، يصبح التعلم أكثر تشويقًا وفعالية، خاصة من خلال الأنشطة التفاعلية كالرسم والبناء واستخدام المكعبات والدوائر الكهربائية البسيطة. (سندس عوض، ٢٠٢١، ص١٣٥)

وفي ضوء ما سبق؛ نستنتج أن مدخلSTEM يُمثل ثورة تعليمية حديثة تهدف إلى تهيئة الطفل ليكون مبدعًا، محللًا، وقادرًا على التكيف مع متطلبات العصر، كما يجمع بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي، مما يُمكنه من تطبيق ما يتعلمه لحل المشكلات الواقعية بطرق مبتكرة

وفعالة، لذا، فإن دمج STEM والتفكير الهندسي في الطفولة المبكرة استثمارًا تربويًا بالغ الأهمية لبناء جيل واعٍ، قادرًا على التفكير النقدي والإبداع، والمشاركة الإيجابية في تطوير مجتمعه.

مشكلة البحث:

من خلال عمل الباحثتان وإشرافهما على الروضات أثناء التربية العملية، لاحظتا أنه على الرغم من الأهمية الكبيرة التي تحتلها الهندسة في المناهج الدراسية باعتبارها أحد فروع الرياضيات الأساسية، وأكثرها ارتباطًا بمهارات التفكير ومواقف الحياة الواقعية، إلا أنها لا تزال تُعاني من قصور في تحقيق أهدافها التربوية، ويُعزَى ذلك إلى عدة أسباب:

- عدم ربط الأنشطة الهندسية باهتمامات الأطفال وميولهم، أو بالمهارات الحياتية اليومية.
- ضعف محتوى البرامج المقدمة وطريقة عرضها.
- الاعتماد على طرق تدريس تقليدية لا تراعي الفروق الفردية بين الأطفال.

وقد رصدت الباحثتان من خلال الملاحظة الميدانية ضعفًا واضحًا في بعض مستويات التفكير الهندسي لدى الأطفال، حيث تبين اعتمادهم على الحفظ والتكرار في اكتساب المفاهيم الهندسية، دون فهم عميق أو تحليل منطقي، وهو ما يشير إلى غياب المهارات العقلية اللازمة لبناء التفكير الهندسي وتطبيقها في مواقف واقعية.

وفي ذلك أشارت دراسات كل من Furqani, et al. (2018)، و Naufal, et al. (2020)، وBaydere (2021) إلى أن من أبرز التحديات في تعليم الرياضيات في المراحل المبكرة هو النقص في المهارات الأساسية، خاصة مهارات التفكير الهندسي، مما يؤدي إلى تدنٍ في مستوى التحصيل، وضعف الدافعية، والقدرة على التفكير المنطقي والاستكشاف.

وعلى الرغم من توصيات العديد من الدراسات التربوية بضرورة تنمية التفكير الهندسي في مرحلة الطفولة المبكرة، باعتبارها أساسًا لتطوير مهارات التفكير العليا وتعميق الفهم للمفاهيم الرياضية، إلا أن نتائج هذه الدراسات كشفت عن قصور في امتلاك الأطفال لهذه المهارات، مما يدعو إلى تبني مداخل تعليمية حديثة، مثل مدخل STEM، ومن هذه الدراسات: هدى عبد الفتاح (٢٠٢٠) ، Hamzeh (2017) ، Mohamed & Al-Ramahi (٢٠١٩).

وتُعد مهارات التفكير الهندسي من المهارات الجوهرية التي ينبغي تنميتها في مرحلة الطفولة المبكرة، لدورها في دعم النمو العقلي والإبداعي، وتعزيز الفهم المتكامل للعلوم والرياضيات، ومع ذلك تشير المؤشرات الميدانية الأولية إلى استمرار الضعف في هذه المهارات لدى الأطفال.

وفي ضوء ذلك، أجرت الباحثتان دراسة استطلاعية على عينة مكونة من (٣٠) طفلًا و طفلة من روضة مدرسة "جلال قريطم" بإدارة شرق التعليمية بمحافظة الإسكندرية، باستخدام مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لقياس مستويات التفكير الهندسي، وأظهرت النتائج أن (٨٦%) من الأطفال لديهم ضعف ملحوظ في هذه المهارات.

كما أجرت الباحثتان مقابلات فردية مع (١٠) من معلمات رياض الأطفال بنفس الروضة، تضمنت أسئلة مفتوحة حول الاستراتيجيات والمداخل التعليمية الحديثة في تعليم الأطفال، وقد كشفت النتائج عن غياب توظيف مدخل STEAM في العملية التعليمية، وعدم إلمام المعلمات بكيفية تطبيقه.

وتشير الأدبيات الحديثة إلى أن توظيف مدخل STEM في التعليم قد اسهم بفاعلية في تحسين الأداء الأكاديمي للأطفال، حيث ان الأطفال الذين تلقون تعليمًا قائمًا على هذا المدخل اظهروا تحسنًا واضحًا في نتائج الاختبارات و المهارات التحليلية ، وهذا ما أشارت إليه دراسة Amanova, et al. (2025)، كما يُعد STEM مدخلًا تعليميًا يُشجّع على البحث والاستقصاء، ويُحفّز الأطفال نحو التعلم الذاتي والمستقل، إضافة إلى ذلك، يزرع هذا المدخل حب الاستطلاع العلمي، ويُعزز من قدرة الطفل على التعلم مدى الحياة، وهذا ما أوضحته دراسة Geng, et al. (2024).

وفي السياق نفسه، لاحظت الباحثتان ضعف توظيف نموذج (5E's) رغم فعاليته المثبتة في تنمية مهارات التفكير وتعليم المفاهيم الهندسية للأطفال، حيث يغيب استخدام المراحل الخمسة (التهيئة، الاستكشاف، التفسير، التوسيع، والتقويم) التي توفر بيئة تعلم نشطة ومحفزة، تُشجع الطفل على الاستقصاء والتفكير التصميمي.

وقد أظهرت دراسة Hasni, et al. (2024) أن العديد من معلمات مرحلة الطفولة المبكرة يفتقرون إلى المعرفة الكافية بنموذج (5E's) مما يؤدي إلى ضعف في تنمية مهارات التفكير العليا لدى الأطفال، كما أشارت دراسة Lasaiba & Lasaiba (2023) إلى أن تطبيق نموذج (5E's)

يُعزز من تحصيل الأطفال ومشاركتهم الفعّالة في التعلم، مما يساهم في تحسين نتائج التعلم بشكل عام، وتعزيز مهارات التفكير العليا، ومنها التفكير الهندسي، الذي يعتمد على التحليل، والربط، وحل المشكلات في سياقات واقعية.

وتبعًا لما سبق، تتبلور مشكلة البحث الحالي في الحاجة إلى توظيف مدخل STEM كإحدى المداخل التعليمية الحديثة؛ لتنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة.

وعليه، يسعى هذا البحث إلى تصميم برنامج تعليمي قائم على مدخل STEM ، يُنفذ من خلال بيئة تعلم تفاعلية توظف عناصر النموذج البنائي (5E's) ، بما يضمن تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويتناسب مع خصائص النمو العقلي والمعرفي للأطفال في هذه المرحلة العمرية في ضوء نظرية Van Hiele.

<u>وفي ضوء ما سبق تتلخص مشكلة البحث الحالي في الإجابة عن السؤال الرئيسي التالي:</u>

ما فاعلية برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) فى تنمية مهارات التفكير الهندسي للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة؟ [٥]

يتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة التالية:

١. ما مستويات التفكير الهندسي ومهاراته للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة؟ [٦]
٢. ما أسس بناء برنامج STEM لتنمية مهارات التفكير الهندسي؟ [٧]
٣. ما تأثير برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) لتنمية مهارات التفكير الهندسي للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة؟ [٨]
٤. ما مدى استمرارية أثر البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) لتنمية مهارات التفكير الهندسي للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة؟ [٩]

٥- تمت الإجابة عن السؤال الرئيس وتفسيره في ضوء نتائج المعالجات الإحصائية.
٦- تمت الإجابة عن هذا السؤال من خلال الإطار النظري وقد تم تناولها بشكل تطبيقي ضمن الجزء الخاص بإجراءات البحث.
٧- تم تحديد أسس بناء البرنامج في الجزء الخاص بإجراءات البحث.
٨- تمت الإجابة عن هذا السؤال وتفسيره في ضوء نتائج المعالجات الإحصائية.
٩- أُجيب عن هذا السؤال من خلال تفسير نتائج القياسين البعدي والتتبعي، حيث أُجري القياس التتبعي بعد مرور شهر من انتهاء تطبيق البرنامج.

أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى تنمية مهارات التفكير الهندسي للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة من خلال مدخل STEAM باستخدام نموذج (5E's)، وذلك من خلال:

- التعرّف على فعالية مدخل STEM في تنمية التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة.
- الكشف عن مستويات التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة.
- تنمية مهارات مستويات التفكير الهندسي لطفل الروضة وفق نظرية Van Hiele.
- التحقق من تأثير أنشطة STEM فى تنمية مهارات التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة.

أهمية البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من تركيزه على قضية تربوية معاصرة تمس مرحلة الطفولة المبكرة، من خلال ما يلي:

الأهمية بالنسبة للأطفال:

- **تنمية مهارات التفكير الهندسي:** يساعد البرنامج الحالى في تحسين مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، مما يعزز قدرتهم على التفكير النقدي وحل المشكلات.
- **تعزيز الإبداع والابتكار:** يُحفز البرنامج الأطفال على الابتكار واستخدام الحلول الإبداعية للمشاكل اليومية، مما يعزز مهارات التفكير المجرد.
- **تحقيق التكامل بين المعارف:** يوفر البرنامج بيئة تعليمية تكاملية تربط بين العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، مما يساعد الأطفال على فهم العالم بشكل متكامل.
- **تطوير مهارات الحياة:** يعزز من مهارات الأطفال في اتخاذ القرارات وحل المشكلات من خلال التجربة والممارسة العملية، مما يساهم في تعزيز الثقة بالنفس والاستقلالية.

الأهمية بالنسبة للمعلمات:

- **تنمية المهارات التدريسية:** يمكن للمعلمات استخدام المدخل التكاملي في تصميم وتنفيذ الأنشطة التعليمية، مما يعزز من مهاراتهن في التعليم والتفاعل مع الأطفال.
- **تنويع الأساليب التعليمية:** يوفر البرنامج للمعلمات فرصة لتطوير وتنويع أساليب التعليم من خلال استخدام الأنشطة التي تشجع الأطفال على المشاركة الفعّالة.

- **تعزيز القدرة على تقييم مهارات التفكير الهندسي:** يساعد مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور في تحديد مستويات التفكير الهندسي لدى الأطفال، مما يمكن المعلمات من متابعة تقدم الأطفال بشكل دقيق.

الأهمية بالنسبة لمخططي المناهج:

- **إثراء المناهج التعليمية:** يسهم المدخل التربوي STEM في تطوير المناهج التعليمية من خلال توفير بيئات تعليم متعددة ومتنوعة تجمع بين مختلف التخصصات.
- **مواكبة التطورات التكنولوجية:** يساعد مخططي المناهج على تكييف المناهج مع التطورات التكنولوجية الحديثة، مما يجعل التعلم أكثر توافقًا مع احتياجات العصر.
- **تطوير استراتيجيات تعليمية مبتكرة:** يساهم البرنامج في تقديم استراتيجيات مبتكرة في تطوير المناهج التي يمكن أن تُستخدم في مرحلة الطفولة المبكرة، مما يعزز التعلم التفاعلي والتطبيقي.

الأهمية بالنسبة للباحثين:

- **فتح مجالات جديدة للبحث العلمي:** يقدم هذا البحث إطارًا للباحثين لدراسة فعالية مدخل STEM في تعليم الأطفال، مما يوفر مجالًا لاستكشاف أبعاد جديدة في تطبيق هذا المدخل.
- **تحليل تأثيرات التعلم التكاملي:** يتيح للباحثين تحليل كيفية تأثير التكامل بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات على التفكير الهندسي لدى الأطفال.
- **توفير أدوات تقييمية جديدة:** يوفر البحث مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، مما يمكن الباحثين من استخدام أداة جديدة في قياس مهارات التفكير الهندسي للأطفال.

الأهمية بالنسبة للمجتمع:

- **تأهيل جيل قادر على مواجهة تحديات المستقبل:** من خلال تحسين مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، يسهم البرنامج في إعداد جيل قادر على التفكير النقدي وحل المشكلات، وهو ما يتناسب مع متطلبات سوق العمل في المستقبل.
- **دعم الابتكار و الإبداع:** يعزز من قدرة الأطفال على الإبداع والابتكار، مما يساهم في تعزيز ثقافة الابتكار و الإبداع في المجتمع.
- **رفع جودة التعليم في مرحلة الطفولة المبكرة:** يساعد مدخل STEM على تحسين جودة التعليم في مرحلة الطفولة المبكرة، مما يساهم في تأسيس قاعدة تعليمية قوية للمجتمع ككل.

حدود البحث:

- **الحدود البشرية:**

يتمثل المجتمع الأصلي للدراسة في أطفال المستوى الثاني من مرحلة رياض الأطفال بمحافظة الإسكندرية، والبالغ عددهم (٢٤٠٠) طفل وطفلة، وقد تم اختيار عينة البحث بطريقة عشوائية، وبلغ قوامها (٦٠) طفلًا وطفلة من أطفال المستوى الثاني، وتم تقسيم العينة إلى مجموعتين: مجموعة تجريبية قوامها (٣٠) طفلًا وطفلة، ومجموعة ضابطة قوامها (٣٠) طفلًا وطفلة.

- **الحدود المكانية:**

تم التطبيق الميداني للبحث الحالي في روضة مدرسة "بدر ثروت" التابعة لإدارة شرق التعليمية بمحافظة الإسكندرية، بجمهورية مصر العربية.

- **الحدود الزمنية:**

تم تطبيق الجانب الميداني للبحث خلال الفصل الدراسي الثاني للعام ٢٠٢٣ / ٢٠٢٤ ، حيث بدأ التطبيق القبلي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور في الفترة من (١١-٢٠٢٤/٢/١٢)، وبعدها تنفيذ إجراءات المعالجة التجريبية للبرنامج القائم على مدخل STEM ونموذج (5E's) لتنمية التفكير الهندسي للأطفال في الفترة من(٢٠٢٤/٤/٢٥-٢/١٣) ثم التطبيق البعدي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور في الفترة من (٢٠٢٤/٤/٢٩-٢٨)، ثم إجراء القياس التتبعي بعد مرور شهر تقريبًا من المعالجة التجريبية وذلك يوم (٢٠٢٤/٥/٢٣).

- **الحدود الموضوعية:**

تحددت بموضوع البحث متمثلة فى مستويات Van Hiele للتفكير الهندسي (المستوي البصري، المستوي التحليلي، مستوي الاستدلال غير الشكلي).

منهج البحث:

اعتمد البحث الحالى على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة مع القياسات القبلية والبعدية والتتبعية لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة.

مصطلحات البحث:

مدخل STEM (Science, Technology, Engineering& Mathematics):

يُعرّف البحث الحالي مدخل STEM **إجرائيًا** بأنه: مدخل تعليمي تكاملي يُفعّل من خلال نموذج (5E's) الذي يتضمن خمس مراحل تعليمية متتابعة: التهيئة، والاستكشاف، والتفسير، والتوسيع، والتقويم؛ ويُطبق في بيئة التعلم لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة عبر دمج مجالات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات في أنشطة تفاعلية ، بهدف تنمية مهارات التفكير الهندسي، وتعزيز قدرة الطفل على التفكير المنطقي والإبداعي في مواجهة المواقف الحياتية الواقعية.

نموذج (5E's): 5E's Instructional Model

يُعرّف البحث الحالي نموذج (5E's) **إجرائيًا** بأنه: نموذج تدريسي قائم على خمس مراحل متتابعة هي: التهيئة، الاستكشاف، التفسير، التوسيع، والتقويم، يتم توظيفها ضمن برنامج تعليمي قائم على مدخل STEM ، بهدف تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، وذلك من خلال تنظيم الخبرات التعليمية بما يتوافق مع مستويات التفكير الهندسي وفق نظرية Van Hiele، في بيئات تعليمية تفاعلية تتيح فرص التساؤل، والاكتشاف، والتطبيق العملي، تحت إشراف مباشر من المعلمة.

التفكير الهندسي Geometric Thinking:

يُعرّف البحث الحالي التفكير الهندسي **إجرائيًا** بأنه: مجموعة من المهارات العقلية التي يتم تنميتها لدى الطفل في مرحلة الطفولة المبكرة من خلال برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) ، وتظهر في قدرته على التعرف على الأشكال الهندسية بصريًا، وتصنيفها بناءً على أوجه التشابه والاختلاف، وربطها بالبيئة المحيطة، وفهم خصائصها وعلاقاتها المكانية، وذلك ضمن المستويات الثلاثة الأولى لنمو التفكير الهندسي حسب نموذج Van Hiele : المستوى البصري، والمستوى التحليلي، ومستوى الاستدلال غير الشكلي.

برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) لتنمية مهارات التفكير الهندسي:

يُعرّف البرنامج **إجرائيًا** بأنه: برنامج تعليمي مُعد لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، يعتمد على دمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في إطار النموذج البنائي (5E's) ذي المراحل الخمس (التهيئة – الاستكشاف – التفسير – التوسيع – التقويم)، ويُقدَّم من خلال أنشطة

تفاعلية قائمة على اللعب والاكتشاف والتجريب وحل المشكلات، بهدف تنمية مهارات التفكير الهندسي بمستوياته الثلاثة: التعرف البصري، التحليل، والاستدلال غير الشكلي، وفق خصائص النمو المعرفي والانفعالي للأطفال في هذه المرحلة.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

يتم عرض الإطار النظري مدعمًا بالبحوث والدراسات السابقة وفقًا للمحاور التالية:

المحور الأول: مدخل STEM Approach

يُعد مدخل STEM أحد المداخل الحديثة في مجالي التربية العلمية والتكنولوجية، حيث نشأ استجابةً لحاجة اجتماعية واقتصادية نتيجة تداعيات الأزمة الاقتصادية العالمية التي واجهتها الدول الصناعية الكبرى خلال العقود الأخيرة، وقد دفع هذا الواقع العديد من الدول المتقدمة إلى تبني برامج تعليمية وأطر عمل متكاملة تدعم هذا المدخل، من خلال تصميم المناهج الدراسية التي تعتمد على التكامل بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتوفير الإمكانات اللازمة لتطبيق هذا النوع من التعليم بشكل عملي وتفاعلي. (Tytler, 2022, p22)

ويُعد مدخل STEM أحد الاتجاهات التعليمية العالمية الرائدة، حيث ثبتت فعاليته على مدى ثلاثة عقود في العديد من الدول، مثل الولايات المتحدة الأمريكية، كوريا الجنوبية، وجنوب إفريقيا، ويعتمد هذا المدخل على التعلم من خلال الممارسة، حيث يشارك الأطفال في أنشطة تطبيقية عملية تتضمن التكنولوجيا الرقمية، الاكتشاف، التجريب، والتفكير المنطقي، كما يركز على تطوير مهارات اتخاذ القرار من خلال الخبرات الواقعية التي تشجع على الإبداع والابتكار(هدى عبد الفتاح، ٢٠٢٠ ، ص٢٩٣٠).

ولقد ظهرت حركات إصلاحية متعددة في مجال التربية العلمية ومناهج العلوم، والتي تشمل عدة اتجاهات عالمية معاصرة مثل: مشروع ٢٠٦١، والعلم للجميع، بالإضافة إلى تعزيز الثقافة العلمية وتعليم العلوم من أجل الفهم العميق، كما تتضمن هذه الحركات التركيز على البنائية، التفكير الناقد، الاستقصاء العلمي، التصميم التكنولوجي، وحل المشكلات، بهدف تمكين الأطفال من التكيف مع التطورات التكنولوجية الحديثة وتعزيز قدرتهم على اتخاذ القرارات بوعي ومسؤولية على المستويين الشخصي والمجتمعي. (إيمان البرقي، ٢٠١٩، ص٣٣٥)

ولقد أوضح بعض الباحثين أن الولايات المتحدة الأمريكية تبنت مدخل STEM في الفترة من ٢٠٠٤ إلى ٢٠١٠ ضمن سياسة وطنية تدعم إدماج التكنولوجيا والهندسة في النظام التعليمي لتحسين جودة المخرجات، وتعزيز الاقتصاد القومي، خاصة في القطاعات الصناعية.

واستخلصت الباحثتان من ذلك أن مدخل STEM يُعد من المداخل الحديثة التي تبنتها الدول المتقدمة لإحداث تحول جذري في رؤية التعليم، حيث يعتمد على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويهدف هذا المدخل إلى ربط التعليم بواقع الحياة من خلال مواجهة المشكلات الحقيقية وتقديم حلول مبتكرة قابلة للتطبيق.

وعُرف مدخل STEM بأنه بيئة تعلم تعتمد على التكامل بين المجالات الدراسية الأربعة (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) يقوم فيها المتعلم باستكشاف مشاكل ومواقف المجتمع، والبحث عن حلول لها من خلال استغلال الموارد المتاحه، وتوفير مستوى عالٍ من الرفاهية وجودة الحياة لجميع الأجيال الحالية والمستقبلية. (لمياء المسلماني، ٢٠٢٠ ، ص٢٦٠)

كما أنه منهج متكامل يهدف إلى إعداد عقول قادرة على التفكير النقدي وحل المشكلات عبر التخصصات المختلفة. (مصطفي السحت ،٢٠٢٠، ص٥٠)

ويعرف بأنه مدخل للتعليم والتعلم يتكامل فيه محتوى الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا والهندسة من خلال مجموعة من المبادئ المرتبطة بالأنشطة التكاملية لمجالات STEM الأربعة بهدف تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين ومنها التواصل، والتعاون، وتنمية مهارات التفكير الناقد والإبداعي، والابتكار، وحل مشكلات الحياة الواقعية من منظور متعدد المجالات. (سامية هلال ٢٠٢١ ، ص٢٢٨-٢٢٩)

وهو مجموعة من الأنشطة والخبرات التعليمية المناسبة لطفل الروضة، والقائمة على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، وكذلك التعلم القائم على المشروعات؛ بهدف دراسة المشكلات وإيجاد حل لها في صورة تصميم هندسي مبتكر. (مصطفي السحت ،٢٠٢٠، ص٥٠)

ويعرفه Boice, et al. (2024, p2) بأنه نهج تعليمي يدمج العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والفنون، والرياضيات في إطار تعليمي متعدد التخصصات، يهدف إلى تعزيز الإبداع، والتفكير النقدي، وحل المشكلات من خلال التعلم القائم على المشاريع والاستقصاء.

من التعريفات السابقة لمدخل STEM ، يمكن استخلاص نقاط اتفاق رئيسة تساهم في تشكيل فهم موحد له ، والتي يمكن تضمينها في البحث الحالى كما يلي:

- إن مدخل STEM يعتمد على دمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات بشكل تكاملي، مما يساعد على ربط التعليم بمشكلات الحياة الحقيقية.
- يركز مدخل STEM على تطوير مهارات حيوية مثل التفكير النقدي، وحل المشكلات، والتعلم الذاتي، والعمل الجماعي، وهي مهارات ضرورية للتكيف مع المجتمع و تعزيز قدرتهم على اتخاذ قرارات مسؤولة على المستوى الشخصي والمجتمعي.
- يعمل مدخل STEM كأداة لتشجيع الإبداع والابتكار من خلال بيئة تعلم تحفز الأطفال على حل المشكلات بطرق مبتكرة قابلة للتطبيق.

وبناءً على ذلك تعرف الباحثتان مدخل STEM **إجرائيًا** بأنه: مدخل تعليمي تكاملي يُفعّل من خلال نموذج (5E's) الذي يتضمن خمس مراحل تعليمية متتابعة: التهيئة، والاستكشاف، والتفسير، والتوسيع، والتقويم؛ ويُطبق في بيئة التعلم لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة عبر دمج مجالات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات في أنشطة تفاعلية قائمة على الاستقصاء وحل المشكلات، بهدف تنمية مهارات التفكير الهندسي، وتعزيز قدرة الطفل على التفكير المنطقي والإبداعي في مواجهة المواقف الحياتية الواقعية.

التحديات التي تواجه تطبيق مدخلSTEM :

استخلص كل من RAND (2016)، وأيمن عبد القادر (٢٠١٧)، ومجدى عقل وآخران(٢٠٢٠، ص٣٢)، و MacDonald, et al.(2021, p243)، وياسمين رمضان (٢٠٢٣، ص ٦١٧) عددًا من التحديات التي تعيق تطبيق مدخل STEM في مرحلة الطفولة المبكرة، والتي تتعلق بالعوامل التربوية والبيئية والتدريبية، وفي ضوء ذلك، تقترح الباحثتان مجموعة من الآليات التربوية التي يمكن توظيفها للتغلب على هذه التحديات عند العمل مع الأطفال، ويُوجز ذلك في الجدول الآتي:

جدول (١): التحديات التي تواجه تطبيق STEM وآليات التغلب عليها- إعداد الباحثتين

التحديات	الوصف	آليات التغلب عليها
تحديات تتعلق بالمعلمات	- نقص التدريب المهني على مدخل STEM. - ضعف الثقة بالنفس أثناء استخدام مدخل STEM - قلة الخبرة في تصميم أنشطة تكاملية. - ضعف المهارات في استخدام التكنولوجيا. - قلة الخبرات المرتبطة بالحياة اليومية. - عدم تدريب المعلمه على حل المشكلات التعليمية	- تنفيذ برامج تدريبية لتكامل التخصصات. - تعزيز الثقة بالنفس من خلال ورش عمل، وحل المشكلات. - تقديم برامج تدريبية في تصميم أنشطة STEM . - تقديم برامج تربوية لاستخدام التكنولوجيا.
تحديات تتعلق بالمنهج والبيئة التعليمية	- غياب برامج تدعم المدخل التكاملي. - نقص في المواد التعليمية والأدوات اللازمة. - بيئة صفية غير مجهزة. - ضعف توافر بيئة تقنية تتعلق بالشبكات والحاسبات. - التركيز على التلقين.	- تطوير المناهج بما يسمح بالدمج والتكامل بين التخصصات. - توفير أدوات وأنشطة بسيطة تناسب خصائص المرحلة. - تجهيز بيئة تعليمية تسمح بالتفاعل. - اعتماد نموذج(5E's)، وتفعيل التعلم القائم على الاستقصاء وحل المشكلات في بيئة تعلم مرنة ومحفزة.
تحديات تتعلق بأطفال الطفولة المبكرة	- محدودية التفكير المجرد. - ضعف الانتباه والتركيز لفترات طويلة. - اللعب وحب الحركة.	- تصميم أنشطة قائمة على اللعب والاكتشاف. - استخدام القصص والألعاب التفاعلية لتبسيط المفاهيم. تقسيم الأنشطة إلى وحدات قصيرة.
تحديات تتعلق بأولياء الأمور والمجتمع	- قلة وعي أولياء الأمور بأهمية مدخل STEM	- تنظيم ورش توعوية لأولياء الأمور لشرح أهمية مدخل STEM

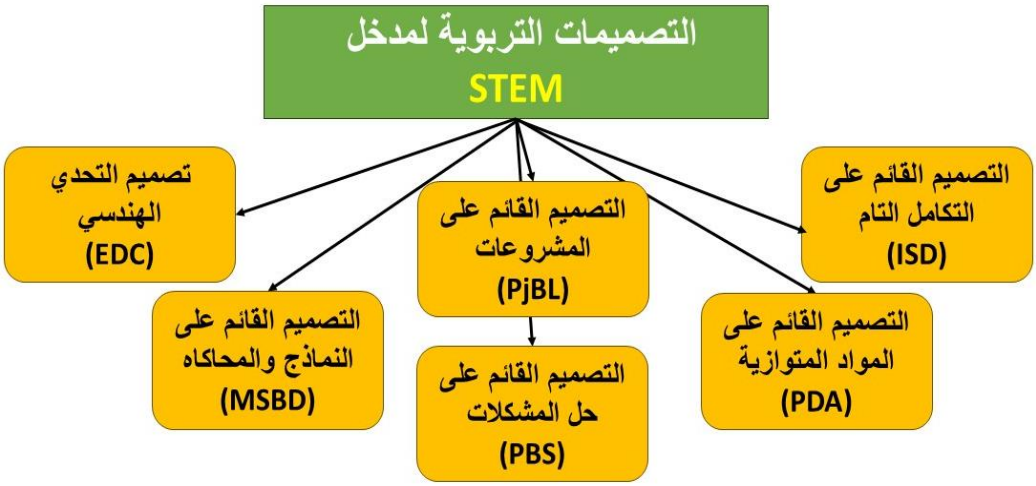
التحديات	الوصف	آليات التغلب عليها
	- عدم تشجيعهم لأبنائهم على الاستكشاف والتجريب. - المخاوف للفوضى المرتبطة بالتعلم النشط. - عدم وجود شراكة مع أولياء الأمور.	- إشراكهم في بعض الأنشطة التعليمية أو المنزلية. - تقديم نماذج لأنشطة بسيطة يمكن تنفيذها بالمنزل.
تحديات إدارية وتنظيمية	- غياب الدعم المؤسسي. - ضعف الخطط التطويرية في رياض الأطفال. - صعوبة قياس نواتج التعلم في STEM	- تضمين STEM في الخطط الاستراتيجية للمؤسسة. - توفير دعم فني وإداري للمعلمين - تصميم أدوات تقييم كملفات الإنجاز، وقوائم التقدير.
مقاومة التغيير	- غياب دور المعلمة الإيجابي في بيئة التعلم النشط.	- تنظيم برامج تدريبية تركز على التحول من التلقين إلى التيسير، والتعلم النشط. - تدريب المعلمات على تقبل مواقف غير متوقعة داخل الصف، والتعامل معها كفرص تعليمية .

يتضح من الجدول السابق أن تطبيق مدخل STEM في مرحلة الطفولة المبكرة لا يخلو من الصعوبات، والتي تمثل تحديات أمام تحقيق الأهداف المرجوة من هذا النوع من التعليم، إلا أن الجدول يبرز أيضًا مجموعة من الآليات الفعالة للتغلب على هذه الصعوبات.

ويُعد هذا الربط بين التحديات والحلول المقترحة خطوة مهمة نحو تطوير استراتيجيات تعليمية مستدامة تسهم في تفعيل دور STEM في المراحل العمرية المبكرة.

التصميمات الرئيسية لمدخل STEM:

إن مدخل STEM يعتمد على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بهدف تطوير التفكير النقدي، والابتكار، والقدرة على حل المشكلات، وقد لخصت الباحثتان التصميمات التربوية التي يعتمد عليها مدخل STEM حسب الأهداف التعليمية، واحتياجات الأطفال، والمرحلة العمرية، وفيما يلي أبرز التصميمات التربوية، والتي تلخصها الباحثتان في الشكل التالي:



شكل (١): التصميمات التربوية لمدخل STEM (إعداد الباحثتان)

أولاً: التصميم القائم على التكامل التام: Integrated STEM Design (ISD)

استندت الباحثتان في إعداد التصميم التربوي إلى ما طرحه Moore, et al. (, ٢٠١٤p49) حول نموذج التكامل التام(ISD) ، والذي يُعد من أكثر النماذج فاعلية في تفعيل مدخل STEM داخل البيئة التعليمية، ويقوم هذا النموذج على دمج التخصصات الأربعة (العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، والرياضيات) في وحدة تعليمية واحدة، تتمحور حول مشروع أو مشكلة حقيقية، دون تدريس أي مادة بشكل منفصل.

ويتفق هذا التصميم مع دراسة Verschaffel (2018, p16) والتي تعني بتصميم مواد تعليمية متكاملة في مجالات STEM ، حيث قام فريق متعدد التخصصات من معلمي STEM في

بلجيكا بتطوير مواد تعليمية متكاملة، ودمج مجالات STEM بشكل متكامل في تصميم المناهج الدراسية.

ثانيًا: التصميم القائم على المواد المتوازية: Parallel Design Approach (PDA)

كما تناولت الباحثتان في تصميم البرنامج نموذج التصميم القائم على المواد المتوازية (PDA)، الذي أشار إليه Beers (2011, p3) باعتباره مدخلًا تنظيميًا يتيح تدريس كل مجال من مجالات STEM بشكل منفصل، مع ضمان وجود روابط معرفية وتطبيقية واضحة بينها، من خلال مشروع أو مشكلة مشتركة تجمع التخصصات المختلفة في إطار تكاملي عام.

ويتفق هذا التصميم مع دراسة Beers & Boaler (2017, p23) والتي تعني بتصميمات تعليمية في التعليم الأساسي، مع التركيز على كيفية دمج مجالات STEM بشكل متوازٍ، وتُسلط الضوء على أهمية تنسيق المواد التعليمية بين هذه المجالات لضمان تجربة تعلم متكاملة للأطفال.

ثالثًا: التصميم القائم على المشروعات: Project-Based Learning (PjBL)

كما اعتمدت الباحثتان أيضًا على نموذج التعلم القائم على المشروعات (PjBL) كأحد الأسس التي توجه التصميم التربوي لمدخل STEM ، وهو النموذج الذي قدمه Krajcik & Blumenfeld (2006, p318) بوصفه نهجًا تعليميًا يركز على إشراك الأطفال في تنفيذ مشروعات واقعية تنطلق من مشكلة محددة، ويُطلب منهم توظيف مختلف مجالات STEM خلال مراحل تنفيذ المشروع.

ويتفق هذا التصميم مع دراسة Baser & Acar (2020, p134) والتي تعني بتطبيق نموذج التعلم القائم على المشروعات المتكاملة في STEM لتحسين مهارات حل المشكلات لدى الأطفال، وتُظهر نتائجها أن هذا النموذج يعزز التفكير النقدي والتعاون بين الأطفال.

رابعًا: التصميم القائم على حل المشكلات: Problem-Based Learning (PBL)

ومن بين التصميمات التي اعتمدت عليها الباحثتان أيضًا التعلم القائم على حل المشكلات (PBL)، كما أوضح Savery (2006, p11)، والذي يُعد نهجًا بنائيًا يضع الأطفال في مواجهة مشكلة واقعية يتطلب حلها توظيف معارف ومهارات من مجالات STEM المختلفة، ويُعد هذا التصميم من الأساليب التي تعزز التعلم العميق القائم على الفهم، من خلال إشراك الأطفال في مواقف تتطلب التحليل، والربط، والاستقصاء.

ويتفق هذا التصميم مع دراسة Jonassen & Kim (2018, p1262) والتي تعني بكيفية دمج التعلم القائم على حل المشكلات في مناهج STEM ، مع التركيز على تطوير مهارات التفكير النقدي والقدرة على حل المشكلات المعقدة لدى الأطفال.

خامسًا: التصميم القائم على النماذج والمحاكاة: Modeling and Simulation-Based (MSBD) Design

اعتمدت الباحثتان كذلك على التصميم القائم على النماذج والمحاكاة (MSBD) بوصفه مدخلًا متقدمًا يعزز الفهم العميق للأنظمة المعقدة، كما أشار Windschitl, et al. (, ٢٠٠٨p943)، ويقوم هذا النموذج على تطوير نماذج فيزيائية أو رقمية تحاكي الظواهر أو المشكلات الواقعية، ويتم من خلالها توظيف مفاهيم STEM في بناء النماذج وتحليلها لفهم العلاقات.

ويتفق هذا التصميم مع دراسة Stevens & Heft (2017, p154) التي تعني بأهمية النمذجة والمحاكاة كأدوات أساسية في تعليم STEM ، حيث تُستخدم لتطوير فهم الأطفال للمفاهيم العلمية والهندسية من خلال تمثيل النظم المعقدة.

سادسًا: التصميم القائم على التحدي الهندسي: Engineering Design Challenges (EDC)

كما استعانت الباحثتان في تصميم البرنامج بنموذج التحدي الهندسي(EDC) ، وهو إطار تعليمي فعّال في تنمية التفكير الهندسي لدى الأطفال ينمي عند الأطفال الثقة الابداعية ويعزز مهارات التفكير التصميمي (هدى علي وفايزة محمد ٢٠٢٥ ، ص١١٩) ، و أوضحت رشا عبد الحميد (٢٠١٩، ص٦) اعتماد هذا النموذج على تعليم الطفل كيفية حل المشكلات من منظور هندسي من خلال اتباع خطوات منهجية تبدأ بطرح سؤال وتنتهي بتحسين الحل بناءً على التجربة والتقييم، ويتم تنفيذه عبر خطوات متتابعة وواضحة: اسأل – تخيل – خطط – أنشئ – اختبر، فالتصميم الهندسي كما ذكرته يارا محمد ومنال سيد (٢٠٢١ ، ص٣٧١) خطوات منهجية محدده يتبعها طفل الروضة بهدف مواجهة التحديات والمشكلات الواقعية المقدمه له، وتوظيف معارفه ومهاراته للتوصل إلى حل مبتكر .

ويتفق هذا التصميم مع دراسة Sutherland & Pritchard (2016, p26) التي تعني بكيفية دمج تحديات التصميم الهندسي في مدخل STEM ، مما يعزز من قدرة الأطفال على تطبيق المفاهيم النظرية في حل المشكلات العملية.

يتضح من عرض التصميمات السابقة أن كل نموذج من نماذج تصميم مدخل STEM يحمل خصائص تربوية فريدة ، وأن دمج هذه التصميمات يُعد خيارًا تربويًا واعيًا، يحقق تكاملاً وظيفيًا بين النظرية والممارسة، ويُسهم في بناء خبرات تعليمية تدعم توجهات التعليم الحديث، وتعزز من فاعلية البرنامج في تحقيق أهدافه في إطار تكاملي.

وفي ذلك أشارت العديد من الدراسات إلى أهمية التكامل بين التصميمات التربوية لمدخل STEM ، حيث بينت دراسة نشرت في International Journal of STEM Education إلى أن التعليم المتكامل في STEM يُساعد الأطفال على فهم العلاقات بين المفاهيم المختلفة، مما يُعزز من قدرتهم على تطبيق المعرفة في سياقات متعددة (Roehrig et al., 2021, p4) كما أوضحت نفس الدراسة أن تعليم STEM يُسهم في تحسين قدرات المعلمات على الدمج بين التخصصات، مما يُمكنهم من تصميم أنشطة تعليمية تدمج بين العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات بشكل فعّال.

وأشارت دراسة Odell & Kennedy (٢٠٢٤, p3) إلى أن النهج التكاملي في تعليم STEM يُعزز من إبداع الأطفال وقدرتهم على الابتكار، ويُتيح لهم الفرصة لاستكشاف المشكلات من زوايا متعددة وتطوير حلول مبتكرة.

كذلك أظهرت الأبحاث أن المشاريع التعليمية التي تُدمج بين التخصصات تُعزز من مهارات التعاون والتواصل بين الأطفال، مما يُعد إعدادًا جيدًا لهم للعمل في بيئات متعددة التخصصات في المستقبل.(Maspul, 2024, p17)

أهداف مدخل STEM في مرحلة الطفولة المبكرة:

١. **تنمية مهارات التفكير النقدي والإبداعي:**

- تعزيز القدرة على الملاحظة والتساؤل والاستنتاج.
- تشجيع التفكير المنطقي وتحليل المشكلات.

٢. **غرس حب الاستكشاف والفضول العلمي:**

- تحفيز الأطفال على طرح الأسئلة حول الظواهر الطبيعية والتكنولوجية.
- تشجيعهم على البحث عن إجابات من خلال التجربة والملاحظة.

٣. **تنمية المهارات الحياتية الأساسية:**

- تعزيز التعاون والعمل الجماعي أثناء تنفيذ الأنشطة.
- تطوير مهارات الاتصال والتعبير عن الأفكار بوضوح.

٤. **تعزيز الفهم العملي للتكنولوجيا والهندسة:**

- تعريف الأطفال بالمفاهيم الهندسية البسيطة مثل البناء والتصميم.
- استخدام الأدوات التكنولوجية المناسبة لتعزيز التعلم.

٥. **بناء الأسس الرياضية المبكرة:**

- تنمية المفاهيم العددية والأنماط الهندسية.
- تطوير مهارات القياس والمقارنة (الأطوال، الأحجام، الكميات).

٦. **إعداد الأطفال للمراحل التعليمية اللاحقة:**

- تهيئة الأطفال لفهم العلاقات بين المواد العلمية والتطبيقية.
- تعزيز مهارات الاستقصاء والاستكشاف كأساس للتعلم المستمر.

(Bequette & Bequette,2012, p45 ؛ إيمان البرقي، ٢٠١٩، ص٣٣٧؛ Rahayu & Jupri, 2021, p114)

أهمية مدخل STEM في مرحلة الطفولة المبكرة:

- تعزيز حب التعلم، وبناء شغف دائم نحو العلوم والتكنولوجيا.
- الاستعداد الأكاديمي وتهيئة الأطفال للانتقال إلى التعليم الابتدائي.
- القدرة على حل المشكلات، وتنمية مهارات التفكير المنطقي والاستكشاف.
- مواكبة التطور التكنولوجي: إعداد الأطفال لفهم التكنولوجيا الحديثة.
- يرسّخ STEM عند الأطفال فهمًا مبكرًا للتكنولوجيا الحديثة، مما يعزز قدرتهم على التكيف مع التطورات الرقمية، و يُعِدهم لمستقبل رقمي متسارع.

- أنشطة STEM غالبًا ما تتم في مجموعات، مما يُساعد الأطفال على تنمية مهارات التواصل، والتعاون، واحترام آراء الآخرين، وهي من المهارات الأساسية في القرن الحادي والعشرين.
- يُشجع STEM الأطفال على استخدام الخيال والابتكار في تصميم المشاريع، مما يساعدهم على التفكير خارج الصندوق وتوليد أفكار جديدة. (Nalkiran & Karamustafaoglu ,2020 , p501)

ومما سبق تستنتج الباحثتان أن مدخل STEM :

- **نهج تعليمي تكاملي متعدد التخصصات:** يعتمد على دمج العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، والرياضيات في إطار واحد، مما يساعد على ربط المعرفة النظرية بالتطبيقات العملية، ويُمكِّن الأطفال من استيعاب المفاهيم بشكل أعمق وأكثر ارتباطًا بالحياة الواقعية.
- **يُعزز مهارات التفكير العليا وحل المشكلات:** حيث يركز على تنمية التفكير النقدي، الإبداعي، وحل المشكلات من خلال التعلم القائم على المشروعات، مما يُمكن الأطفال من مواجهة التحديات الواقعية وتطوير حلول ابتكارية.
- **ينمي التفكير الهندسي:** حيث يساهم بشكل مباشر في تعزيز التفكير الهندسي من خلال تصميم النماذج، التخطيط، التجريب، والتقييم، مما يُمكّن الأطفال من اتباع خطوات منهجية لحل المشكلات المعقدة بطريقة علمية.
- **يؤهل الأطفال لسوق العمل المستقبلي:** حيث يساعد على تهيئة الأطفال لمتطلبات سوق العمل الحديث في المجالات التكنولوجية والهندسية، مما يُكسبهم مهارات الإبداع، التواصل، التعاون، واتخاذ القرار التي تُعد أساسية في المهن المستقبلية.
- **له دور محوري في تطوير المناهج التعليمية:** حيث يشكّل إطارًا مبتكرًا لتطوير المناهج، مما يعزز التكامل بين العلوم التطبيقية والمهارات الحياتية، ويسهم في تحسين جودة التعليم وتحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال تحفيز الابتكار والمعرفة.
- **يُعزز التكامل بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي:** حيث يجمع بين المفاهيم النظرية والتطبيقات الواقعية، ما يجعل التعلم أكثر فاعلية، ويُتيح للأطفال الفرصة لتطبيق ما يتعلمونه في مواقف حياتية ملموسة.

- **يُحسن الدافعية للتعلم مدى الحياة:** حيث يجعل التعلم أكثر متعة وتفاعلية مما يُحفز الأطفال على حب المعرفة، ويُنمي الحافز الذاتي لديهم لمتابعة استكشاف المفاهيم العلمية والهندسية.

إنّ دمج مدخل STEM في مرحلة الطفولة المبكرة يُعد استثمارًا حيويًا في المستقبل التعليمي والمهني للأطفال، فمن خلال هذا النهج يتم إعدادهم لمواجهة تحديات العالم الحديث وتطوير قدراتهم على التفكير النقدي والإبداع، والتعاون.

في ضوء ما تقدم ومع التأكيد على أن مدخل STEM يُعد من الاتجاهات التعليمية الحديثة ، كان من الضروري توظيف نموذج تدريس فعّال يتماشى مع طبيعة هذا المدخل، ومن بين النماذج التدريسية الملائمة، برز نموذج (5E's) بوصفه إطارًا بنائيًا منظّمًا يدعم التعلم النشط القائم على الاستقصاء والاكتشاف، مما يجعله مناسبًا لتنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، وفيما يلي عرض لهذا النموذج ومراحله الرئيسة.

نموذج التعلم الخماسي (5E's Model) (5E's)

ظهرت في العقود الأخيرة نماذج حديثة للتخطيط والتدريس تستند إلى النظرية البنائية، التي تُؤكد على دور المتعلم في بناء معرفته بنفسه لتحقيق فهم عميق وشامل، ويُعد نموذج التعلم الخماسي (5E's) من أبرز هذه النماذج، وقد طوّره Roger Bybee في تسعينيات القرن الماضي من خلال مؤسسة Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)، وهي جهة أمريكية متخصصة في تطوير مناهج العلوم، وقد انتشر استخدامه على نطاق واسع في مختلف مراحل التعليم، لا سيما في تدريس المفاهيم العلمية. (Bybee, et al. , 2006, p29)

إن نموذج التعلم الخماسي (5E's) أداة فعالة لدعم الأطفال في بناء معارفهم ذاتيًا، عبر تقديم المعلومات في صورة مفاهيم مترابطة، مما يُعزز قدرتهم على مواكبة التزايد المستمر في الكم المعرفي المتزايد. (رقية إسماعيل وابتسام المحيميد ،٢٠٢١ ، ص١٠٠)

مفهوم (5E's):

عرفه Bybee, et al. (٢٠٠٦, p36) بأنه: نموذج تعليمي يتكون من خمس مراحل رئيسية هي: الانشغال، الاستكشاف، التفسير، التوسيع، والتقويم، كل مرحلة من هذه المراحل تؤدي وظيفة معينة وتساهم بشكل فعال في عملية تعليمية متكاملة، حيث توفر تماسكًا بين المعلمين

والمتعلمين، ويهدف النموذج إلى إعداد المتعلمين بشكل تدريجي لتمكينهم من فهم وإدراك المعارف العلمية والتكنولوجيا، بالإضافة إلى تطوير المهارات والمواقف التي تعزز تعلمهم الشامل.

كما عرفه Marek (2008, p143) بأنه: ليس طريقة تدريس، ولكنه خطوات تدريسية تسمح باستخدام طرائق تدريس عديدة مثل: العمل المخبري، والعروض، والمجموعات، والرحلات الميدانية، ويقدم هذا النموذج وصفًا لما يجب أن يفعله المعلم الفعال خلال كل مرحلة من مراحله داخل الفصل.

ويعرف بأنه: النموذج الذي يعتمد عليه في تخطيط دروس العلوم وفق المراحل الأساسية له والمتمثلة في الإنشغال، الاستكشاف، التفسير، التوسيع، والتقويم. (حنان حمدي أبوريه ودعاء عبد الرحمن عبد العزي،٢٠٢٠، ص٣٩٤)

كما أنه نموذج يهدف إلى تصحيح التصورات البديلة لدى الأطفال في مفاهيم معينة، من خلال توفير الفرصة للتساؤل، والتجريب، والتطبيق في مواقف جديدة تحت إشراف معلميهم، ويتكون النموذج من خمس مراحل رئيسية هي: المشاركة، الاكتشاف، الإيضاح والتفسير، التوسع، والتقويم، ويتيح هذا النموذج للأطفال فرصة لاكتساب المعرفة من خلال التجريب العملي والتطبيق في سياقات متنوعة، مما يساهم في تعزيز عمليتي التعليم والتعلم. (ابتسام الأصفر،٢٠٢١، ص٢٦١)

كما يعرف بأنه نموذج تعليمي يقوم على خمس مراحل رئيسة، وهي: التهيئة، الاستكشاف، التفسير، التوسيع، والتقويم، ويُستخدم لوصف التسلسل المنهجي للأحداث التعليمية في الفصل المقلوب، بهدف تعزيز مهارات الذكاء الرقمي وتنمية الكفاءة الذاتية لدى المتعلمين. (وفاء رجب،٢٠٢٣ ، ص٢٨)

من التعريفات السابقة التي تم تقديمها حول نموذج (5E's) ، يمكن استخلاص عدة نقاط اتفاق رئيسية تساهم في تشكيل فهم موحد لهذا النموذج التعليمي، والتي يمكن للباحثتان تضمينها في بحثهما كما يلي:

- كل التعريفات ذكرت أن النموذج يتكوّن من خمس مراحل أساسية.
- أغلبها حددت المراحل (بألفاظ متقاربة) التهيئة/الانشغال/المشاركة – الاستكشاف/الاكتشاف – التفسير/الإيضاح – التوسيع – التقويم.
- النموذج يصف تسلسل العمليات التعليمية بشكل منظم.

- يهدف إلى: تنمية مهارات المتعلمين، وتصحيح التصورات البديلة وفهم المفاهيم بطريقة صحيحة و تعزيز التعلم النشط عبر التساؤل، التجريب، التطبيق.

وبناءً على ذلك تُعرّف الباحثتان نموذج (5E's) **إجرائيًا** بأنه: نموذج تدريسي قائم على خمس مراحل مترابطة هي: التهيئة، الاستكشاف، التفسير، التوسيع، والتقويم، يتم توظيفه ضمن برنامج تعليمي قائم على مدخل STEM ، بهدف تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، وذلك من خلال تنظيم الخبرات التعليمية بما يتوافق مع مستويات التفكير الهندسي وفق نظرية Van Hiele .

مراحل نموذج (5E's):

بمراجعة الأدبيات والدراسات السابقة وُجد أن نموذج (5E's) يتكون من خمس مراحل حددها كل من (Lorsbach, 2012, p4 ؛ جودت سعاده، ٢٠١٨ ، ص٦٢٠ ؛ Siwawetkul & Koraneekij , 2020, p42 ؛ وفاء رجب، ٢٠٢٣ ، ص٤٢ ؛ Lam, et al. , 2023, p114) والتي تلخصها الباحثتين في الشكل التالي:

شكل (٢): مراحل نموذج (5E's) (إعداد الباحثتين)

وفيما يلي عرض مراحل نموذج (5E's)

١. مرحلة التهيئة Engagement :

تتضمن مجموعة من الأنشطة والمهام التعليمية التي تهدف إلى استثارة دافعية الأطفال لاستدعاء المعرفة السابقة، ويتم الربط بين الخبرات السابقة والجديدة من خلال طرح الأسئلة

والمشكلات التي تتطلب منهم البحث عن إجابات، وتعد هذه المرحلة تمهيدًا للأطفال لتعلم المفاهيم الجديدة.

٢. مرحلة الإستكشاف Exploration :

التعلم في هذه المرحلة يتمركز حول الطفل، حيث يمنح للأطفال الفرصة لاكتشاف أفكارهم بشكل فردي أو مجموعات، من خلال اتاحه الوقت للتفاعل مع مصادر التعلم المتاحه، والمفاهيم الأساسية، فتتميز هذه المرحلة ببدء الاتزان المعرفي المتمثل بالتوجه لتكوين أفكار مشتركه حول المفهوم، و دور المعلمه التوجيه لعملية التعلم من خلال تزويد الأطفال بالمصادر التعليمية وتنظيم المحتوى التعليمي، وتوجيه الأطفال نحو الاستكشاف.

٣. مرحلة التفسير Explanation:

تتضمن هذه المرحلة مجموعة من الأنشطة الفردية والجماعية التي تتيح للأطفال فرصة لعرض وجهات نظرهم واستفساراتهم، والتعبير بالشرح، والتفسير، والربط بالخبرات التي تم اكتسابها في المرحلتين السابقتين، ودور المعلمه في هذه المرحلة تهيئة البيئة التعليمية، والتوجيه ودعم تفكير الأطفال من أجل بناء المفهوم.

٤. مرحلة التوسع Elaboration:

تهدف هذه المرحلة إلى مساعدة الأطفال على التنظيم العقلي للخبرات التي توصلو إليها، عن طريق ربطها بخبرات سابقة شبيهه، وممارسة المفاهيم والمهارات وتطبيقها في فهم مواقف جديدة، وذلك بإثراء خبرات إضافية لإثارة مهارات استقصاء لديهم، من خلال مجموعة من الأنشطة التعاونية، ويتمثل دور المعلمه في هذه المرحلة في تشجيع الأطفال على تطبيق المعرفة المكتسبة في مواقف جديدة، وتشجيع التعاون بين المجموعات.

٥. مرحلة التقويم Evaluation:

هي مرحلة مستمرة في جميع مراحل النموذج، أي أنها متداخلة مع المراحل الأربع السابقة، ولا يقتصر عليها في نهاية الوحدة، فهي مرحلة تشخيصية تساعد على تحديد مستوى تعلم الأطفال، ويكون التقييم مستمر يجري خلال كل مرحلة من المراحل السابقة، من خلال إجراء تقويم تكويني للأطفال للوقوف على ما يعرفونه ويستطيعون القيام به، وتقديم تغذية راجعه، وعلى المعلمة اتباع إجراءات متعددة ليكون التقويم مستمرًا ومتكاملًا مع عمليتي التعليم والتعلم.

إن نموذج (5E's) يشجع الأطفال على المشاركة الفعالة في عملية التعلم، حيث يعتمد على تفعيل المعرفة السابقة لديهم، بالإضافة إلى الاستقصاء، والتعاون، واستخدام مهارات الاستفهام، والتقويم الذاتي، فمن خلال هذا النموذج، أصبح التعليم ذا معنى أكبر، حيث تطوير تصورات بديلة للأطفال من أجل تغيير أفكارهم السلبية وتزويدهم بتفسيرات ومفاهيم جديدة. (Bybee, et al., 2006, p41)

ولقد أظهرت الدراسات فاعلية دمج نموذج (5E's) في تعليم الأطفال من خلال أنشطة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بطرق مرنة ومتطورة، وتسهم في تنمية مهارات التفكير التصميمي وحل المشكلات من خلال ممارسات تعليمية قائمة على الاستقصاء. (Bybee, 2006, p43; Roberts, 2012, p15; Radloff, 2016, p325)

مما سبق، يعد كل من مدخل STEM ونموذج التعلم (5E's) متكاملين في تحقيق تعلم نشط، يعتمد كلاهما على مبادئ التعلم البنائي التي تركز على دور المتعلم النشط في بناء معارفه.

المحور الثاني: التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة

التفكير الهندسي أحد أنواع التفكير المنطقي الذي يعتمد على فهم وتحليل العلاقات المكانية، مما يساعد في تفسير وتصميم الأشكال والأنماط المختلفة، يتطلب هذا النوع من التفكير القدرة على التصور الذهني، والتخيل، والاستنتاج المنطقي لحل المشكلات الهندسية والرياضية ، ويساعد الأطفال على استكشاف المفاهيم الهندسية بطريقة تفاعلية وتعليمية، ويعد اكتساب مهارات التفكير الهندسي في مرحلة الطفولة المبكرة أساسًا قويًا لتعزيز الفهم العميق للرياضيات والعلوم في المستقبل.

إن التفكير الهندسي يسهم في تطوير القدرات العقلية والإبداعية للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة، فهو يعزز قدراتهم على حل المشكلات بطريقة منطقية وابتكارية، كما يرتبط التفكير الهندسي ارتباطًا وثيقًا بالعديد من المجالات الأكاديمية، مثل الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا، حيث يساعد في بناء أسس قوية للتعلم المستقبلي، بالإضافة إلى ذلك، يسهم في تنمية المهارات الحركية الدقيقة من خلال الأنشطة العملية، مثل الرسم والبناء والتصميم، مما يجعل التعليم أكثر متعة وتفاعلية. (محمد العتيبي، ٢٠١٩، ص٧٠)

والتفكير الهندسي كما عرفه Van Hiele نوع من أنواع التفكير يختص بالجوانب الرياضية يتألف من خمسة مستويات: المستوى البصري، المستوى التحليلي، مستوى الاستدلال غير الشكلى، مستوى الاستدلال الشكلى، مستوى الاستدلال المجرد. (Van Hiele, 1986, p310) [١٠]

و التفكير الهندسي لدى الأطفال يتجلى من خلال ما يُعرف بـ "عادات العقل الهندسية"، والتي تشمل: التفكير في الأنظمة، البحث عن حلول مبتكرة، التصور والتخيل، التعاون والعمل الجماعي، التحمل والمثابرة، فتوفير بيئة تعليمية غنية بالمواد والأدوات، مع منح الأطفال الوقت لاستكشاف مشكلاتهم الخاصة، يعزز من تطوير هذه العادات. (Petroski & Diefes-Dux , 2018, p569)

ويعرفهRamanathan et al. , (2023, p235) بأنه تفكير موجه نحو الهدف، يعالج المشكلات واتخاذ القرارات، من خلال الاستفادة من الموارد المتاحة، ويشير هذا التعريف إلى أن الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة يمكنهم تطوير مهارات التفكير الهندسي من خلال أنشطة تفاعلية تعزز التفكير النقدي والتعاون والإبداع.

من خلال تحليل التعريفات السابقة لمفهوم التفكير الهندسي، تستخلص الباحثتان عدد من نقاط الاتفاق المشتركة بين هذه التعريفات، كما يلي:

- اتفقت جميع التعريفات على أن التفكير الهندسي هو نوع من التفكير المنطقي والعقلي، يعتمد على التحليل والاستنتاج واستخدام العمليات العقلية العليا مثل الاستدلال والتصور الذهني.
- التفكير الهندسي يتطلب مهارات مثل التصور الذهني، التحليل، التخيل، الاستنتاج، والإدراك.
- التفكير الهندسي يسهم في تنمية الإبداع والابتكار، سواء في الرسم أو التصميم أو حل المشكلات.

مما سبق، يُعرّف البحث الحالي التفكير الهندسي **إجرائيًا** بأنه: مجموعة من المهارات العقلية التي يتم تنميتها لدى الطفل في مرحله الطفولة المبكرة من خلال برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) ، وتظهر في قدرته على التعرف على الأشكال الهندسية بصريًا، وتصنيفها بناءً على أوجه التشابه والاختلاف، وربطها بالبيئة المحيطة، وفهم خصائصها وعلاقاتها

[١٠] - رغم قدم هذا المرجع، إلا أنه يُعد مصدرًا تأسيسيًا في مجال التفكير الهندسي، حيث يُنسب إليه وضع النظرية الأصلية لمستويات التفكير الهندسي، ولا تزال أفكاره تشكل إطارًا مرجعيًا تعتمد عليه العديد من الدراسات الحديثة.

المكانية، وذلك ضمن المستويات الثلاثة الأولى لنمو التفكير الهندسي في نموذج Van Hiele : المستوى البصري، والمستوى التحليلي، ومستوى الاستدلال غير الشكلي.

وتعد نظريات التفكير الهندسي من الأسس التي تسهم في فهم كيفية تطوير مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة، ويركز هذا النوع من التفكير على معالجة المشكلات باستخدام الأساليب الهندسية، من خلال التفكير النقدي، التحليل المنطقي، والإبداع في إيجاد الحلول.

سيتم استعراض نظرية van Hiele للتفكير الهندسي التي تساهم في تنمية التفكير الهندسي لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة، وتلخصها الباحثتان في الجدول التالي:

جدول (٢): نظرية van Hiele للتفكير الهندسي (إعداد الباحثتين)

نظرية فان هيل للتفكير الهندسي	**المؤسس**	• **Pierre van Hiele** • **Dina van Hiele–Geldof**
	الركيزة الأساسية	• **تركز على التعلم التفاعلي والتجريبي، حيث يعزز الأطفال مهارات التفكير الهندسي من خلال التفاعل مع المواد والأدوات الهندسية.** • **تتضمن النظرية أهمية استخدام الأدوات الهندسية مثل الكتل والأجهزة لتطوير التفكير المكاني وحل المشكلات.**
	التطبيق في التفكير الهندسي	• **يساهم التفاعل المباشر مع البيئة في تطوير مهارات التفكير الهندسي.** • **يُشجع الأطفال على التعاون والتعديل المستمر لحلولهم الهندسية.**
	المزايا	• **يتوافق مع أسلوب التعلم القائم على الاكتشاف.** • **يعزز التفكير المكاني والقدرة على التعديل والتكرار في حل المشكلات.**
	العيوب	• **قد يتطلب بيئة تعليمية غنية بالأدوات والموارد التي قد تكون غير متاحة في بعض الأماكن.**
	(Van Hiele, 1986, p312; Davis & Drake, 2014, p32; Clements & Sarama, 2016, p123)	

وقد بنى البحث الحالي إطاره النظري على نظرية فان هيل Van Hiele Theory بوصفها أساسًا لفهم وتطوير التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، لما تقدمه من تصور مرحلي دقيق لآليات النمو المعرفي في المجال الهندسي، وفيما يلي تعرض الباحثتان أهم مبررات اختيار هذه النظرية دون غيرها في ضوء طبيعة أهداف البحث وخصائص الفئة المستهدفة.

مبررات اختيار نظرية فان هيلVan Hiele Theory

تُعد نظرية فان هيل Van Hiele Theory من أبرز النظريات التربوية التي تناولت تطور التفكير الهندسي والمكاني لدى المتعلمين، حيث قدمت تصورًا مرحليًا متدرجًا لآليات فهم المفاهيم الهندسية، وفي ضوء أهداف البحث الحالي، الذي يهدف إلى تنمية التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة باستخدام مدخل STEM ونموذج (5E's)، تم اختيار هذه النظرية لعدة مبررات علمية وتربوية تتمثل فيما يلي:

١. التركيز المباشر على التفكير الهندسي والمكاني:

حيث تركز على تطور التفكير الهندسي، وهو ما يتوافق مع موضوع البحث، فقد أوضحت النظرية أن الأطفال يمرون بمراحل معرفية محددة لفهم الأشكال والعلاقات الهندسية، مما يجعلها إطارًا دقيقًا لتخطيط وتقييم الأنشطة التعليمية في هذا المجال.(Nahdi, et al., 2024, p97)

٢. مناسبتها لخصائص النمو المعرفي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة:

توفّر النظرية تسلسلًا منطقيًا لمراحل تطور التفكير، بدءًا من المرحلة البصرية وصولًا إلى المرحلة الاستنتاجية، وهو ما يتماشى مع القدرات النمائية للأطفال في هذه المرحلة ويُسهم في دعم التعلم النشط القائم على الاكتشاف. (Moru, et al., 2020, p203)

٣. قابليتها للتطبيق العملي في البيئة التعليمية:

يمكن تفعيلها من خلال أنشطة حركية ويدوية، وألعاب تعليمية مثل التانجرام والمكعبات، مما يثري التعلم، ويعزز الاستكشاف والملاحظة والتجريب.(Siew, et al., 2013, p102)

٤. دعمها من قبل البحوث الحديثة:

أثبتت دراسات فاعلية استخدام النظرية في تنمية التفكير الهندسي لدى الأطفال، كما بينت دور المعلمة في دعم الانتقال بين مستويات التفكير، مما يبرر اعتمادها كأساس لتطوير محتوى

تعليمي يراعي الفروق الفردية في النمو العقلي والمعرفي. (Armah & Kissi, 2019 b, p2; Usman, et al., 2020 b, p3)

٥. توافقها مع فلسفة مدخل STEM:

بما أن مدخل STEM يعتمد على التكامل بين التخصصات، فإن استخدام نظرية تصف تطور التفكير الهندسي يساعد في تحقيق أحد الأبعاد الأساسية للمدخل، وهو التفكير المكاني والتصميمي، ويُسهم في إعداد الطفل للتعلم المستقبلي القائم على حل المشكلات والتفكير النقدي. (Yakman & Lee, 2012, p1075; Honey, et al., 2014, p71; English, 2016 b, p2)

وبناءً على ما سبق من مبررات، يتّضح أن نظرية Van Hiele كأساس نظري للبحث الحالي لم يكن اختيارًا عشوائيًا، بل جاء مدعومًا بأسانيد علمية وتربوية واضحة تعكس مدى ملاءمتها لهدف البحث وسياقه، ومن هذا المنطلق، يتناول هذا الجزء الأساس النظري للنظرية، من حيث مستوياتها وخصائصها، ومراحلها، وتطبيقاتها التربوية في مرحلة الطفولة المبكرة.

نظرية التفكير الهندسي Van Hiele:

قدم Van Hiele ما يسمي بنظرية Van Hiele في خمسينيات القرن العشرين ، وتُركز على تطور الفهم الهندسي من خلال خمس مستويات متدرجة، لا يستطيع الطفل أن يصل إلى مستوى دون أن يُتقن المستويات السابقة ، ولكل مستوى لغته ومصطلحاته والمفاهيم الهندسية المناسبة له ، وقد رمز Van Hiele إلى المستوى الأول بالرمز (٠) وافترض أنه القاعدة لبداية التفكير الهندسي، وجميع الأطفال يتكون لديهم هذا المستوى ويسمى بالمستوى البصري، حيث يتعرف الطفل على الأشكال بناءً على مظهرها الخارجي، ثم المستوى التحليلي الذي يتم فيه إدراك خصائص الأشكال دون ربطها ببعضها، أما في مستوى الاستدلال غير الشكلى يتناول فهم العلاقات بين الخصائص الهندسية، بينما في مستوى الاستدلال الشكلى يصبح قادرًاعلى استخدام المنطق والاستنتاج لإثبات النظريات، وأخيرًا، في المستوى المجرد يتمكن من التعامل مع المفاهيم الهندسية بطريقة متقدمة واستيعابها في إطار رياضي شامل. (Van Hiele, 1957, p17) [١١]

[١١] - رغم قدم هذا المرجع، إلا أنه يُمثّل الأصل النظري الأول لنموذج Van Hiele في التفكير الهندسي، ويُعد حجر الأساس الذي ارتكزت عليه الأدبيات اللاحقة، مما يمنحه قيمة مرجعية تأسيسية لا غنى عنها.

وتوضح النظرية أن الانتقال بين هذه المستويات يعتمد على الخبرات التعليمية الموجهة وليس العمر فقط، مما يعني أن التعليم الجيد والتفاعل النشط مع المفاهيم الهندسية يساعدان في تطور التفكير الهندسي، كما تسلط النظرية الضوء على أهمية استخدام استراتيجيات تفاعلية، مثل الاكتشاف والاستقصاء، لتطوير قدرات التفكير الهندسي لدى الأطفال. (وديع مكسيموس وآخران، ٢٠٢٠، ص٢١٨)

وقد عرض كل من رفاء الرمحي (٢٠٠٩ ،ص ٨٧)، محمد العتيبي (٢٠١٩، ص٤٩)، محمد السريحين ومأمون الشناق (٢٠٢٤، ص٤٥٠) مستويات التفكير الهندسي على النحو التالي:

(٠) المستوى البصري (التعرف على الشكل):

في هذا المستوى، يدرك الطفل المفاهيم الهندسية بطريقة إجمالية دون وعي دقيق بعناصر أو خصائص كل شكل، فهو يعتمد على المظهر العام للحكم على الأشكال، فمثلًا، قد يعتبر الشكل مستطيلًا لأنه يشبه الباب، أو مربعًا لأنه يشبه النافذة، ومع ذلك، لا يكون الطفل قادرًا على الربط بين الخصائص الهندسية للأشكال أو التعرف على العلاقات التي تربطها ببعضها، مما يجعله يرى المربع والمستطيل كأشكال مختلفة تمامًا دون إدراك أوجه التشابه بينهما.

(١) المستوى التحليلي:

في هذا المستوى، يبدأ الطفل في تحليل الأشكال الهندسية بناءً على مكوناتها الداخلية والعلاقات التي تربط بين تلك المكونات، كما يعتمد على الصفات المميزة لكل فئة من الأشكال، مستخدمًا طرقًا عملية مثل الطي لفهم خصائصها، ويتمكن الطفل من مقارنة الأشكال استنادًا إلى خصائصها الهندسية بدلاً من الاعتماد على مظهرها العام.

(٢) مستوى الاستدلال غير الشكلي:

يكتسب الطفل في هذا المستوى القدرة على ترتيب الأشكال والعلاقات الهندسية بطريقة منطقية، حيث يقوم بتصنيف الأشكال وفقًا لخصائصها في بنية هرمية، كما يبدأ في إدراك العلاقات بين الأشكال المختلفة، ويحدد خصائصها بدقة، مما يجعله قادرًا على فهم أن المربع يُعتبر مستطيلًا لأنه يتشارك مع المستطيل في نفس الخصائص.

(٣) مستوى الاستدلال الشكلي:

يعتمد الطفل في هذا المستوى على التفكير الاستنتاجي، حيث يكون قادرًا على تكوين علاقات مترابطة بين المعلومات المعروفة وغير المعروفة، كما يستطيع التعبير عن الأسباب باستخدام عبارات منطقية تستند إلى النظريات والمسلمات الرياضية، مثل تقديم براهين رياضية تُثبت تكافؤ مجموعتين من الخصائص في شكل هندسي معين.

(٤) مستوى الاستدلال المجرد الكامل:

في هذه المرحلة، يصل المتعلم إلى مستوى متقدم من التجريد، حيث يفهم ضرورة الالتزام بالتجريد الرياضي الصارم، كما يكون قادرًا على تحليل الاستنتاجات بناءً على المسلمات والتعريفات، بل ويستطيع استحداث مسلمات جديدة لفهم الأنظمة الهندسية المختلفة، مما يُعزز تفكيره الرياضي المتقدم.

لا يقدم نموذج Van Hiele دليلًا عمليًا يوضح للمعلمات كيفية تدريس الهندسة، لكنه يُستخدم كأداة لتقييم مستوى التفكير الهندسي لدى الأطفال من خلال خصائص كل مستوى متتابع في النموذج، ويُعد الانتقال بين هذه المستويات عملية تدريجية تعتمد بشكل أساسي على الخبرات الهندسية التي يكتسبها الأطفال، أكثر من كونها مرتبطة بعمره الزمني، ومع ذلك، حدد Van Hiele مستويات عمرية تقريبية تتناسب مع مراحل التفكير الهندسي، لكنها ليست إلزامية، فالمستوى البصري يُناسب مرحلة رياض الأطفال، بينما يتماشى المستوى التحليلي مع السنوات الأولى من المرحلة الابتدائية، أما مستوى الاستدلال غير الشكلي، فيقابل المرحلة الابتدائية، في حين يرتبط مستوى الاستدلال الشكلي بالمرحلة الثانوية، وأخيرًا، يتناسب مستوى الاستدلال المجرد مع المرحلة الجامعية. (Gujarati, 2014, p.3)

خصائص المستويات:

- **التتابع الثابت أو الهرمية:** يجب أن يمر الطفل بكل مستوى من مستويات التفكير الهندسي بالترتيب، فلا يمكنه الانتقال إلى مستوى متقدم دون إتقان المستوى الذي يسبقه.
- **التجاور والتأثير:** ما يكون ضمنيًا وغير واضح في مستوى معين يصبح أكثر وضوحًا وصراحة في المستوى التالي، مما يساهم في البناء التدريجي للفهم الهندسي.

❖ **التمييز:** لكل مستوى من مستويات التفكير رموزه ولغته الخاصة، حيث تتطور المصطلحات والعلاقات الهندسية وفقًا لتقدم الطفل في المستويات. (وديع مكسيموس وآخران، ٢٠٢٠، ص٢٢٠)

مراحل النموذج:

أشار Van Hiele أنه يمكن تسريع التطوير الذهنى المعرفي فى الهندسة من خلال التعليم، وليس من خلال النضج أو العمر طبقاً لـ Van Hiele فإن الانتقال من مستوى تفكير إلى آخر يتم من خلال خمس مراحل وهي:

❖ **الاستقصاء:** تطرح المعلمه أسئلة موجهة للأطفال لاستكشاف معارفهم الأولية، مما يساعدهم في التركيز على المعلومات والمهارات التي يحتاجون إلى تعلمها.

❖ **التوجيه المباشر:** يكتشف الأطفال المفاهيم الهندسية المطلوبة من خلال أنشطة قصيرة تستهدف الحصول على إجابات واضحة ومحددة.

❖ **التفسير والوضوح:** يُطلب من الأطفال التعبير لفظيًا عن المصطلحات الهندسية، بينما يقتصر دور المعلمه على الإرشاد والتوجيه بأقل قدر ممكن من التدخل.

❖ **التوجيه الحر:** يتمكن الأطفال من تطبيق ما تعلموه عن المفاهيم الهندسية من خلال الاكتشاف الحر، حيث يحاولون حل المشكلات الهندسية المطروحة بدون توجيه مباشر، مما يعزز قدراتهم على التفكير المستقل.

❖ **التكامل:** يُتاح للأطفال فرصة لتجميع وترتيب ما تعلموه سابقًا، حيث يقومون بتصميم نماذج هندسية بأنفسهم دون توجيه مباشر من المعلمه. (Mohamad & Al- Ramahi, 2019, p550)

وقد أرجعت نتائج دراسة رمضان سليمان (٢٠٠٧ ، ص١٠٩) الصعوبات التي تواجه الأطفال في تعلم الهندسة إلى ابتعاد الممارسات التدريسية عن الطرق العملية التي تُعزز خبرات يدوية، وعدم ربط البنية الهندسية بواقع الأطفال وخبراتهم الحياتية، وابتعادها عن ميولهم وحاجاتهم.

التطبيقات التربوية لنظرية Van Hiele في مرحلة الطفولة المبكرة:

تُعد نظرية Van Hiele أساسًا تربويًا يمكن توظيفه بفعالية في مرحلة الطفولة المبكرة من خلال تطبيقات تعليمية متعددة تدعم تنمية التفكير الهندسي بما يتوافق مع خصائص النمو العقلي والمعرفي للأطفال كما يلي:

- استخدام الألعاب الهندسية المحسوسة: مثل التانجرام، والمكعبات، والقطع المتداخلة، لتطوير مهارات التمييز البصري والتحليل المكاني للأطفال.
- التدرّج في تقديم المفاهيم الهندسية: وفق مراحل النموذج الخمسة (البصرية – الوصفية – التحليلية – الاستنتاجية – الصورية)، مما يساعد الطفل على الانتقال السلس بين المستويات المعرفية.
- دمج الأنشطة الهندسية ضمن مواقف تعلّم STEM : لتكامل المعرفة العلمية والتقنية والرياضية مع الهندسة في بيئة تعلم واقعية ومترابطة.
- تصميم أنشطة قائمة على الاكتشاف الموجّه: تُحفّز الطفل على ملاحظة خصائص الأشكال الهندسية، وتصنيفها، والمقارنة بينها عبر اللعب والاستقصاء.
- تفعيل الأسئلة المفتوحة: التي تُمكّن المعلمة من دعم التفكير التأملي والهندسي، يساعد الطفل على صياغة أفكاره وشرح ملاحظاته.
- توظيف القصص المصورة والنشاطات الفنية: لربط المفاهيم الهندسية بسياقات حياتية، وجعلها أكثر جذبًا وملاءمة للنمو العقلي في هذه المرحلة.
- تكييف المحتوى التعليمي ليتوافق مع الفروق الفردية: من خلال تعديل الأنشطة لتناسب مستويات التفكير الهندسي المختلفة للأطفال في الصف الواحد.

وقد ظهرت التطبيقات التربوية لنظرية Van Hiele في مرحلة الطفولة المبكرة من خلال استقراء عدد من الدراسات التي تناولت فاعلية النظرية في دعم النمو التدريجي للتفكير الهندسي لدى الأطفال، حيث بينت دراسة كل من ZakariaAbdul & (2013)، ودراسة Siew, et al. (2013) أن استخدام الألعاب التعليمية مثل التانجرام والمكعبات والقطع الهندسية يسهم في تعزيز إدراك الأطفال للعلاقات المكانية وخصائص الأشكال، وأوضحت دراسة English (2016 b) فاعلية هذه التطبيقات عند دمجها ضمن بيئات تعلم قائمة على مدخل STEM ، حيث يتكامل

التفكير الهندسي مع مهارات علمية وتقنية في مواقف تعليمية واقعية تُحفّز التفكير التصميمي والنقدي، وركزت دراسة Armah & Kissi (a ٢٠١٩) على أهمية دور المعلمة في توجيه الأسئلة المفتوحة وتيسير الاكتشاف الذاتي، مما يعزز الانتقال من الإدراك البصري إلى الفهم التحليلي للأشكال، وأشارت دراسة .Usman, et al (a 2020) إلى فاعلية الأنشطة القائمة على التصنيف والمطابقة والرسم وتحليل الأشكال في تفعيل المستويين الأول والثاني من مراحل التفكير الهندسي، بما يتناسب مع القدرات النمائية للأطفال.

وتشير الممارسات التربوية والمصادر التعليمية إلى وجود خلط شائع بين مفاهيم "التفكير الهندسي" و"التفكير الرياضي" و"الهندسة" كمحتوى دراسي، ففي كثير من الأحيان، يُنظر إلى التفكير الهندسي باعتباره امتدادًا للمهارات الرياضية أو فرعًا من الهندسة الأكاديمية، بينما هو في جوهره نوعًا مميزًا من أنماط التفكير، يركّز على التصميم، التحليل، الابتكار، والبناء ضمن سياقات واقعية، هذا الخلط المفاهيمي قد يؤدي إلى إضعاف فرص تنمية المهارات الهندسية الفعلية لدى الطفل، خاصة إذا اقتصر التعليم على المعالجات الرياضية المجردة أو المحتوى النظري البحت.

إن التمييز بين التفكير الهندسي والتفكير الرياضي والهندسة أمرًا ضروريًا لفهم طبيعة كل مفهوم وتوجيه الممارسات التربوية بصورة دقيقة، **فالهندسة** كمجال معرفي تُعنى بدراسة الأشكال، والمساحات، والقياسات، وتُقدَّم في المناهج الدراسية كأحد فروع الرياضيات (National Research Council [NRC], 2006)، أما **التفكير الرياضي** فيرتبط غالبًا بالعمليات العقلية المجردة كالاستدلال العددي، والتعميم، والتحليل الرمزي (Carpenter, et al., 2003, p47) ، في حين أن **التفكير الهندسي** يختلف عنهما من حيث كونه نمطًا من أنماط التفكير العملي المرتبط بتصميم الحلول، وبناء النماذج، وتحليل الوظيفة والبنية، وهو يُمارَس في سياقات واقعية تُحفّز على الابتكار. (English, 2016a, p11; Katehi, 2009, p238)

تحديات تنمية التفكير الهندسي عند الأطفال:

يُعد التفكير الهندسي أحد أشكال التفكير العليا التي تتطلب مهارات معرفية متعددة مثل التصور البصري، التحليل البنائي، والتفكير المنظومي، ورغم أهميته في مرحلة الطفولة المبكرة، إلا أن تنميته تواجه عددًا من التحديات، فالأطفال يعتمدون بدرجة كبيرة على المحسوسات، مما يصعّب عليهم إدراك المفاهيم الهندسية المجردة مثل الأبعاد والتوازن والتناسق، وتُعد قلة ارتباط الأنشطة

الهندسية بالواقع اليومي أحد الأسباب التي تؤدي لعزوف الأطفال عن المشاركة الفعالة، حيث لا يدركون العلاقة بين ما يُقدم لهم وما يعيشونه في بيئتهم. (Moore & Denson, 2014, p37; Clements & Sarama ; 2016, p148)

ولتجاوز هذه التحديات المرتبطة بتعليم التفكير الهندسي في مرحلة الطفولة المبكرة، **تقترح الباحثتان** توظيف استراتيجيات تربوية تركز على التعلم الحسي والملموس، مثل استخدام مواد بناء بسيطة، وألعاب تركيب، وأنشطة تصميم موجهة تُحول المفاهيم المجردة إلى تجارب واقعية يمكن للأطفال فهمها، لذا كان لابد من دمج التفكير الهندسي في الأنشطة اليومية بطريقة منهجية وبأسلوب يناسب خصائص النمو العقلي للاطفال (English, 2016a, p7) ، كما يُعد توفير بيئة تعليمية غنية بالخامات والأدوات التفاعلية (مثل المكعبات، ومجموعات البناء، والألواح الرقمية) من الركائز الأساسية لدعم التطبيق العملي والتصميم الحر (Bagiati & Evangelou, 2015, p115).

مهارات التفكير الهندسي:

تشمل مهارات التفكير الهندسي مجموعة من القدرات العقلية والمعرفية التي تساعد الأطفال على فهم المفاهيم الهندسية والتعامل معها بفعالية، ومن أبرز هذه المهارات ما أورده (Rahayu & Jupri ,2021, p117) فيما يلي:

١. **إدراك العلاقات المكانية:** القدرة على تحديد مواضع واتجاهات الأشكال في الفراغ، مما يساعد في فهم الخرائط والتخطيطات الهندسية.
٢. **التصور الذهني:** القدرة على تخيل الأشكال وتحريكها أو تدويرها ذهنياً دون الحاجة إلى تمثيلها مادياً، مما يعزز الإبداع وحل المشكلات.
٣. **التحليل الهندسي:** فهم خصائص الأشكال الهندسية مثل الأضلاع والزوايا والمساحات، والتعرف على أوجه التشابه والاختلاف بينها.
٤. **الاستدلال الهندسي:** القدرة على التوصل إلى استنتاجات منطقية بناءً على الخصائص والعلاقات الهندسية، مثل التنبؤ بكيفية تغير الأشكال عند التمدد أو التقلص.
٥. **التصنيف والتجريد:** تصنيف الأشكال بناءً على خصائصها الهندسية واستخدام التفكير المجرد لفهم العلاقات الهندسية المعقدة.

٦. **حل المشكلات الهندسية:** استخدام المنطق والاستنتاج لإيجاد حلول لمشكلات تتعلق بالهندسة، مثل قياس المساحات أو تحديد الزوايا.

٧. **التعرف على الأنماط الهندسية:** فهم وتحديد الأنماط المتكررة في الأشكال والتصاميم الهندسية، مما يعزز القدرة على التنبؤ والاستنتاج.

أهمية التفكير الهندسي في مرحلة الطفولة المبكرة:

يُعد التفكير الهندسي من الأسس التي يمكن تعزيزها للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة من خلال الأنشطة التعليمية القائمة على الاستكشاف والتجريب، ويساعد هذا النوع من التفكير الأطفال على فهم البيئة المحيطة بهم بطريقة علمية ومنطقية، ومن ثّم تستلخص **الباحثتان** أهمية تنمية التفكير الهندسي للأطفال فيما يلي:

١. **تنمية القدرات المكانية:** يساعد التفكير الهندسي الأطفال على تطوير مهارات التمييز بين الاتجاهات، المواقع، والأحجام، مما يعزز إدراكهم للعالم من حولهم.

٢. **تعزيز التفكير الإبداعي:** يدعم التفكير الهندسي الابتكار من خلال تمكين الأطفال من استكشاف الأشكال والتصاميم المختلفة، مما يحفز خيالهم وإبداعهم في حل المشكلات.

٣. **تحسين مهارات حل المشكلات:** يساهم في تعليم الأطفال كيفية تحليل المشكلات الهندسية والبحث عن حلول منطقية، مما ينمي لديهم مهارات التفكير النقدي.

٤. **تطوير مهارات الرياضيات المبكرة:** يرتبط التفكير الهندسي بالعديد من المفاهيم الرياضية مثل القياس، التناسق، والأنماط، مما يعزز فهم الأطفال لمهارات الحساب الأساسية.

٥. **تعزيز التعلم التفاعلي:** من خلال الأنشطة العملية مثل استخدام المكعبات، الرسم الهندسي، وبناء الأشكال، يصبح التعلم أكثر متعة وتفاعل، مما يعزز استيعاب المفاهيم الهندسية لدى الأطفال.

أهمية مدخل STEM في تنمية التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة:

مما سبق، يرتبط مدخل STEM ارتباطًا وثيقًا بالتفكير الهندسي، إذ تُعد الهندسة أحد الركائز الأساسية لهذا المدخل، ويعتمد التفكير الهندسي على تحديد المشكلات وتحليلها وتصميم حلول مبتكرة واختبارها، ويعتمد هذا المدخل على نهج تطبيقي يتيح للأطفال استكشاف المفاهيم الهندسية من خلال التجريب والتفاعل النشط مع البيئة المحيطة، كما تُسهم الأنشطة الهندسية

المتضمنة في مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير المنظم لدى الأطفال، وتعزز قدرتهم على التخطيط، الإبداع، وتطوير حلول واقعية قابلة للتطبيق، **وتلخص الباحثتان** أهمية مدخل STEM في تنمية التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة في:

١- تنمية مهارات التفكير الناقد وحل المشكلات: من خلال أنشطة الاستقصاء والاكتشاف، يتعلم الطفل كيفية تحليل المشكلات والبحث عن حلول مبتكرة.

٢- تعزيز الإبداع والابتكار: يُتيح التفكير الهندسي للأطفال فرصة تصميم وبناء النماذج، مما يحفز الخيال والتفكير الإبداعي.

٣- تطوير المهارات الحركية والمعرفية: الأنشطة العملية مثل التجريب والبناء تساعد على تنمية التنسيق الحركي وتعزيز مهارات التحليل والتطبيق.

٤- تعزيز مهارات التواصل والتعاون: يعمل الأطفال في فرق صغيرة على حل المشكلات الهندسية، مما يعزز قدرتهم على التواصل الفعّال والعمل الجماعي.

وخلاصة القول أن الدمج المبكر لـ STEM والتفكير الهندسي يساعد على إعداد الأطفال لمواجهة تحديات المستقبل من خلال:

- الاستعداد للتعلم المستقبلي: بناء أساس متين في العلوم والرياضيات يعزز التعلم المستمر في المراحل الدراسية اللاحقة.
- الثقة بالنفس والاستقلالية: عندما ينجح الأطفال في تطوير حلول للمشكلات، يكتسبو ثقة أكبر بقدراتهم.
- تكوين عقول مبتكرة: يُهيئ التفكير الهندسي الأطفال ليكونوا مفكرين مستقلين قادرين على الابتكار والمساهمة المجتمعية في المستقبل.

ختامًا، يتضح من العرض السابق أن مدخل STEM يُعد من الاتجاهات التربوية المعاصرة التي تسهم بفاعلية في دعم نمو الأطفال معرفيًا ومهاريًا، لا سيما في مجال التفكير الهندسي، وعند توظيف هذا المدخل في ضوء نظرية Van Hiele لمستويات التفكير الهندسي، يمكن تحقيق تطور تدريجي ومنهجي في مهارات الطفل الهندسية، ومن هنا تنبع أهمية الدراسة الحالية في استكشاف أثر استخدام مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's)، استنادًا إلى نظرية Van Hiele، في تنمية

التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، مما يسهم في تقديم رؤية تطبيقية يمكن الإفادة منها في سياقات التعليم المبكر.

فروض البحث:

١. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور بعد التجربة في إتجاه المجموعة التجريبية.
٢. توجد فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة للمستوى البصري في اتجاه المجموعة التجريبية.
٣. توجد فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة للمستوى التحليلي في اتجاه المجموعة التجريبية.
٤. توجد فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لمستوى الاستدلال غير الشكلي في اتجاه المجموعة التجريبية.
٥. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور في القياسين القبلي والبعدي في إتجاه القياس البعدي.
٦. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية فى القياسين البعدي والتتبعى لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور.
٧. يسهم البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في إحداث حجم أثر كبير في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال المجموعة التجريبية مقارنةً بالمجموعة الضابطة.

الإجراءات الميدانية للبحث:

اتخذت الباحثتان عددًا من الخطوات المنهجية لتحقيق أهداف البحث الحالي، وذلك على النحو التالي:

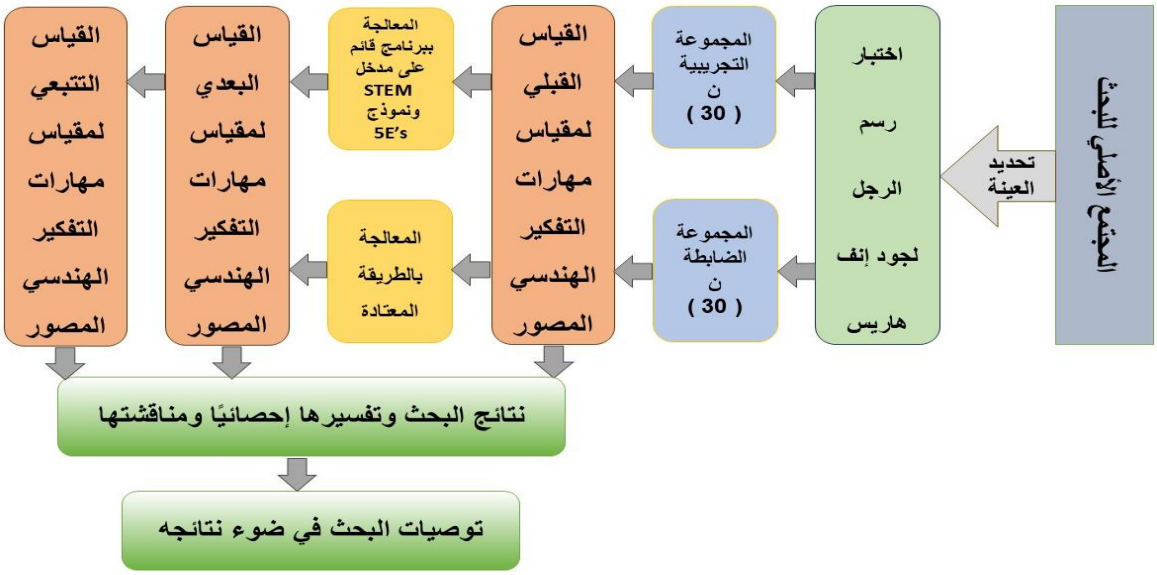
- **الاطلاع على الأدبيات التربوية:** قامت الباحثتان بمراجعة الدراسات السابقة والأطر النظرية ذات الصلة بمتغيرات البحث؛ بهدف بناء أساس معرفي يساعد في صياغة مكونات البرنامج والأدوات البحثية.
- **إعداد قائمة مهارات التفكير الهندسي:** تم إعداد قائمة أولية تشتمل على مهارات التفكير الهندسي التي تتضمن المستويات الخمس من نظرية Van Hiele، وقد تم تحكيم القائمة

للوصول للصورة النهائية التي تضمنت الثلاث مستويات (المستوى البصري، المستوى التحليلي، ومستوى الاستدلال غير الشكلي).

- **تصميم البرنامج:** أعدت الباحثتان برنامجًا تعليميًا قائمًا على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's)لتنمية مهارات التفكير الهندسي للأطفال، مستندًا إلى نظرية Van Hiele للتفكير الهندسي، وقد تم عرضه على مجموعة من الخبراء والمحكّمين للتأكد من ملاءمته، وإجراء التعديلات للوصول إلى صورته النهائية.
- **إعداد أداة القياس:** قامت الباحثتان بإعداد مقياس مصوّر لقياس مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، وجرى تحكيمه من قِبل المختصين للتأكد من صدقه الظاهري ومناسبته للفئة المستهدفة.
- **التطبيق القبلي:** تم تطبيق المقياس قبليًا على مجموعتي البحث (التجريبية والضابطة) للوقوف على مستوى التفكير الهندسي لدى الأطفال قبل تنفيذ المعالجة التجريبية.
- **تنفيذ المعالجة التجريبية:** خضعت المجموعة التجريبية للبرنامج القائم على مدخل STEMباستخدام نموذج (5E's) بينما تلقت المجموعة الضابطة التعليم بالطريقة المعتادة.
- **التطبيق البعدي:** بعد الانتهاء من تنفيذ البرنامج، تم تطبيق مقياس مهارات التفكير الهندسي مرة أخرى (بعديًا) على كلا المجموعتين التجريبية والضابطة.
- **التطبيق التتبعي:** تم إعادة تطبيق مقياس مهارات التفكير الهندسي مرة أخرى بعد مرور شهر على أطفال المجموعة التجريبية؛ لقياس مدى احتفاظهم بمكتسبات البرنامج.
- **تحليل البيانات:** تم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، وصولًا لنتائج البحث.
- **عرض النتائج والتوصيات:** تم تفسير النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، وصياغة التوصيات ذات الصلة بمجال البحث.

منهج البحث:

اعتمد البحث الحالي على المنهج شبه التجريبي، مستندًا إلى تصميم المجموعتين: التجريبية والضابطة، مع تطبيق القياسات (القبلية، والبعدية، والتتبعية) باستخدام مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، ويهدف هذا التصميم إلى الكشف عن فاعلية البرنامج التعليمي القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة في ضوء نظرية Van Hiele ، ويوضح الشكل التالي البناء التجريبي المعتمد في البحث.



شكل (٣): التصميم التجريبي للبحث (إعداد الباحثتان)

عينة البحث:

تكوّنت عينة البحث من (٦٠) طفلًا وطفلة من أطفال روضة مدرسة "بدر ثروت" التابعة لإدارة شرق التعليمية بمحافظة الإسكندرية، وقد تم توزيعهم على مجموعتين: مجموعة تجريبية تضم (٣٠) طفلًا وطفلة، ومجموعة ضابطة تضم (٣٠) طفلًا وطفلة.

شروط اختيار عينة البحث:

- أن يكون الأطفال من المستوى الثاني بمرحلة رياض الأطفال (من ٥ إلى ٦ سنوات تقريبًا).

- أن يكون الأطفال ملتحقين بروضة تابعه لمؤسسة تعليمية.
- ألا يكون الأطفال قد تعرضوا مسبقًا لأي برامج تعليمية تتعلق بمدخل STEM أو تنمية التفكير الهندسي.
- أن تكون اللغة الفصحى المبسطة هي لغة التعليم.
- الحصول على موافقة أولياء الأمور على مشاركة أطفالهم.
- انتظام الأطفال في الحضور خلال فترة تنفيذ البرنامج، لضمان تطبيق المعالجة التجريبية بشكل كامل.

أداة المعالجة التجريبية:

برنامج تعليمي قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's)، يهدف إلى تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، في ضوء نظرية Van Hiele.

أدوات البحث:

اعتمد البحث على مجموعة من الأدوات التي تم إعدادها وتقنينها لتحقيق أهداف البحث، وهي:

١. مقياس رسم الرجل (Draw-A-Man Test): إعداد "جود إنف هاريس-Goodenough" (Harris، (تقنين: مركز ديبونو لتعليم التفكير، ٢٠١٧)
٢. قائمة مستويات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة – إعداد الباحثتان.
٣. مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة – إعداد الباحثتان.

إعداد وضبط أدوات البحث:

أولًا : اختبار رسم الرجل Draw-A-Man Test "لجود انف هاريسGoodenough-Harris" [١٢]

أ. الهدف من الاختبار:

تم استخدام اختبار رسم الرجل لجود إنف هاريس من أشهر الاختبارات التي اهتمت بقياس ذكاء الأطفال، حيث يُطلب من كل طفل أن يرسم رجلًا، ثم يتم تحليل الرسم وفقًا لقائمة، لضمان التجانس بين أفراد العينة.

[١٢] - ملحق البحث رقم (٢).

ب. تعليمات تطبيق الاختبار:

توجه المعلمه الأطفال لإزالة أي أدوات أمامهم باستثناء ورقة بيضاء وقلم رصاص، ثم تطلب من كل طفل رسم صورة لرجل، وحثهم لبذل أقصى جهد في تقديم أفضل رسمة ممكنة، مع الالتزام بالردود المختصرة مثل "نعم" أو "لا" عند سؤالهم عن تفاصيل معينة في الرسم، مع التأكيد على أن يرسم كل طفل وفقًا لرؤيته الخاصة.

ج. التصحيح و الدرجات:

- يُعطى كل بند درجة النجاح حسب القواعد الموجودة في كتيب الاختبار.
- وتُعطى درجة (1) في حالة النجاح، ولا تعطى أنصاف درجات.
- الدرجة الخام هي مجموع درجات البنود، وهي الدرجة المستخدمة في إيجاد الدرجة المعيارية.
- تُسجل الدرجات في الأماكن المعده لتسجيلها في كراسة الاختبار.
- وضع علامة (√) أمام كل بند ينجح فيه المفحوص، وعلامة (×) أمام كل بند لا يجيب عليه المفحوص، أو تكون إجابته خاطئه (هذه الطريقة تساعد في التأكد من تصحيح جميع البنود وعدم حذف أي منها في تقدير الدرجات).
- هناك بعض الرسومات لن تستطيع المعلمة تصحيحها على الإطلاق ويندر وجود مثل هذه الرسوم فوق سن الخامسة، ويطلق عليها رسوم الفئة (أ) وهي الرسوم التي يصعب التعرف على موضوعها، بعكس رسوم الفئة (ب) وهي التي يمكن التعرف عليها كمحاولات لتصوير الشكل الإنساني، وتكون الدرجة الكلية أما (صفر) أو (1) فإذا كان الرسم مجرد شخبطة بلا هدف كانت الدرجة (صفر) أما إذا كانت الخطوط بها بعض الضبط فإن الدرجة تكون (١).
- يتم جمع درجات كل رسم على حدة، وغير مسموح بجمع درجات جزئية من أكثر من رسمة.
- لا يحصل الطفل على أي درجات للجوانب الكيفية للرسم مثل: ضغط القلم، مكان الرسم على الصفحة، أو حجم الرسم، أو التصويبات التي أجراها الطفل.

ثانيًا : قائمة مستويات التفكير الهندسي – إعداد الباحثتين: [١٣]

للإجابة على **السؤال الفرعي الأول** من أسئلة البحث ومضمونه: ما مستويات التفكير الهندسي ومهاراته للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة ؟ تم إعداد القائمة وفقًا للإجراءات الآتية:

أ. الهدف من القائمة:

تهدف هذه القائمة إلى تحديد مستويات التفكير الهندسي المناسبة لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، في ضوء نظرية Van Hiele ، حيث تُعد القائمة الأساس الذي بُني عليه تصميم برنامج التفكير الهندسي باستخدام مدخل STEM ، بالإضافة إلى بناء مقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر.

ب. إعداد الصورة الأولية للقائمة:

تم إعداد الصورة الأولية للقائمة بالاعتماد على الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت مهارات التفكير الهندسي مثل دراسة Ma, et al. (2015) التي تناولت تحليل مستويات التفكير الهندسي لدى الأطفال في تايوان، ودراسة Bonyah & Larbi (٢٠٢١) التي أجرت تقييم مستويات التفكير الهندسي لدى الأطفال باستخدام نموذج Van Hiele لتعزيز المهارات الهندسية في المراحل المبكرة، ودراسة Tamara, et al. (2021) والتي أجرت تحليل مستويات التفكير الهندسي للأطفال في إندونيسيا باستخدام نموذج Van Hiele.

وتمثّل هذه الصورة خمسة مستويات للتفكير الهندسي، وهي: المستوى البصري، المستوى التحليلي، مستوى الاستدلال غير الشكلي، مستوى الاستدلال الشكلي، والمستوى المجرد الكامل، وقد شملت القائمة الأولية (٤٢) مهارة موزعة على هذه المستويات.

ج. إعداد الصورة النهائية للقائمة:

عُرضت الصورة الأولية على مجموعة من المحكمين والخبراء التربويين، [١٤] وتمت مراجعتها من حيث مدى ملاءمتها النمائية للأطفال، وبناءً على ملاحظاتهم، تم حذف بعض المستويات والمهارات غير المناسبة، وإضافة بعض المهارات الأخرى، وأسفرت هذه العملية عن اعتماد ثلاثة مستويات فقط تتناسب مع خصائص الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة، وهي:

[١٣] - ملحق البحث رقم (٣).
[١٤] - ملحق البحث رقم (١).

- المستوى البصري (الوصف البصري).
- المستوى التحليلي.
- مستوى الاستدلال غير الشكلي.

ويوضح الجدول التالي الصورة الأولية والصوره النهائية لقائمة مستويات التفكير الهندسي

جدول (٣): الصورة الأولية والنهائية لقائمة التفكير الهندسي

قائمة التفكير الهندسي	مستويات التفكير الهندسي				
الصورة الأولية	المستوي البصري	المستوي التحليلي	مستوي الاستدلال غير الشكلي	مستوي الاستدلال الشكلي	المستوي المجرد الكامل
عدد المهارات	٩	٩	٩	٧	٨
الصورة النهائية	المستوي الوصفي	المستوي التحليلي	مستوي الاستدلال غير الشكلي		
عدد المهارات	٧	٧	٦		

بناءً على ما سبق عرضه من مقارنة بين الصورة الأولية والنهائية لقائمة مستويات التفكير الهندسي، يتبين أن التعديلات التي أُدخلت على القائمة أسهمت في تحسين توافقها مع خصائص مرحلة الطفولة المبكرة، فقد تم تعديل عدد المستويات من خمسة إلى ثلاثة مستويات تتناسب مع القدرات المعرفية للأطفال في هذه المرحلة.

ثالثًا: مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة إعداد الباحثتين: [١٥]

تم إعداد وضبط المقياس وفقًا للإجراءات الآتية:

أ. الهدف من المقياس:

يهدف هذا المقياس إلى تحديد مستوي مهارات التفكير الهندسي لأطفال المستوى الثاني من مرحلة رياض الأطفال، وذلك بما يتوافق مع المستويات التي تناولها الإطار النظري والإجراءات المنهجية للبحث الحالي، ويُسهم المقياس في تقديم أداة مقننة تساعد على التعرف إلى مدى امتلاك الأطفال لمهارات التفكير الهندسي في ضوء المفاهيم الهندسية المستهدفة.

[١٥] - ملحق البحث رقم (٤).

ب. مبررات إعداد المقياس:

نبعت الحاجة إلى إعداد هذا المقياس من افتقار البيئة التعليمية إلى أدوات مقننة تقيس التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، وتتمثل هذه الحاجة في أهمية التعرف إلى مدى اكتساب الأطفال لمهارات التفكير الهندسي.

ج. خطوات إعداد المقياس:

١. تحديد الهدف من المقياس بوضوح.

مراجعة الأدبيات التربوية، والدراسات، والمقاييس ذات الصلة بمهارات التفكير الهندسي والمفاهيم الهندسية، مثل دراسة كل من:.Ma, et al(2015)، وعائشة الزير (٢٠١٧)، وماجدة بخيت وآخران (٢٠١٨)، ورجائى عبد الجواد (٢٠٢١)، و Bonyah & Larbi (٢٠٢١)، و.Tamara, et al (2021)، ومقياس رغده صبره (٢٠٢٢)، و .Aslan, et al (2024).

٢. بناء الصورة الأولية للمقياس واشتملت على (٣٦) مفردة.

٣. صياغة مفردات المقياس وتحديد الصور الملائمة للأطفال.

٤. عرض المقياس في صورته الأولية على عدد من المحكمين في الطفولة المبكرة.

٥. تلقي ملاحظات المحكمين، وتعديل المحاور والمفردات والصور بناءً على مقترحاتهم على النحو التالي:

- التأكيد على أن تكون مفردات المقياس مرتبطة بالسياق البيئي الواقعي لحياة الأطفال اليومية، لتسهيل عملية الفهم والإدراك.
- تعديل بعض العبارات والصياغات لتكون أكثر دقة وبساطة ، وتتناسب مع مستوى الفهم اللغوي للأطفال في هذه المرحلة.
- حذف المفردات المتداخلة التي تقيس نفس المهارة لتقليل التكرار وتحقيق الاتساق الداخلي للمقياس.
- إدراج صور أكثر وضوحًا وذات جودة عالية بصريًا، مع مراعاة التفاصيل في الصور المستخدمة.

- إعادة ترتيب بعض المفردات بما يضمن التسلسل من الأسهل إلى الأصعب، ومن المحسوس إلى المجرد، تماشيًا مع النمو الإدراكي للأطفال.

٦. إعداد الصورة النهائية القابلة للتطبيق من المقياس والتي تضمنت (٢٣) مفردة موزعة على ثلاثة مستويات.

د. وصف المقياس:

يتكون المقياس من ثلاثة أبعاد تمثل مستويات التفكير الهندسي: المستوى البصري، المستوى التحليلي، ومستوى الاستدلال غير الشكلي، ويتضمن المقياس عدد (٢٠) مهارة فرعية، بإجمالي (٢٣) مفردة، وتم ترتيب هذه المفردات من المحسوس إلى المجرد، ومن السهل إلى المعقد بما يتلاءم مع الخصائص النمائية لأطفال هذه المرحلة، ويلخص الجدول التالي أبعاد مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور:

جدول (٤): أبعاد مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة

م	اسم المستوي	المهارات الفرعية	المفردات الدالة في المقياس
١	المستوي البصري (٧ مهارات)	١) التعرف على الاشكال الهندسية بناء على مظهرها	١
		٢) التعرف على الأشكال في البيئة المحيطة	٢-٥
		٣) تمييز الاشكال بناء على الحجم	٣
		٤) التمييز بين القريب والبعيد	٤
		٥) التعرف على موقع الأشياء	٦
		٦) التعرف على الأنماط الصحيحة	٨
		٧) التعرف على الأشياء ككيانات كلية وجزئية	٧
	عدد المفردات بالمستوى البصري		(٨)
٢	المستوي التحليلي (٧ مهارات)	١) التعرف على خصائص الاشكال	١١ - ١٢
		٢) التعرف على السمات المميزة لكل شكل	٩
		٣) تحديد موقع الأشياء	١٠
		٤) تمييز الشكل من خلال صفة مميزة	١٤
		٥) إدراك العمق والمسافة	١٣

م	اسم المستوي	المهارات الفرعية	المفردات الدالة في المقياس
		٦) اختيار الاشكال بناء على الخصائص	١٥
		٧) فهم العلاقات بين الاشكال المميزة	١٦
عدد المفردات بالمستوى التحليلي			(٨)
٣	مستوي الاستدلال غير الشكلي (٦ مهارات)	١) تصنيف الاشكال بناء على الخصائص والعلاقات	١٧
		٢) تقديم تبريرات منطقية	١٨
		٣) الربط بين الاشكال الهندسية والمفاهيم الجبرية	٢١
		٤) فهم التعاريف الأساسية للأشكال	١٩
		٥) القدرة على اتباع الحجج المنطقية البسيطة	٢٢
		٦) تكوين استنتاجات مبنية على الملاحظات	٢٠ – ٢٣
عدد المفردات بمستوى الاستدلال غير الشكلي			(٧)
إجمالي عدد مفردات المقياس			(٢٣)

مما سبق يتّضح أن المقياس تم بناءه وفق رؤية تربوية، تستند إلى نظرية Van Hiele لمستويات التفكير الهندسي، وتراعي الخصائص النمائية والمعرفية لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، كما أن تنوع المهارات داخل كل بُعد من أبعاد المقياس، والتدرج من المفردات المحسوسة إلى المجردة، يعزز من دقة قياس المقياس لمستويات التفكير الهندسي، ويُعد تضمين الصور المناسبة وتبسيط صياغة المفردات من العوامل الداعمة لتيسير الفهم وزيادة دافعية الأطفال للتفاعل مع المقياس، مما ينعكس إيجابًا على صدق نتائجه وثباتها.

هـ. طريقة التصحيح وتقدير الدرجات:

يتكوّن مقياس مهارات التفكير الهندسي من (٢٣) مفردة، صيغت على هيئة أسئلة تحتوي كل منها على ثلاثة اختيارات مصورة، يُطلب من الطفل اختيار إجابة واحدة فقط، ويعتمد تصحيح المقياس على مفتاح تصحيح مُعد مسبقًا، بحيث تُمنح درجة واحدة للإجابة الصحيحة، وصفر للإجابة الخاطئة، وتُجمع الدرجات الكلية لكل طفل بهدف قياس مستوى تفكيره الهندسي في ضوء الأبعاد الثلاثة للمقياس.

و. تعليمات تطبيق مقياس مهارات التفكير الهندسي:

يُطبق المقياس بصورة فردية، بحيث يُقيَّم كل طفل على حدة، مع مراعاة تهيئة بيئة آمنة ومريحة تتيح إقامة علاقة إيجابية بين الطفل والمُقيم، ويُراعى جذب انتباه الطفل وتشجيعه، وشرح المطلوب بلغة مبسطة وواضحة ، ويُطلب من الطفل اختيار إجابة واحدة فقط لكل سؤال، مع تقديم تعزيزات لفظية إيجابية لدعم الطفل وتحفيزه.

ز. تجريب المقياس استطلاعيًا:

تم تجريب المقياس استطلاعيًا على عينة قوامها (٢٥) طفلًا من المستوى الثاني برياض الأطفال، وذلك بروضة مدرسة جلال قريطم التابعة لإدارة شرق التعليمية بمحافظة الإسكندرية، وقد هدفت هذه التجربة اختبار ملاءمة مفردات المقياس من حيث الصياغة والوضوح و فهم الأطفال لها، بالإضافة إلى تقدير الزمن المناسب لتطبيق المقياس، من خلال حساب متوسط الوقت الذي استغرقه كل من أسرع طفل وأبطأ طفل في إتمام المقياس، وقد بلغ الزمن التقديري نحو (٣٠) دقيقة، وهو وقت مناسب لطبيعة الفئة العمرية المستهدفة.

ح. معامل السهولة والصعوبة لمفردات مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور:

قامت الباحثتان بحساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات المقياس؛ بهدف التأكد من مناسبتها للأطفال عينة البحث، ويعرض الجدول التالي القيم المحسوبة، مما يوضح مدى توازن المفردات وقدرتها على قياس الأبعاد المستهدفة بدقة، حيث تُظهر هذه القيم مدى سهولة أو صعوبة الإجابة على كل عبارة بما يتناسب مع مستوى عينة البحث كما يلي:

جدول (٥): معامل السهولة والصعوبة لعبارات المقياس ن =(٢٥)

م	المستوى البصرى		المستوى التحليلى		مستوي الاستدلال غير الشكلي	
	معامل السهولة	معامل الصعوبة	معامل السهولة	معامل الصعوبة	معامل السهولة	معامل الصعوبة
١	0.60	0.40	0.52	0.48	0.52	0.48
٢	0.56	0.44	0.72	0.28	0.56	0.44
٣	0.60	0.40	0.52	0.48	0.56	0.44
٤	0.56	0.44	0.52	0.48	0.60	0.40
٥	0.64	0.36	0.44	0.56	0.56	0.44

م	المستوى البصرى		المستوى التحليلى		مستوي الاستدلال غير الشكلي	
	معامل السهولة	معامل الصعوبة	معامل السهولة	معامل الصعوبة	معامل السهولة	معامل الصعوبة
٦	0.44	0.56	0.48	0.52	0.44	0.56
٧	0.52	0.48	0.52	0.48	0.56	0.44
٨	0.60	0.40	0.68	0.32		
معامل السهولة		0.57	0.55		0.54	
معامل الصعوبة		0.43	0.45		0.46	
معامل السهولة للمقياس			0.55			
معامل الصعوبة للمقياس			0.45			

يتضح من جدول رقم (٥) الخاص بمعاملات السهولة والصعوبة لعبارات المقياس أن معامل السهولة تراوح بين (٠.٤٤ – ٠.٧٢)، في حين تراوح معامل الصعوبة بين (٠.٢٨ – ٠.٥٦)، وهي جميعها تقع ضمن الحدود المقبولة تربويًا، وقد بلغ متوسط معامل السهولة للمستوى البصري (٠.٥٧)، وللمستوى التحليلي (٠.٥٥)، ولمستوى الاستدلال غير الشكلي (٠.٥٤)، في حين بلغت قيم معامل الصعوبة للمستويات نفسها (٠.٤٣)، (٠.٤٥)، (٠.٤٦) على التوالي. كما بلغ متوسط معامل السهولة الكلي للمقياس (٠.٥٥)، ومعامل الصعوبة الكلي (٠.٤٥)، وتشير هذه النتائج إلى توازن المفردات بين السهولة والصعوبة، بما يدعم صلاحيتها لقياس المستويات المستهدفة لدى أفراد العينة.

ط. الخصائص السيكومترية لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور (الصدق – الثبات):

قامت الباحثتان بمجموعة من الإجراءات للتحقق من جودة المقياس ودقته، وتشمل الصدق والثبات كما يلي:

- **الصدق التوكيدي (Confirmatory Factor Analysis – CFA):**

في ضوء أهمية التحقق من مدى تمثيل عبارات المقياس للأبعاد التي بُني عليها، تم استخدام التحليل العاملي التوكيدي بهدف اختبار مدى توافق النموذج النظري للمقياس مع البيانات الفعلية التي تم جمعها من عينة البحث، ويُعد التحليل العاملي التوكيدي من أهم الأساليب الإحصائية للتحقق من الصدق البنائي، إذ يُستخدم لتقييم مدى ارتباط العبارات (المؤشرات) بالمتغيرات الكامنة

المفترضة (الأبعاد)، والتحقق من جودة مطابقة النموذج باستخدام مجموعة من مؤشرات الملاءمة الإحصائية، وقد تم تنفيذ هذا التحليل باستخدام برنامج AMOS ، لتحديد مدى دلالة معاملات الارتباط بين العبارات وأبعاد المقياس، وكذلك لتقييم جودة النموذج الكلي كما يلي:

جدول (٦): قيم معامل الصدق التوكيدى لمقياس التفكير الهندسي المصور

Estimate	P	C.R.	S.E.	Estimate			
.430				1.000	IRL	<---	I1
.528	.010	2.588	.488	1.262	IRL	<---	I2
.530	.009	2.594	.482	1.251	IRL	<---	I4
.718	.003	2.961	.585	1.731	IRL	<---	I5
.837	.002	3.113	.648	2.016	IRL	<---	I6
.461	.002	3.049	.345	1.051	IRL	<---	I7
.558				1.000	VL	<---	V1
.557	***	3.417	.293	1.003	VL	<---	V2
.535	***	3.323	.277	.921	VL	<---	V3
.767	***	4.216	.329	1.387	VL	<---	V5
.650	***	3.805	.278	1.059	VL	<---	V7
.515	.001	3.226	.284	.915	VL	<---	V8
.565				1.000	AL	<---	A1
.651	***	3.685	.311	1.147	AL	<---	A2
.353	.023	2.276	.264	.601	AL	<---	A3
.691	***	3.833	.313	1.202	AL	<---	A4
.825	***	4.268	.341	1.453	AL	<---	A5
.897	***	4.468	.355	1.588	AL	<---	A6
.354	.022	2.283	.267	.610	AL	<---	A7
.419	.008	2.636	.274	.722	AL	<---	A8
.517	.026	2.222	.561	1.247	IRL	<---	I3
.777	***	4.248	.336	1.428	VL	<---	V6
.687	***	3.410	.355	1.209	VL	<---	V4

تم التحقق من الصدق التوكيدي لعبارات أبعاد المقياس باستخدام التحليل العاملي التوكيدي (CFA)، حيث أظهرت نتائج التقديرات المعيارية أن جميع العبارات قد حققت معاملات ارتباط دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥)، مما يشير إلى أن جميع العبارات مرتبطة بشكل دال بالبُعد الذي تنتمي إليه، ويدل ذلك على أن المقياس يتمتع بصدق بنائي جيد، حيث عكست العبارات بدقة البُنى النظرية التي تقيسها جدول رقم (٦).

جدول (٧): جودة المؤشرات الناتجة من الصدق العاملى التوكيدي

المؤشر	الرمز	القيمة
مربع كاى	CMIN	282.862
النسبة	CMIN/DF	1.274
مؤشر جودة المطابقة	GFI	٠.٦٩٧
مؤشر المطابقة المعيارى	NFI	٠.٦٦١
مؤشر المطابقة المقارن	CFI	٠.٨٩٥
مؤشر المطابقة المتزايد	IFI	٠.٩٠١
مدى مطابقة النموذج	RMSEA	٠.٠٧٥

كما أظهرت نتائج التحليل جودة مناسبة لمطابقة النموذج النظري مع البيانات الفعلية، حيث بلغت قيمة مربع كاي(Chi-Square = 282.862)، وبلغت النسبة بين كاي والمجال الحر (CMIN/DF)مقدار ١.٢٧٤، وهي تقع ضمن الحدود المقبولة التي تشير إلى مطابقة جيدة، وقد أظهرت مؤشرات جودة المطابقة الأخرى نتائج مرضية، إذ بلغت قيمة مؤشر المطابقة المقارن (CFI) = 0.895)، ومؤشر المطابقة المتزايد(IFI) = 0.901) ، وهما يقتربان من الحد المفضل (٠.٩٠)، مما يدل على جودة بنائية مقبولة للنموذج، كما بلغت قيمة جذر متوسط مربع الخطأ التقريبي (RMSEA) = 0.075)، وهي تقع ضمن النطاق المقبول إحصائيًا(٠.٠٥) RMSEA < 0.08 ≤، مما يؤكد ملاءمة النموذج وقدرته على تمثيل البيانات بشكل مناسب.

- **الثبات: Reliability**

فيما يتعلق بتقييم الخصائص السيكومترية لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، تم حساب معاملات الاتساق الداخلي ومعامل ألفا كرونباخ بعد حذف العبارات غير الدالة، وكذلك

معامل التجزئة النصفية، بهدف التأكد من موثوقية المقياس وقدرته على قياس المفاهيم المستهدفة بدقة، ويعرض الجدول التالي قيم هذه المعاملات لكافة أبعاد المقياس:

جدول (٨): معامل الاتساق الداخلي (معامل ارتباط المحور مع المجموع الكلى للمقياس الذى ينتمى إليه) و معامل ألفا كرونباخ بعد حذف العبارة ومعامل ألفا كرونباخ ومعامل التجزئة النصفية

ن = (٢٥)

م	المستوى البصرى		المستوى التحليلى		مستوي الاستدلال غير الشكلي	
	معامل الأتساق الداخلى	معامل الفا كرونباخ بعد حذف العبارة	معامل الأتساق الداخلى	معامل ألفا كرونباخ بعد حذف العبارة	معامل الأتساق الداخلى	معامل الفا كرونباخ بعد حذف العبارة
١	0.718	0.864	0.595	0.783	0.848	0.659
٢	0.541	0.880	0.486	0.786	0.594	0.609
٣	0.563	0.860	0.753	0.779	0.660	0.693
٤	0.449	0.852	0.658	0.807	0.473	0.670
٥	0.811	0.875	0.624	0.813	0.727	0.646
٦	0.863	0.863	0.924	0.795	0.874	0.560
٧	0.796	0.844	0.563	0.802	0.694	0.551
٨	0.625	0.852	0.549	0.780		
معامل الأتساق الداخلى		0.966		0.978		0.956
معامل ألفا كرونباخ للبعد		0.877		0.814		0.666
معامل الفا لكرونباخ للكل				0.935		
معامل التجزئة النصفية				0.962		

* قيمة (ر) معنوية عند مستوى ٠.٠٥= ٠.٣٩٦

يتضح من جدول رقم (٨) والخاص بمعامل الإتساق الداخلى ومعامل ألفا كرونباخ بعد حذف العبارات غير الدالة ومعامل ألفا كرونباخ ومعامل التجزئة النصفية ، أن قيم معامل الإتساق الداخلى تراوحت ما بين (٠.٤٤٩ إلى ٠.٩٧٨) وهي أكبر من قيمة (ر) معنوية عند مستوى (٠.٠٥= ٠.٣٩٦)، كما تراوحت قيمة معامل ألفا كرونباخ للأبعاد مابين (٠.٦٦٦ ، ٠.٨٧٧) وبلغت قيمة معامل ألفا كرونباخ للكل بلغت (٠.٩٣٥) وبلغ معامل التجزئة النصفية (٠.٩٦٢) وهذه القيم أكبر من (٠.٦٠) مما يشير إلى أن المقياس يتمتع بموثوقية عالية، مما يجعله مناسبًا للاستخدام في قياس التفكير الهندسي لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة.

عينة البحث:

تكونت عينة البحث من (٦٠) طفلاً وطفلة من أطفال المستوي الثاني، تتراوح أعمارهم بين (٥-٦) سنوات بمرحلة الطفولة المبكرة بمدرسة بدر ثروت بإدارة شرق التعليمية بمحافظة الإسكندرية، تم تقسيمهم إلى مجموعتين (التجريبية والضابطة) ، تضمنت كل مجموعة (٣٠) طفلاً وطفلة.

التوصيف الإحصائي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور:

للتأكد من صلاحية بيانات مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور قبل البدء في المعالجة التجريبية، تم إجراء توصيف إحصائي للدرجات التي حصل عليها الأطفال في التطبيق القبلي، شمل هذا التوصيف بعض المؤشرات الإحصائية الوصفية الأساسية، بهدف التعرف على طبيعة توزيع البيانات والتأكد من مدى ملاءمتها لإجراء التحليلات الإحصائية اللاحقة، ويعرض الجدول التالي النتائج التفصيلية لهذا التوصيف:

جدول (٩): التوصيف الإحصائى فى أبعاد المقياس لمجموعتى البحث قبل التجربة ن = (٦٠)

الدلالات الإحصائية / الأبعاد	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابى	الإنحراف المعيارى	معامل الإلتواء	معامل التفلطح
المستوى البصرى	(درجة)	0.00	3.00	1.35	0.82	0.41	-0.21
المستوى التحليلى	(درجة)	0.00	4.00	1.48	0.75	1.19	1.32
مستوي الاستدلال غير الشكلي	(درجة)	0.00	4.00	1.60	0.72	0.77	1.04
المجموع الكلى	(درجة)	1.00	8.00	4.43	1.63	0.57	-0.39

يتضح من الجدول رقم (٩) الخاص بالتوصيف الإحصائي لعينة البحث في أبعاد المقياس قبل التجربة أن البيانات الخاصة بعينة البحث تتمتع بتوزيع معتدل وغير مشتت، إذ تتراوح قيم معامل الالتواء بين (٠.٤١ إلى ١.١٩)، وهي قيم تقترب من الصفر، مما يشير إلى التوزيع الطبيعي للبيانات في عينة البحث قبل التجربة.

البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) لتنمية مهارات التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة :(إعداد الباحثتين) [١٦]

يُعرّف البحث الحالي البرنامج القائم على مدخل STEM **إجرائيًا** بأنه:" برنامج تعليمي مُعد لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، يعتمد على دمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في إطار النموذج البنائي (5E's) ذي المراحل الخمس (التهيئة – الاستكشاف – التفسير – التوسيع – التقويم)، ويُقدَّم من خلال أنشطة تفاعلية قائمة على اللعب والاكتشاف والتجريب وحل المشكلات، بهدف تنمية مهارات التفكير الهندسي بمستوياته الثلاثة: التعرف البصري، التحليل، والاستدلال غير الشكلي، وفق خصائص النمو المعرفي والانفعالي للأطفال في هذه المرحلة.

يستخدم البرنامج نموذج (5E's) البنائي الذي يُعد من النماذج التعليمية الفاعلة في تنمية الفهم العميق والتعلم القائم على الاستقصاء، حيث يمر المتعلم بخمس مراحل متكاملة: التهيئة، الاستكشاف، التفسير، التوسيع، والتقويم، وقد تم توظيف هذا النموذج

[١٦] - ملحق البحث رقم (٥).

ضمن البرنامج القائم على مدخل STEM لتوفير فرص تعلم تفاعلية ترتكز على مشاركة الطفل النشطة في بناء المعرفة

ويعتمد البرنامج على نظرية Van Hiele التي توضح أن نمو التفكير الهندسي لدى الأطفال يتم عبر مراحل متدرجة، تبدأ بالإدراك البصري للأشكال، وتنتقل تدريجيًا إلى الفهم التحليلي والتفكير المجرد، ويأخذ البرنامج بهذا التدرج في تصميم أنشطته، حيث يُراعى مستوى الطفل المعرفي، ويُقدَّم المحتوى بأسلوب تفاعلي يدعم الاستكشاف والتجريب، كما يسهم البرنامج في تنمية مهارات التصنيف، والتمييز بين الأشكال، وربط الخصائص الهندسية، مما يساعد على بناء قاعدة مفاهيمية متماسكة في بيئة تعليمية مشوقة ومحفزة.

أسس بناء البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) لتنمية مهارات التفكير الهندسي:

للإجابة على **السؤال الفرعي الثاني من أسئلة البحث** ومضمونه: ما أسس بناء برنامج STEM لتنمية مهارات التفكير الهندسي ؟ تم تحديد عدد من الأسس التربوية والمعرفية والنظرية التي ارتكز عليها البرنامج وتضمن تحقيق أهدافه، ومراعاة خصائص الفئة المستهدفة من أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، وذلك على النحوالتالي:

أولًا: استند البرنامج إلى عدد من الأسس الفلسفية: التي تُعزز من فاعلية التعلم في مرحلة الطفولة المبكرة، ومنها الفلسفة البنائية التي ترى أن الطفل يبني معرفته من خلال التفاعل النشط مع بيئته ، والفلسفة التقدمية التي تؤكد أهمية التعلم من خلال الخبرة وربط المعرفة بالحياة الواقعية .

ثانيًا: الالتزام بالأسس النمائية والتربوية: التي تراعي خصائص النمو للأطفال، والتدرج في تقديم المفاهيم والمهارات بما يتناسب مع مستوى تفكيرهم، فالتعليم في هذه المرحلة يجب أن يكون قائمًا على النشاط، والاكتشاف، واللعب الهادف، مما يشجعهم على التفاعل مع الخبرات المقدمة.,Essa) 2019, p53)

ثالثًا: اعتماد تصميم البرنامج على المبادئ الأساسية لمدخل STEM: والذي يُعنى بتكامل مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في مواقف تعليمية تحاكي الواقع، وتعمل على

تنمية مهارات التفكير وحل المشكلات، من خلال أنشطة ومشروعات صغيرة. (National Research, 2012, p101; Bybee, 2013, p36)

رابعًا: استناد البرنامج على الأساس النظري والفلسفي لنموذج (5E's): حيث يستند نموذج (5E's) إلى النظرية البنائية، التي تؤكد أن الأطفال يبنون معارفهم بأنفسهم من خلال تفاعلهم مع الخبرات السابقة، واعتمادًا على مهاراتهم العقلية في إدراك العلاقات والروابط بين المفاهيم ، وهو ما يُعد أساسًا مهمًا في تعديل السلوك وتعزيز النمو المعرفي.(كمال زيتون، ص١١٧؛ محسن عطيه، ٢٠٠٩ ، ص٢٣٩)

خامسًا: استناد البرنامج إلى نظرية Van Hiele في التفكير الهندسي: حيث تم التركيز على المستويات الثلاثة الأولى (المستوى البصري، المستوى التحليلي، مستوى الاستدلال غير الشكلي) بما يتناسب مع القدرات المعرفية للأطفال، وقد روعي في بناء الأنشطة الانتقال التدريجي المنظم بين هذه المستويات، مما يسهم في نمو التفكير الهندسي بشكل طبيعي. (Van Hiele, 1986, p317; Clements & Battista, 1992, p425)

سادسًا: توظيف أساليب التعلم القائم على المشروعات، وحل المشكلات، واستخدام وسائط تعليمية متعددة: بما يضمن التنوع والتفاعل ، ويساعد على تعزيز الفهم العميق لدى الأطفال وتنمية مهاراتهم المختلفة. (Drake, S. M., & Burns, R. C., 2004, p29)

سابعًا: نتائج الدراسات السابقة والبرامج التعليمية الناجحة: في مجال STEM وتنمية التفكير الهندسي، ونموذج (5E's) حيث تم تحليل عدد من النماذج التطبيقية واستخلاص الأساليب الفعالة في بيئات تعليمية مشابهة. (Nadelson & Seifert, 2017؛ Bers, 2018؛ رقية إسماعيل وابتسام المحيميد ،٢٠٢١)

<u>أهداف البرنامج:</u>

يهدف البرنامج إلى تنمية مهارات التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، من خلال تحقيق مجموعة من الأهداف المعرفية والمهارية والوجدانية، ففي نهاية النشاط يتوقع من الطفل أن:

- يسمي أنواع الأشكال الهندسية الأساسية (المربع، المستطيل، الدائرة، والمثلث) بدقة.
- يميز بين الأشياء الطويلة والقصيرة من خلال الملاحظة والمقارنة.

- يشرح مفهوم "فوق" و"تحت" باستخدام أمثلة من البيئة المحيطة.
- يذكر النمط المستخدم في الشكل.
- يذكر خصائص الأشكال الهندسية الأساسية (عدد الأضلاع، الزوايا، الأطوال) بدقة.
- يتعرف على صفات الأشكال الهندسية مثل عدد الأضلاع، تساوي الأطوال، عدد الزوايا.
- يذكر وحدة قياس الزمن المستخدمة.
- يشرح ماهى الأضلاع المتساوية.
- يحدد الأشكال التي تحتوي على أضلاع متساوية.
- يصنف الأشكال الهندسية حسب عدد الأضلاع والزوايا.
- يقارن بين طول جسمين باستخدام أدوات قياس مختلفة.
- يكمل نمطًا باستخدام المكعبات أو الألوان أو الصور بشكل صحيح.
- يميز بين الأشكال الهندسية المختلفة من خلال لمسها.
- يصنف الأشكال حسب خصائصها.
- يميز بين الأشكال الهندسية بناءً على صفاتها.
- يقارن بين الأطوال باستخدام أدوات القياس (مثل المسطرة أو أعواد مثلجات).
- يرسم خطًا قطريًا داخل شكل هندسي باستخدام المسطرة.
- يبدي اهتماماً وتفاعلاً إيجابياً عند التعامل مع الأشكال الهندسية داخل القاعة.
- يظهر حماساً وتعاوناً أثناء أنشطة القياس والمقارنة مع أصدقاءه.
- يظهر تفاعلًا واهتمامًا أثناء أنشطة التعلم المتعلقة بمفهوم فوق وتحت.
- يبدي حماسًا واستمتاعًا أثناء أنشطة اكتشاف الأنماط وتركيبها.
- يتعاون مع زملائه أثناء نشاط الأشكال الهندسية.

<u>أهمية البرنامج:</u>

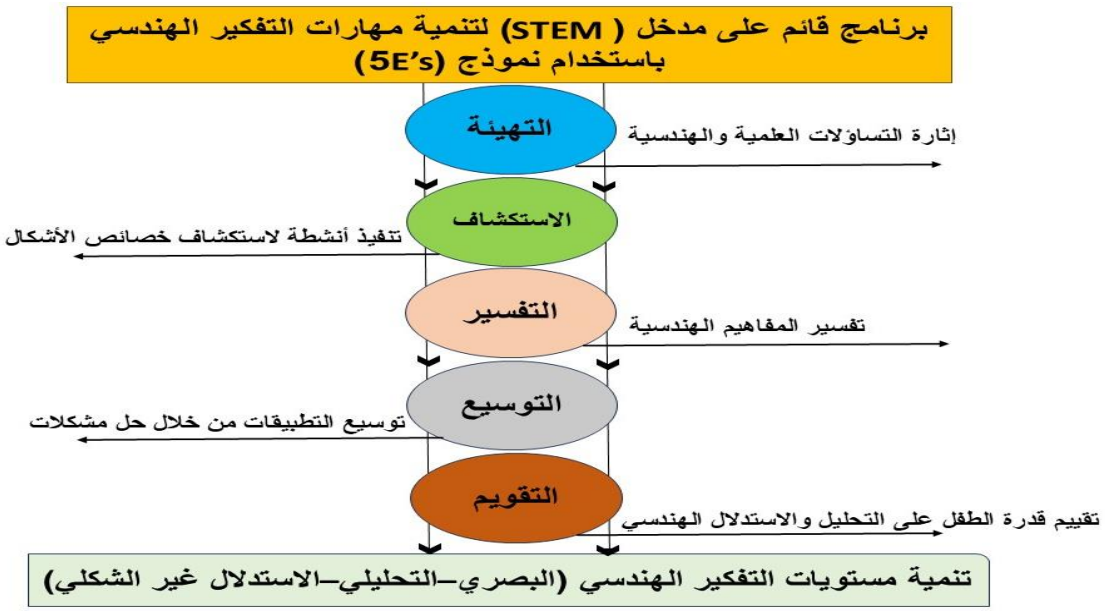
١. يُسهم في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال بطريقة تتناسب ومستوياتهم المعرفية.
٢. يوظف نموذج (E'sc) البنائي الذي يُنظم التعلم في تسلسل معرفي، ويُشرك الطفل في أنشطة تفاعلية تمر بمراحل التهيئة، والاستكشاف، والتفسير، والتوسيع، والتقويم، مما يُعززالتعلّم النشط والفهم.

٣. يعتمد على نموذج Van Hiele الذي يُراعي تدرج النمو العقلي والهندسي لدى الأطفال.
٤. ينمّي مهارات حل المشكلات والتفكير النقدي والإبداعي في مواقف حياتية واقعية.
٥. يُشجّع العمل الجماعي والتعاون والتواصل الاجتماعي بين الأطفال.
٦. يُقدّم محتوى تعليمي تفاعلي وممتع يعتمد على اللعب والاستكشاف، بما يتناسب والطفولة المبكرة.
٧. يبنى قاعدة معرفية قوية في المفاهيم الهندسية، مثل الأشكال، العلاقات المكانية، والخصائص الهندسية.
٨. يربط بين التعلم والمجتمع من خلال أنشطة واقعية، مما يُعزز من ارتباط الطفل ببيئته المحيطة.

محتوي البرنامج:

تم تحديد المحتوي التعليمي للبرنامج في ضوء أهداف البرنامج، وذلك من خلال الإطلاع علي المراجع والدراسات والأبحاث التي تناولت مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) والتفكير الهندسي وتطبيقات نظرية Van Hiele، مثل دراسة كل من: عائشة الزير (٢٠١٧)، و Henriksen (2017)، وKissi & Armah (a 2019)، ورائدا حنا (٢٠٢٠)، و شيماء السعدنى (٢٠٢٠)، ورقية إسماعيل وابتسام المحيميد (٢٠٢١)، ويارا محمد ومنال سيد (٢٠٢١)، وسندس عوض (٢٠٢١)، ورغده صبره (٢٠٢٢)، وياسمين رمضان (٢٠٢٣)، و Adu & Folson (2023)، و Hasni, et al. (2024)، فقد بني البرنامج على المستويات الأساسية للتفكير الهندسي والتي تضمنت (٣) مستويات: المستوي البصري، المستوي التحليلي، مستوي الاستدلال غير الشكلي، ويتكون البرنامج من (٣٠) نشاط تناسب تفكير الأطفال وقدراتهم وميولهم واهتماماتهم في الطفولة المبكرة وتحقيق الأهداف المرجوة.

وقد اعتمدت الباحثتان في تصميم أنشطة البرنامج القائم على مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة على نموذج (5E's) كما يلي يتضح من الشكل التالي:



شكل (٤): توظيف نموذج (5E's) في برنامج STEM لتنمية مهارات التفكير الهندسي (إعداد الباحثتين)

يتضح من الشكل السابق كيف تم توظيف مراحل نموذج (5E's) بشكل متكامل ضمن برنامج قائم على مدخل STEM لتنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، حيث تُمثل كل مرحلة من مراحل النموذج خطوة تربط بين مكونات نموذج STEMوبين مستويات التفكير الهندسي طبقًا لنظرية Van Hiele ، بما يضمن انتقال الطفل تدريجيًا من المستوى البصري إلى التحليلي ثم الاستدلال غير الشكلي، ويُعد هذا التوظيف مدخلًا منهجيًا يدعم التعلم البنائي، وفيما يلي عرض لكيفية ارتباط كل مرحلة بمكونات البرنامج:

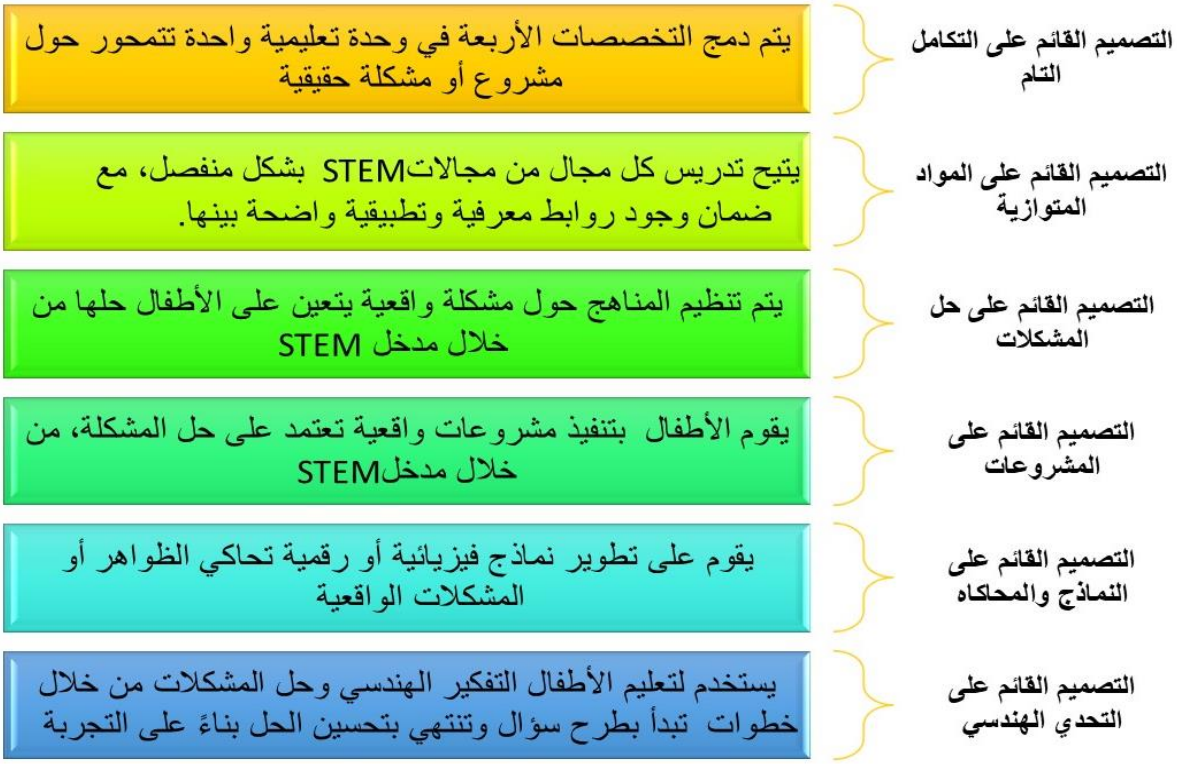
جدول (١٠): توظيف نموذج (5E's) في البرنامج القائم على مدخل STEM لتنمية مهارات التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة – إعداد الباحثتين

م	المرحلة	التوظيف في STEM	تنمية مستويات التفكير الهندسي	مثال تطبيقي
١	التهيئة	طرح تساؤلات علمية وهندسية مرتبطة بالواقع	مرحلة التعرف البصري (Visual Level)	يلاحظ الطفل أشكالًا هندسية في المباني
٢	الاستكشاف	أنشطة عملية وتجريبية (اكتشاف خصائص/علاقات)	بداية الانتقال إلى الفهم التحليلي (Analysis)	يبني الطفل أشكالًا باستخدام مكعبات
٣	التفسير	تفسير الظواهر وربطها بالمفاهيم العلمية والهندسية	تطوير المفاهيم الأساسية للعلاقات الهندسية	يصف الطفل الفرق بين المربع والمستطيل
٤	التوسيع	تطبيق المفاهيم في مواقف جديدة بتكاملSTEM	تعميق الفهم واستخدام العلاقات في مواقف جديدة	يصمم الطفل مجسمًا بأشكال هندسية متعددة
٥	التقويم	تقييم الأداء والمهارات في مشروع متكامل	تثبيت المهارات واستخدام التفكير الهندسي لحل المشكلات	يشرح الطفل عمله ويبرر اختياراته للأشكال

مما سبق، يعكس توظيف نموذج (5E's) في البرنامج القائم على STEM تكاملًا منهجيًا يراعي تسلسل نمو مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، بدءًا من الإدراك البصري وصولًا إلى التحليل، ثم الاستدلال غير الشكلي، ويساعد هذا التدرج على إكساب الأطفال الفهم العميق للمفاهيم الهندسية في سياقات حياتية واقعية.

- **التصميمات التربوية التي يعتمد عليها البرنامج القائم على مدخل STEM:**

نظرًا لطبيعة البرنامج القائم على مدخل STEM ، فقد استند إلى مجموعة من التصميمات التربوية الفاعلة التي تتناسب مع خصائص مرحلة الطفولة المبكرة، وتدعم أهداف تنمية مهارات التفكير الهندسي للأطفال، وتركز هذه التصميمات على التعلم البنائي النشط، وتعزز من دور الطفل كمستكشف وباحث صغير، قادر على تطبيق المعرفة في مواقف حياتية جديدة، ويوضح الشكل التصميمات التربوية التي اعتمد عليها البرنامج:



شكل (٥): التصميمات التربوية للبرنامج القائم على مدخل STEM (إعداد الباحثتين)

يُعد الدمج بين تصميمات STEM التعليمية أمرًا بالغ الأهمية في بناء برامج تعليمية شاملة وفعالة، حيث يُمكِّن هذا الدمج من توظيف نقاط القوة في كل تصميم للتغلب على التحديات التي قد تفرضها طبيعة الأطفال أو البيئة التعليمية.

آلية تنفيذ البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's):

يرتكز تنفيذ البرنامج على دمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)في إطار النموذج البنائي ذي المراحل الخمس (5E's) ، على النحو التالي:

جدول (١١): آلية تنفيذ برنامج STEM باستخدام نموذج (5E's) – إعداد الباحثتين

م	المرحلة	الهدف	مجالات STEM	دور المعلمه في التنفيذ
١	التهيئة	جذب انتباه الأطفال وإثارة دافعيتهم للتعلم	- العلوم: طرح ظواهر بسيطة للتساؤل مثل لماذا تطفو بعض الأشياء وتغوص أخرى؟. - التكنولوجيا: عرض وسائط رقمية أو صور لأدوات هندسية. - الهندسة: التلميح لمشكلات تتطلب حل هندسي (تركيب شكل معين). - الرياضيات: إدخال مفاهيم عددية أو شكلية كمحفز للنشاط.	- طرح أسئلة بسيطة تمهيدية أو عرض مواقف حياتية مألوفة. - استخدام وسائط مرئية أو ألعاب حركية لجذب الانتباه. - تحفيز التفكير بطرح أسئلة مفتوحة مثل: ماذا تلاحظ؟ ، ماذا تتوقع؟
٢	الاستكشاف	إتاحة الفرصة للأطفال للملاحظة والاكتشاف الذاتي من خلال أنشطة عملية	- العلوم من خلال استكشاف (خصائص المواد، تأثير القوى، الملاحظة المباشرة). - التكنولوجيا من خلال استخدام أدوات بسيطة (مثل العدسات أو التطبيقات التفاعلية). - الهندسة: بناء نماذج، تصميم حلول لمشكلات. - الرياضيات من خلال تصنيف الأشكال، العدّ، المقارنة بين الأحجام.	- توفير أدوات ملموسة (مكعبات، أشكال هندسية، أدوات قياس بسيطة). - تنظيم الأطفال في مجموعات صغيرة للتجريب والملاحظة. - تشجيع الأطفال على طرح أفكارهم ومحاولة الحل دون تدخل مباشر.
٣	التفسير	مساعدة الأطفال على فهم المفاهيم الهندسية التي توصلوا إليها	- العلوم: توضيح العلاقات بين السبب والنتيجة في الظواهر التي اختبروها. - التكنولوجيا: استخدام برامج أو رسوم لتوضيح ما تعلموه.	- مناقشة النتائج التي توصل إليها الأطفال بلغة بسيطة. - الربط بين التجربة والمفاهيم المستهدفة (مثل الشكل، الزاوية، التماثل).

م	المرحلة	الهدف	مجالات STEM	دور المعلمه في التنفيذ
			- الهندسة: شرح كيفية بناء النموذج أو سبب فعالية تصميم معين. - الرياضيات: ربط النتائج بمفاهيم كالأطوال، الأنماط، التماثل.	- دعم الأطفال بمفردات هندسية مناسبة لعمرهم.
٤	التوسيع	تطبيق المفاهيم على مواقف جديدة وتوسيع الفهم	- العلوم: تطبيق ما تعلموه على تجارب جديدة. - التكنولوجيا: تنفيذ الأنشطة باستخدام وسائل رقمية أو إلكترونية بسيطة. - الهندسة: تصميم نماذج مبتكرة أو إعادة بناءها بشكل مختلف. - الرياضيات: استخدام المهارات الحسابية أو التقديرية لحل المشكلات.	- تقديم أنشطة إضافية تتطلب استخدام المفهوم المكتسب. - دمج التخصصات (رسم أشكال – قياس – بناء نماذج). - تعزيز التفكير الإبداعي وربط المهارات الهندسية بمواقف حياتية.
٥	التقويم	قياس مدى تحقق الأهداف التعليمية ومهارات التفكير الهندسي.	- العلوم: قياس قدرة الطفل على تفسير الظواهر أو التعبير عنها. - التكنولوجيا: ملاحظة استخدام الطفل للوسائل التقنية في التعبير. - الهندسة: تقييم نماذج الأطفال وتحليل تفكيرهم التصميمي. - الرياضيات: التأكد من استخدام المفاهيم الحسابية أو الهندسية بصورة صحيحة.	- ملاحظة أداء الأطفال أثناء النشاط. - استخدام أدوات بسيطة للتقويم (بطاقات ملاحظة – أسئلة شفهية – ملفات إنجاز). - تعزيز التقييم التكويني المستمر لدعم التعلم.

يعكس الجدول تكامل مجالات STEM في كل مرحلة من مراحل نموذج (5E's)، ويوضح كيف تُمَكِّن آلية التنفيذ المعلمة من تفعيل التعلم البنائي بأسلوب منظم

ومحفز، يُشرك الأطفال بفاعلية في أنشطة تنمي مهارات التفكير الهندسي، بما يتناسب مع خصائصهم النمائية.

- **خطة تنفيذ برنامج STEM لتنمية مهارات التفكير الهندسي:**

في ضوء الأهداف التعليمية المرجوة، ووفقًا للفلسفة البنائية التي يقوم عليها نموذج (5E's)، تم إعداد خطة تنفيذ برنامج STEM لتتناسب مع خصائص أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، من خلال التكامل بين التصميمات التربوية، وتعكس تدرج مستويات التفكير الهندسي كما ورد في نموذج Van Hiele وتُراعي هذه الخطة التكامل بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، من خلال أنشطة تعليمية تفاعلية ، ويعرض الجدول التالي تصورًا زمنيًا لخطة تنفيذ البرنامج موزعة على الأسابيع، موضحًا الأهداف، والوسائل المستخدمة، ومستويات التفكير الهندسي المستهدفه، وأمثلة تطبيقية لتوظيف مجالات STEM:

جدول (١٢): خطة تنفيذ برنامج STEM وفق نموذج (5E's) – إعداد الباحثتين

الأسبوع	عدد الأنشطة	الأهداف	مستوى التفكير الهندسي	الوسائل التعليمية	أنشطة تطبيقية لتوظيف مجالات STEM
الأول من ٢/١٣/ ٢٠٢٤ إلى ٢/١٥/ ٢٠٢٤	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-التعرف على الأشكال الهندسية بناء عل مظهرها -تصنيف الأشكال بناء على التشابه والإختلاف -التعرف على الأشكال في البيئة المحيطة	المستوي الوصفي	بطاقات أشكال – مجسمات خشبية أو بلاستيكية – لعبة "صيد الأشكال"	العلوم: ملاحظة الأشكال الهندسية في الطبيعة ومحيط الطفل مثل أوراق الأشجار والنوافذ. التكنولوجيا: استخدام تطبيقات تفاعلية لتحديد الأشكال مثل الواقع المعزز أو البطاقات الذكية. الهندسة: صيد الأشكال وتركيبها ينمي الفهم المكاني وبناء الوعي بالبنية. الرياضيات: تصنيف الأشكال وفق عدد الأضلاع أو نوع الزوايا.
الثاني من	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة	-تطابق الأشكال -التمييز بين القريب والبعيد		مكعبات بناء – بطاقات لمس –	العلوم: استكشاف المفاهيم المكانية (القريب/البعيد) في السياق البيئي. التكنولوجيا: استخدام أدوات رقمية

الأسبوع	عدد الأنشطة	الأهداف	مستوى التفكير الهندسي	الوسائل التعليمية	أنشطة تطبيقية لتوظيف مجالات STEM
/٢/١٨ ٢٠٢٤ إلى /٢/٢٢ ٢٠٢٤	للنشاط ٣*٤٥	-التعرف على موقع الأشياء	المستوي الوصفي	صُور مواقع الأشياء	أو تطبيقات لمطابقة الأشكال. الهندسة: بناء الأشكال بالمكعبات يُنمّي مهارة تكوين الأشكال البسيطة وفهم التكوين. الرياضيات: مطابقة وتطابق الأشكال وتعزيز إدراك الموقع والمكان.
الثالث من /٢/٢٥ ٢٠٢٤ إلى /٢/٢٩ ٢٠٢٤	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-تمييز الأشكال بناء على الحجم -التعرف على الأشياء ككيانات كلية وجزئية -التعرف على الأنماط الصحيحة	المستوي الوصفي	علبة فرز – أشكال بأحجام مختلفة – صور كيان جزئي/كلي	العلوم: فهم الكل والجزء من خلال تصنيف العناصر البيئية. التكنولوجيا: دمج أدوات رقمية لفرز الأشكال حسب الحجم أو النمط . الهندسة: استخدام "علبة الفرز السحرية" كمجسم محفز على إدراك التكوين البنائي. الرياضيات: التعرف على الأنماط الهندسية وتمييز الحجم كخاصية عددية.
الرابع من /٣/٣ ٢٠٢٤ إلى /٣/٧ ٢٠٢٤	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-التعرف على خصائص الأشكال -التعرف على السمات المميزة لكل شكل -تحديد موقع الأشياء	المستوي التحليلي	مجسمات تركيب – أدوات بناء LEGOأو خشب –قصة مصورة	العلوم: ملاحظة خصائص الأشكال الطبيعية والمصنوعة. التكنولوجيا: استخدام وسائل تفاعلية لعرض القصص الهندسية وتحفيز التفكير التحليلي. الهندسة: بناء المجسمات وتجميع الأشكال يدعم فهم العلاقات المكانية والخصائص البنيوية. الرياضيات: تحليل الخصائص (عدد الأضلاع) وتحديد مواقع الأشكال.
الخامس من	(3) بمتوسط	-تمييز الشكل من خلال صفة مميزة		متاهة هندسية مطبوعة – مساطر	العلوم: إدراك مفاهيم العمق والمسافة من خلال التجارب

الأسبوع	عدد الأنشطة	الأهداف	مستوى التفكير الهندسي	الوسائل التعليمية	أنشطة تطبيقية لتوظيف مجالات STEM
/٣/١٠ ٢٠٢٤ إلى /٣/١٤ ٢٠٢٤	٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-إدراك العمق والمسافة -اختيار الأشكال بناء على الخصائص	المستوي التحليلي	ملونة – بطاقات حل مشكلات	والملاحظة. التكنولوجيا: دمج أدوات رقمية في لعب المتاهة وتسجيل الملاحظات. الهندسة: تحديد السمات المميزة للشكل لتحسين القدرة على التمييز والتحليل. الرياضيات: اختيار الأشكال وفق الخصائص المنطقية (كالحجم والشكل).
السادس من /٣/١٧ ٢٠٢٤ إلى /٣/٢١ ٢٠٢٤	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-مقارنة الاشكال الهندسية -تفكيك وتركيب الأشكال -فهم العلاقات بين الاشكال المميزة	المستوي التحليلي	أشكال ورقية قابلة للتفكيك – بطاقات علاقات – نماذج مجسمات	العلوم: تحليل العلاقات بين الكيانات المختلفة في البيئة (أجزاء المبنى – الشوارع). التكنولوجيا: استخدام تطبيقات تصميم بسيطة لرسم أو تعديل الأشكال. الهندسة: تفكيك الشكل وتركيبه وربط ذلك بوظائفه . الرياضيات: المقارنة بين الأشكال والتحليل البنائي لها، كوسيلة لفهم العلاقات الهندسية.
السابع من /٣/٢٤ ٢٠٢٤ إلى /٣/٢٨ ٢٠٢٤	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-فهم العلاقات بين الخصائص الهندسية -استخدام العلاقات بين الخصائص لصياغة تعميمات -تكوين تعريفات دقيقة للأشكال	مستوي الاستدلال غير الشكلي	فيديوهات تفاعلية – مشاهد – قصة رقمية مصورة	العلوم :الربط بين الخصائص الهندسية والأنماط في الطبيعة أو البيئة. التكنولوجيا :استخدام مشاهد مرئية وتحليلات تفاعلية لدعم التفكير الاستنتاجي. الهندسة :تحليل الخصائص وصياغة تعميمات يساعد على فهم التصاميم الهندسية.

الأسبوع	عدد الأنشطة	الأهداف	مستوى التفكير الهندسي	الوسائل التعليمية	أنشطة تطبيقية لتوظيف مجالات STEM
		الهندسية			الرياضيات: بناء تعميمات دقيقة حول الخصائص وتكوين تعريفات للأشكال.
الثامن من ٣/٣١/ ٢٠٢٤ إلى ٤/٤/ ٢٠٢٤	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-تصنيف الاشكال بناء على الخصائص والعلاقات -تقديم تبريرات منطقية -الربط بين الاشكال الهندسية والمفاهيم الجبرية	مستوي الاستدلال غير الشكلي	مواد معاد تدويرها – أدوات تصميم – كراسة إبداع – نموذج بيت	العلوم: دمج مفاهيم المواد والخصائص الفيزيائية في ابتكار المجسمات. التكنولوجيا: تصميم لعبة أو مجسم باستخدام برامج أو أدوات رقمية مبسطة. الهندسة :تصميم نماذج معمارية وتطبيق مبادئ الاستقرار والبناء. الرياضيات :الربط بين المفاهيم الهندسية والجبرية من خلال التصنيف والتمثيل المنطقي.
التاسع من ٤/١٤/ ٢٠٢٤ إلى ٤/١٨/ ٢٠٢٤	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة للنشاط ٣*٤٥	-فهم التعاريف الأساسية للأشكال -القدرة على اتباع الحجج المنطقية البسيطة -تكوين استنتاجات مبنية على الملاحظات	مستوي الاستدلال غير الشكلي	لعبة الهروب الهندسي الرقمية – ألغاز مطبوعة – أوراق استنتاج	العلوم: الملاحظة الدقيقة كمدخل لاكتشاف العلاقات بين الخصائص. التكنولوجيا: توظيف تطبيقات تفاعلية مستوحاة من ألعاب "الهروب الهندسي" الرقمية، وبناء الاستنتاجات من خلال حل الألغاز الهندسية. الهندسة: فهم التعريفات والروابط بين الأشكال الهندسية وتحليلها . الرياضيات: بناء استنتاجات مبنية على الملاحظات كتمرين على التفكير المنطقي.
العاشر من	(3) بمتوسط ٤٥ دقيقة	-عرض نتائج المشروعات -يشرح ما تعلمه		معرض أعمال – كراسة تقييم مصورة – دفتر "أنا كنت	العلوم: مراجعة شاملة لما تعلمه الطفل في فهم الأشكال وعلاقاتها . التكنولوجيا: توثيق المشروع

الأسبوع	عدد الأنشطة	الأهداف	مستوى التفكير الهندسي	الوسائل التعليمية	أنشطة تطبيقية لتوظيف مجالات STEM
/٤/٢١ ٢٠٢٤ إلى /٤/٢٥ ٢٠٢٤	للنشاط ٣*٤٥	وما انتجه -يقيم تقدمه ويعبر عن ارائه	جميع المستويات	فين وبقيت فين"	باستخدام الوسائط المتعددة والعرض الرقمي. الهندسة: تقديم المشروعات يعزز الفهم البنائي وتطبيقات العالم الواقعي. الرياضيات: التعبير عن التقدم باستخدام أدوات التقييم.

يتضح من الجدول السابق أن الأنشطة التطبيقية في البرنامج أداة فعالة لتعزيز مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، حيث تم دمج مجالات STEM بشكل متكامل لتوفير بيئة تعليمية محفزة، من خلال تنوع الوسائل التعليمية واستخدام الأنشطة التفاعلية، يتم تحفيز الأطفال على التعلم الذاتي والاستنتاج، مما يعزز لديهم القدرة على التصنيف، التحليل، والتفسير، كما أن توزيع الأنشطة على مدار الأسابيع المختلفة يضمن تحقيق التوازن بين الأهداف التعليمية والمستويات المختلفة للتفكير الهندسي.

- **زمن البرنامج:**

رُوعي في تصميم البرنامج ألا تتجاوز مدة النشاط الواحد ٤٥ دقيقة، بما يتوافق مع الخصائص النمائية لأطفال الروضة، وقد تم توزيع أنشطة البرنامج بواقع ثلاث أنشطة أسبوعية لمدة ١٠ أسابيع، ليصبح إجمالي زمن التنفيذ ما بين (١٥ : ٢٢.٥) ساعة تعليمية، وقد راعت الباحثتين بعض الاعتبارات أثناء حساب الفتره الزمنية للبرنامج على النحو التالي:

- مراعاة خصائص النمو العقلي والانفعالي للطفل، فمدة النشاط الواحد من (٣٠–٤٥ دقيقة) لا ترهقه، بل تحافظ على تركيزه.
- توزيع الأنشطة على مدى زمني طويل (١٠ أسابيع) يتيح تثبيت المفاهيم ومراعاة الفروق الفردية.
- العدد (٣ أنشطة أسبوعيًا) كافٍ لتحقيق أهداف متنوعة دون ضغط أو ملل.

- المحتوىSTEM وهندسي يحتاج تكرارًا وتطبيقات واقعية، والمدة تحقق ذلك بدون مبالغة.
- البرنامج لا يُعد مكثفًا أو مرهقًا مثل التدخلات العلاجية، بل يُدمج ضمن اليوم الدراسي أو جدول الأنشطة.

➢ **استراتيجيات التعلم المستخدمة:**

تم الاعتماد على مجموعة من الاستراتيجيات التعليمية التي تراعي خصائص المرحلة ، وتحفز الطفل على التفاعل والمشاركة الفعّالة داخل المواقف التعليمية، وقد تنوعت هذه الاستراتيجيات بين **التعلم التعاوني، وحل المشكلات، والحوار والمناقشة، والعصف الذهني، والتجريب، والألعاب التعليمية، وطرح الأسئلة**، وقد تم اختيار هذه الاستراتيجيات بعناية بما يتناسب مع طبيعة الأنشطة المقدمة، ويسهم في تحقيق نواتج التعلم المستهدفة، خاصة على مستوى تنمية مهارات التفكير الهندسي مثل: التصنيف، والتحليل، والاستدلال الهندسي.

➢ **الوسائل التعليمية في البرنامج:**

رُوعي في تصميم البرنامج توظيف وسائل تعليمية متنوعة بما يحقق التكامل بين التعليم النظري والتطبيقي، ويعزز من تفاعل الطفل مع المواقف التعليمية بصورة عملية وملموسة، كما ساهمت هذه الوسائل في تنمية مهارات التفكير الهندسي من خلال أنشطة تعتمد على الاستكشاف، والتجريب، والتصميم، وحل المشكلات ، وقد جاء اختيار هذه الوسائل بما يتسق مع أهداف البرنامج ومحتواه، ويساعد على تحقيق مستويات التفكير الهندسي المختلفة وفقًا لتصنيف Van Hiele، بما في ذلك الوصفي، والتحليلي، والاستدلال غير الشكلي، ويعرض الجدول التالي بعض الوسائل التعليمية المستخدمة في البرنامج كما يلي:

جدول (١٣): الوسائل التعليمية في البرنامج

المجال	الوسائل التعليمية المناسبة
العلوم	**أدوات التجريب (مغناطيس، عدسات، ميزان، مجسمات بيئية)، مجهر ألعاب، بطاقات مفاهيم علمية.**
التكنولوجيا	**تطبيقات تفاعلية على التابلت، ألعاب رقمية (مثل الهروب الهندسي)، فيديوهات تفاعلية، برمجيات ترفيهية هندسية.**
الهندسة	**مكعبات بناء، تانجرام، قطع تركيب(LEGO) ، أعواد هندسية، أطقم تصميم مجسمات، كروت تصميم، نماذج جسر/برج.**
الرياضيات	**بطاقات الأشكال، أدوات قياس، مساطر، مكعبات دينيز، كروت الأنماط، عجلة الأعداد**

وكذلك راعت الباحثتان عند تصميم الوسائل التعليمية لأنشطة البرنامج ما يلي:

- تتلاءم الوسائل التعليمية مع محتوي النشاط المقدم للأطفال.
- يتوفر في الوسائل التعليمية عنصر الأمن والسلامة.
- تتميز الوسائل التعليمية بالألوان والبهجة والجاذبية.
- تناسب الوسائل التعليمية مستوي الأطفال.

- **تقويم البرنامج:**

تم تصميم آليات تقويم متنوعة تتناسب مع طبيعة الأنشطة التعليمية وأهداف التفكير الهندسي المستهدفة، وبما يعكس تطور مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال على النحو التالي:

التقويم القبلي: يتم من خلاله التعرف على الخلفية التعليمية والمعرفية للأطفال؛ للوقوف على مستواهم الفعلي حول ما يعرفونه عن التفكير الهندسي وذلك من خلال تطبيق المقياس التي يقيس مدي وعي الأطفال ومعرفتهم بمستويات التفكير الهندسي.

التقويم المرحلي: ويكون تقويم مصاحب من بداية أنشطة البرنامج وحتى نهايته، ويتم هذا النوع من التقويم من خلال ملاحظة سلوك الأطفال اليومي أثناء تأدية الأنشطة بهدف التعرف على مدي استجابة الأطفال للخبرات المقدمة لهم، والتعرف على جوانب القوة والضعف ومحاوله علاجها

التقويم البعدي: ويكون من خلال تطبيق مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور بعد انتهاء تجربة البرنامج للأطفال عينة البحث، ويهدف إلى معرفه مدي التقدم الذي حققه الأطفال بعد تطبيق البرنامج مقارنه بدرجاتهم قبل التطبيق.

التقويم التتبعي: ويتم من خلال تطبيق مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور بعد مرور شهر من انتهاء البرنامج للدلالة على استمرارية أثر البرنامج بعد الانتهاء من تطبيقه.

الأساليب الإحصائية المستخدمة في البحث:

تم اجراء المعالجات الاحصائية باستخدام برنامج SPSS Version 25 وذلك عند مستوى ثقة (٠.٩٥) يقابلها مستوى دلالة (احتمالية خطأ) ٠.٠٥ وهى كالتالى :

- أقل قيمة.
- أكبر قيمة.
- الانحراف المعيارى.
- التحليل العاملي التوكيدي.
- معامل الاتساق الداخلى.
- معامل ألفا كرونباخ.
- معامل التجزئة النصفية.
- معامل السهولة.
- معامل الصعوبة.
- اختبار(ت) للمشاهدات المزدوجة.
- اختبار (ت) بين مجموعتين مختلفتين.
- نسبة التحسن%.
- نسبة الفروق.
- مربع إيتا.
- حجم التأثير لكوهن.
- مقدار حجم التأثير.

نتائج البحث ومناقشتها:

فيما يلي عرض لنتائج البحث ومناقشتها في ضوء أسئلته وفروضه، وذلك **للإجابة على السؤال الرئيس الأول**":ما فاعلية برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's)في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة؟"

وكذلك **للإجابة على السؤال الفرعي الثالث:** "ما تأثير برنامج قائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة؟"

وللإجابة على هذين السؤالين، تم إجراء عدد من المعالجات الإحصائية لاختبار الفروض التالية:

الفرض الأول:

وينص الفرض الأول على:

"**توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور بعد التجربة في إتجاه المجموعة التجريبية**".

للتحقق من صحة هذا الفرض، استخدمت الباحثتان اختبار (ت) للمجموعات المستقلة لتحليل الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر، وذلك من خلال حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، ثم اختبار دلالة الفروق الإحصائية، كما يوضحه الجدول التالي:

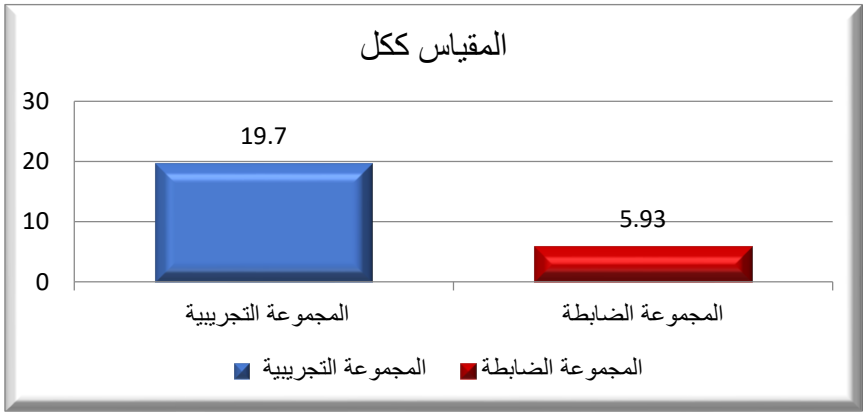
جدول (١٤): الفروق بين متوسطي درجات أطفال كل من المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمقياس التفكير الهندسي المصور ن = (٦٠)

الدلالات الإحصائية / أبعاد المقياس	وحدة القياس	المجموعة التجريبية ن=٣٠		المجموعة الضابطة ن=٣٠		الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	نسبة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع				
المجموع الكلى لأبعاد المقياس	(درجة)	19.70	1.93	5.93	1.91	13.77	*27.75	0.00	232.02

*معنوى عند مستوى (٠.٠٥) (٢.٠٠)

يتضح من الجدول رقم (١٤) الخاص بالدلالات الإحصائية لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لمجموعتى البحث (التجريبية والضابطة) بعد التجربة، **وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة على مقياس**

مهارات التفكير الهندسي المصور بعد التجربة لصالح المجموعة التجريبية، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٢٧.٧٥) وهذه القيمة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (٠.٠٥) = (٢.٠٠) ، كما بلغت نسبة الفروق (٢٣٢.٠٢%)، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل البياني (٦): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمقياس التفكير الهندسي المصور

ولما كانت هذه النتيجة تشير **إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، وكانت هذه الفروق لصالح المجموعة التجريبية**، فإن ذلك يدل على أن الأطفال الذين خضعوا لبرنامج STEM القائم على نموذج (5E's) أظهروا تحسنًا أكبر في مهارات التفكير الهندسي مقارنةً بأطفال المجموعة الضابطة الذين لم يتعرضوا لنفس البرنامج.

ويُفسَّر ذلك بأن استخدام مدخل STEM أسهم بشكل فعال في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال من خلال تقديم أنشطة تعليمية قائمة على التكامل بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، مما حفّز الأطفال على الملاحظة، والتحليل، والتخطيط، وحل المشكلات باستخدام أدوات ووسائط متعددة.

ويُعزى هذا التفوّق إلى طبيعة أنشطة مدخل STEM القائمة على التعلم النشط والتجريب العملي، وهو ما يتماشى مع الخصائص النمائية لأطفال هذه المرحلة، فمن خلال تصميمات وأنشطة هندسية مبسطة ومتكاملة، أتيحت للأطفال في المجموعة التجريبية فرص ممارسة التفكير الهندسي ضمن سياقات حياتية وتعليمية واقعية، الأمر الذي ساهم في تشكيل أنماط جديدة من التفكير، مقارنة

بأقرانهم في المجموعة الضابطة الذين تلقّوا تعليمًا تقليديًا يفتقر إلى عناصر التكامل والتفاعل النشط، وتنسجم هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة أمل الغيلاني (٢٠٢٠) في أهمية التعلم التفاعلي في تطوير مهارات التفكير لدى الأطفال.

وتتفق هذه النتيجة مع دراسة كل من رمضان سليمان (٢٠٠٧)، ورجائي عبدالجواد (٢٠٢١)، وصباح جبيري (٢٠٢٢)، والتي بينت أن مدخل STEM يُعد بيئة تعليمية ثرية تدعم تنمية قدرات الأطفال على الابتكار والتفكير التصميمي، وتتفق هذه النتيجة أيضًا مع دراسة وفاء رجب (٢٠٢٣)، التي بينت أن الدمج بين العلوم والهندسة داخل بيئة التعلم يعزز من نمو المهارات التحليلية لدى الأطفال، ويُمكّنهم من حل المشكلات من خلال النمذجة والتجريب العملي.

كما أن مدخل STEM يشجع على التعلم القائم على المشاريع والاستكشاف، مما يتيح للأطفال فرصة تجربة المفاهيم الهندسية بشكل عملي، على سبيل المثال بناء نماذج بسيطة باستخدام مواد متاحة يمكن أن يساعد الأطفال على فهم مبادئ التوازن والدعم، وهي مفاهيم أساسية في الهندسة، وتتفق في ذلك مع دراسة Baser & Acar (2020) والتي تعني بتطبيق نموذج التعلم القائم على المشروعات المتكاملة في STEM لتحسين مهارات حل المشكلات لدى الأطفال، وتُظهر نتائجها في تعزيز التفكير النقدي والتعاون بين الأطفال.

ويرجع التأثير الإيجابي للبرنامج القائم على مدخل STEM إلى استخدام نموذج (5E's) ويُعزى هذا الفارق إلى الطبيعة البنائية للنموذج، الذي يمر عبر مراحل متتابعة، حيث يتيح هذا التسلسل للأطفال الانتقال التدريجي من التعرف على المفاهيم الهندسية إلى تعميق الفهم وتطبيقه في سياقات جديدة، وهو ما يتماشى مع الخصائص النمائية لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة Adu & Folson (٢٠٢٣) التي أثبتت فاعلية نموذج (5E's) في تنمية مفاهيم الرياضيات والهندسة لدى أطفال الروضة، كما تدعمها نتائج Bybee, et al. (2006)التي تبين أن نموذج (5E's) يُعد من النماذج الفعالة في تطوير الفهم العميق والمستدام للمفاهيم العلمية والهندسية، لا سيما عند دمجه مع أنشطة STEM التطبيقية.

وبالمقارنة مع المجموعة الضابطة التي لم تتعرض لهذا النوع من التدخل التعليمي، يتضح أن غياب برنامج STEM أدى إلى ضعف في تحصيل مهارات التفكير الهندسي، إذ لم يُتح للأطفال

فيها فرص كافية للممارسة والتطبيق، ولم يُعرضوا لتحديات تعليمية تُثير التفكير أو تدفعهم للتخطيط واتخاذ قرارات بناءً على منطق وتجريب.

الدلالة التربوية لهذه النتيجة: تشير هذه النتيجة إلى أن استخدام مدخل STEM قد أسهم بشكل فعّال في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال من خلال توفير أنشطة تفاعلية قائمة على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، هذا التكامل ساعد الأطفال في الملاحظة، والتحليل، وحل المشكلات باستخدام الأدوات المتعددة، حيث يعكس الفارق الكبير في أداء أطفال المجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة، ويُعزى إلى الطبيعة النشطة والتجريبية لهذا المدخل، التي تناسب خصائص الأطفال النمائية، مقارنة بالتعليم التقليدي الذي يفتقر إلى هذه العوامل، كما أن الاعتماد على نموذج (5E's) في تقديم المفاهيم الهندسية ساعد في تعزيز الفهم العميق والمستدام، مما يجعل هذه النتيجة مؤشرًا هامًا على أهمية دمج مدخل STEM ونموذج (5E's) في مناهج الطفولة المبكرة لتحفيز التفكير الهندسي لدى الأطفال.

الفرض الثاني:

وينص الفرض الثاني على:

"**توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة للمستوى البصري في اتجاه المجموعة التجريبية**".

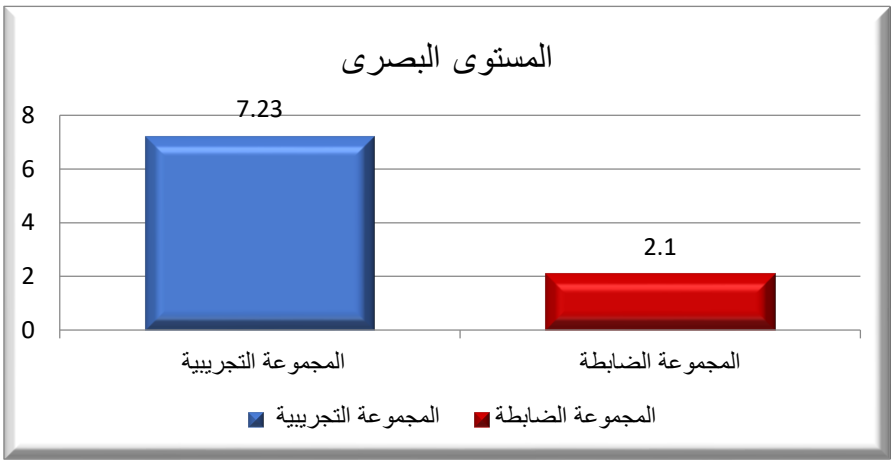
للتحقق من صحة هذا الفرض، استخدمت الباحثتان اختبار (ت) للمجموعات المستقلة لتحليل الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي في البعد الخاص بالمستوى البصري من مقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر، وذلك من خلال حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، ثم اختبار دلالة الفروق الإحصائية، كما يوضحه الجدول التالي:

جدول (١٥): الفروق بين متوسطي درجات أطفال كل من المجموعة التجريبية والضابطة في بعد المستوى البصري لمقياس التفكير الهندسي المصور ن = (٦٠)

الدلالات الإحصائية / البعد	وحدة القياس	المجموعة التجريبية ن=٣٠		المجموعة الضابطة ن=٣٠		الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	نسبة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع				
المستوى البصرى	(درجة)	7.23	0.90	2.10	0.84	5.13	*22.81	0.00	244.44

*معنوى عند مستوى (٠.٠٥) (٢.٠٠)

يتضح من الجدول رقم (١٥) الخاص بالدلالات الإحصائية فى بعد المستوى البصرى لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لمجموعتى البحث (التجريبية والضابطة) بعد التجربة، وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة في بعد المستوى البصري لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور بعد التجربة لصالح المجموعة التجريبية، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٢٢.٨١) وهذه القيمة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (٠.٠٥) = (٢.٠٠)، كما بلغت نسبة الفروق (٢٤٤.٤٤%)، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل البياني (٧): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي للمستوى البصري بعد التجربة

ولما كانت هذه النتيجة تشير إلى **وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في البعد الخاص بالمستوى البصري على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، وكانت هذه الفروق لصالح المجموعة التجريبية**، فإن ذلك يدل على أن الأطفال الذين خضعوا لبرنامج STEM القائم على نموذج (5E's) أظهروا تحسنًا أكبر في المستوى البصري من مستويات التفكير الهندسي مقارنةً بأطفال المجموعة الضابطة الذين لم يتعرضوا لنفس البرنامج.

وتُعزى هذه النتيجة إلى فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM، والذي تميز بتقديم أنشطة بصرية محسوسة تراعي خصائص هذه المرحلة العمرية، حيث أتاح البرنامج فرصًا متعددة أمام الأطفال للتعامل مع الأشكال الهندسية من خلال الرؤية، اللمس، التكوين، والتصنيف، مما ساعد على ترسيخ المفاهيم الهندسية البصرية لديهم.

وقد تجلّى هذا التحسّن في ارتفاع قدرة الأطفال على التمييز بين الأشكال المختلفة من حيث الشكل والحجم، إلى جانب تمكنهم من تسميتها بدقة، وتوظيفها في بناء تكوينات جديدة وتتسق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج دراسات مثل: فؤاد عبدالعزيز (٢٠١٨)، ولمياء المسلماني (٢٠٢٠)، ونعمات أحمد وآخران (٢٠٢٣)، ومحمد السريحين ومأمون الشناق (٢٠٢٤)، والتي أشارت جميعها أن تنوع وتعدد الخبرات البصرية يُعد من العوامل الأساسية في تنمية التفكير الهندسي لدى الأطفال في مراحله الأولى.

وتتفق هذه النتيجة مع دراسة كل من Armah & Kissi (2019a)، Armstrong (2018)، Bers (2018)، على عبدالحميد (٢٠١٤)، راندا حنا (٢٠٢٠)، سامية هلال (٢٠٢١)، حيث أشارو إلى مجموعة من العوامل التي تم دمجها بفعالية في البرامج التعليمية المعتمدة على مدخل STEMكما يلي:

- أولاً: الطبيعة البصرية للأنشطة التي يقدمها هذا المدخل ساعدت الأطفال على التمييز بين الأشكال الهندسية بفعالية، حيث دمج مجالات مثل العلوم مع التكنولوجيا والهندسة والرياضيات أتاح للأطفال استخدام الأشكال، والمجسمات، وهي أنشطة بصرية ساعدت بشكل كبير في تنمية مهاراتهم الإدراكية البصرية.

- ثانيًا: يعتمد البرنامج على التعلم النشط والأنشطة التفاعلية مثل استخدام المكعبات، البطاقات المصورة، القطع الهندسية، والأنشطة الحسية، وهذه التجارب البصرية الملموسة عززت قدرة الأطفال على التمييز والانتباه البصري، حيث ساعد تفاعلهم المستمر مع المواد على تنشيط الحواس البصرية وتنمية مهاراتهم المعرفية.
- ثالثًا: ربط المفاهيم المجردة بتجارب حسية واقعية كان عاملًا مهمًا في تحقيق هذه النتائج، إذ تضمنت الأنشطة التعليمية مهارات الملاحظة، التصنيف، والفرز البصري للأشكال، وهو ما يتناسب مع خصائص النمو المعرفي والبصري في مرحلة الطفولة المبكرة، مما جعل المفاهيم أكثر وضوحًا وملموسة لهم.
- رابعًا: دور المعلمة كموجه ومحفز للتعلم البصري له أثر كبير، حيث ساعد التوجيه المستمر من قِبلها من خلال الأسئلة المفتوحة والعروض العملية على إثارة انتباه الأطفال وترسيخ المفاهيم البصرية لديهم، مما ساعد في تعزيز فهمهم واستيعابهم للمفاهيم بشكل أعمق.
- خامسًا: ساعدت مرونة مدخل STEM في مراعاة الفروق الفردية بين الأطفال، فقد أتاح هذا المدخل لكل طفل فرصة لتطوير قدراته البصرية وفقًا لسرعته الخاصة وقدراته، دون الضغط الأكاديمي المباشر، حيث تم تقديم الأنشطة بطريقة ممتعة ومحفزة، مما ساعد الأطفال على التقدم في تعلمهم بطريقة طبيعية ومشجعة.

فقد اعتمدت الأنشطة المقدمة على الصور، البطاقات، المكعبات، والألعاب التعليمية التي تعتمد على الشكل والمظهر الخارجي، مما أدى إلى تحسين قدرة الأطفال على تمييز الأشكال الهندسية بصريًا والتعرف عليها بدقة.

وبناءً على ما سبق، يتضح أن البرنامج القائم على مدخل STEM قد أسهم بفاعلية في تنمية المستوى البصري للتفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، فدمج المجالات المعرفية المختلفة في أنشطة تفاعلية بصرية ومجسدة يتماشى مع طبيعة النمو المعرفي والحسي للأطفال في هذه المرحلة، ويعزز من قدرتهم على إدراك الخصائص الشكلية للأشكال الهندسية، وتطوير مهارات التمييز والتصنيف والتمثيل البصري، كما تدعم هذه النتائج توجهات الأدبيات الحديثة التي تؤكد على أهمية استخدام مدخل STEM كمنهج شامل يسهم في تنمية مختلف أنماط التفكير، وعلى رأسها التفكير الهندسي، لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة.

الدلالة التربوية لهذه النتيجة: تعكس هذه النتيجة الأثر الإيجابي لاستخدام برنامج قائم على مدخل STEMفي تنمية المستوى البصري للتفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، حيث تشير إلى أن دمج الأنشطة الحسية والبصرية ضمن بيئة تعلم تفاعلية قد أسهم في تحسين قدرة الأطفال على إدراك الخصائص الشكلية للأشكال الهندسية وتمييزها بصريًا، ويُعزى هذا التحسن إلى طبيعة البرنامج التي راعت خصائص النمو البصري والمعرفي للأطفال، من خلال استخدام أدوات تعليمية متعددة الحواس، كما أتاح البرنامج فرصًا متكافئة لجميع الأطفال للتعلم وفقًا لقدراتهم الفردية، مما عزز من فاعلية البرنامج في دعم الإدراك البصري.

الفرض الثالث:

وينص الفرض الثالث على:

"**توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة للمستوى التحليلي في اتجاه المجموعة التجريبية**".

للتحقق من صحة هذا الفرض، استخدمت الباحثتان اختبار (ت) للمجموعات المستقلة لتحليل الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي في البعد الخاص بالمستوى التحليلي من مقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر، وذلك من خلال حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، ثم اختبار دلالة الفروق الإحصائية، كما يوضحه الجدول التالي:

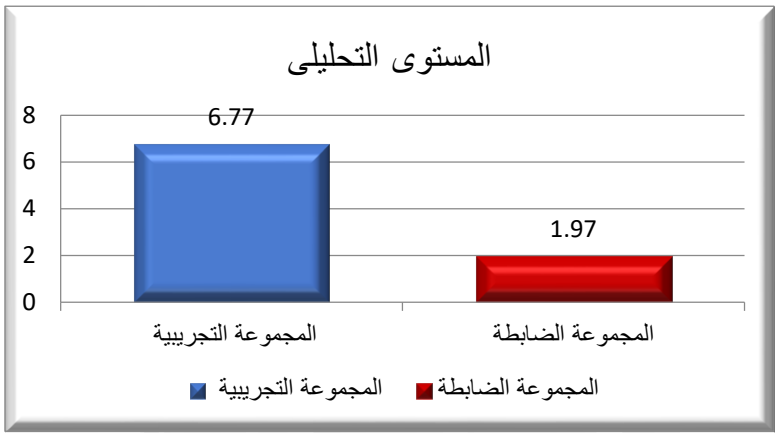
جدول (١٦): الفروق بين متوسطي درجات أطفال كل من المجموعة التجريبية والضابطة في بعد المستوى التحليلي لمقياس التفكير الهندسي المصور ن = (٦٠)

الدلالات الإحصائية / البعد	وحدة القياس	المجموعة التجريبية ن=٣٠		المجموعة الضابطة ن=٣٠		الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	نسبة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع				
المستوى التحليلي	(درجة)	6.77	1.10	1.97	0.85	4.80	*18.86	0.00	244.07

*معنوى عند مستوى (٠.٠٥) (٢.٠٠)

يتضح من الجدول رقم (١٦) الخاص بالدلالات الإحصائية فى بعد المستوى التحليلي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لمجموعتى البحث (التجريبية والضابطة) بعد التجربة، وجود فروق

ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة في بعد المستوى التحليلي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور بعد التجربة لصالح المجموعة التجريبية، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (١٨.٨٦) وهذه القيمة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (٠.٠٥) = (٢.٠٠)، كما بلغت نسبة الفروق (٢٤٤.٠٧%)، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل البيانى (٨): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي للمستوى التحليلي بعد التجربة

ولما كانت هذه النتيجة تشير إلى **وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في البعد الخاص بالمستوى التحليلي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، وكانت هذه الفروق لصالح المجموعة التجريبية**، فإن ذلك يدل على أن الأطفال الذين خضعوا لبرنامج STEM القائم على نموذج (5E's) أظهروا تحسنًا أكبر في المستوى التحليلي من مستويات التفكير الهندسي مقارنةً بأطفال المجموعة الضابطة الذين لم يتعرضوا لنفس البرنامج.

وتُعزى هذه النتيجة إلى فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM في تعزيز قدرة الأطفال على تحليل الخصائص المكونة للأشكال الهندسية، والتفكير فيها بطريقة منهجية، ويُعزى هذا التحسن إلى طبيعة الأنشطة الموجهة في البرنامج، والتي لم تقتصر على الجانب البصري فقط، بل امتدت لتشمل مهام تحليلية تطلبت من الأطفال المقارنة بين الأشكال، وتحديد أوجه الشبه والاختلاف، وقد أشارت دراسة كل من: Bybee (2013) ، و Essa (2019)، وشيماء صيام ومحمد عسقول (٢٠٢١)،

إلى أن التعلم القائم على STEM يعزز التفكير التحليلي لدى الأطفال من خلال ممارسات تصمَم خصيصًا لتحفيز إدراكهم البصري والعقلي للأشكال.

كما ساعدت هذه الأنشطة في تنمية القدرة على تصنيف الأشكال الهندسية وفق خصائصها، كالتساوي في الأطوال، أو توازي الأضلاع، أو قياس الزوايا، وهي مهارات تحليلية تتجاوز الإدراك البصري البسيط، وتُعزز هذه النتيجة ما أشارت إليه دراسة مصطفي السحت (٢٠٢٠)، حيث بينت أن التكرار المقصود للأنشطة التحليلية داخل مواقف تعليمية تفاعلية يساهم في بناء التفكير الرياضي التحليلي لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة.

وعزز تلك النتيجة التدرج المنهجي الذي اتبعه البرنامج في تقديم المفاهيم الهندسية، بدءًا من التعرف البصري، ثم الانتقال إلى التحليل، وانتهاءً بإدراك العلاقات بين الأشكال، وهذا ما وضحته دراسة Al Salami et al. (2017) من أن تصميم أنشطة متدرجة في برامج STEM يؤدي إلى تطور معرفي ملحوظ في التفكير الهندسي والتحليلي لدى الأطفال.

كما ساعد الدمج بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في أنشطة STEM على تقريب المفاهيم المجردة إلى خبرات الأطفال الواقعية، وكان لتوظيف الأنشطة التفاعلية التعاونية كالفرز، والتصنيف الجماعي، وحل المشكلات البسيطة دور كبير في تحفيز مهارات التحليل والمقارنة لديهم، وقد أظهرت دراسة محمد العتيبي (٢٠١٩)، وياسمين رمضان (٢٠٢٣) أن البيئات التعليمية التعاونية الغنية بالمجالات التكاملية تعزز العمليات العقلية العليا كالتصنيف والتحليل.

وكذلك فإن تكرار التعرض لأنشطة تحليلية ممنهجة ضمن بيئة تعليمية محفزة، ساهم في إحداث تطور معرفي حقيقي في التفكير التحليلي، وليس مجرد تعلم وقتي، وهو ما أشار إليه Henriksen (2017) في دراسته عن فعالية التعليم التكاملي في تطوير مهارات التفكير العليا لدى الأطفال، وتشير هذه النتيجة إلى أن تنمية التفكير التحليلي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة أمر ممكن ومثمر إذا ما تم استخدام استراتيجيات تعليمية قائمة على التكامل والتطبيق العملي، كما هو الحال في مدخل STEM.

بناءً على ما سبق، تؤكد الفروق الدالة إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية في المستوى التحليلي للتفكير الهندسي فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM في تنمية مهارات التحليل والتفكير المنطقي لدى الأطفال، من خلال أنشطة تعليمية مقصودة مكنتهم من إدراك خصائص

الأشكال الهندسية والتعامل معها بأسلوب يتجاوز الإدراك الحسي إلى التحليل العقلي المنظم، وتمثل هذه النتيجة مؤشرًا واضحًا على أهمية توظيف التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في تعليم الطفولة المبكرة، لما يوفره من بيئة تعليمية غنية ومحفزة توسّع آفاق التفكير لدى الأطفال.

الدلالة التربوية لهذه النتيجة: تعكس النتيجة فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM ونموذج (5E's) في تنمية التفكير التحليلي لدى الأطفال، إذ أسهم التسلسل المرحلي للنموذج في تيسير انتقال الأطفال من الإدراك الحسي إلى التحليل العقلي المنظم، كما دعمت الأنشطة الموجهة عمليات المقارنة والتصنيف واكتشاف الخصائص الهندسية، مما عزز مهارات التفكير المنطقي والتحليلي بما يتماشى مع الخصائص النمائية لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة.

الفرض الرابع:

وينص الفرض الرابع على:

"**توجد فروق ذات دلاله إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لمستوى الاستدلال غير الشكلي في اتجاه المجموعة التجريبية**".

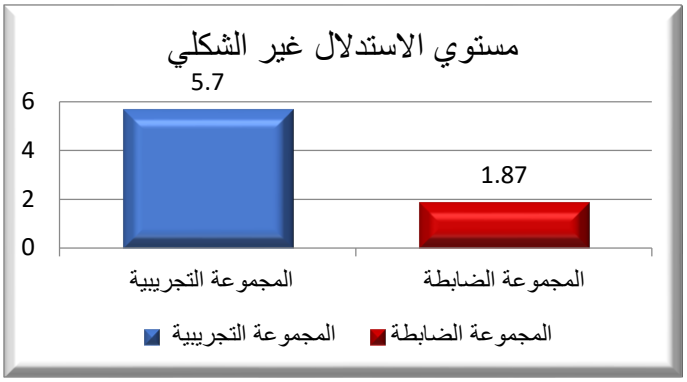
للتحقق من صحة هذا الفرض، استخدمت الباحثتان اختبار (ت) للمجموعات المستقلة لتحليل الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي في البعد الخاص بمستوى الاستدلال غير الشكلي من مقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر، وذلك من خلال حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، ثم اختبار دلالة الفروق الإحصائية، كما يوضحه الجدول التالي:

جدول (١٧): الفروق بين متوسطي درجات أطفال كل من المجموعة التجريبية والضابطة في بعد مستوى الاستدلال غير الشكلي لمقياس التفكير الهندسي المصور ن = (٦٠)

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	المجموعة التجريبية ن=٣٠		المجموعة الضابطة ن=٣٠		الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	نسبة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع				
مستوي الاستدلال غير الشكلي	(درجة)	5.70	0.88	1.87	1.17	3.83	*14.39	0.00	205.36

*معنوى عند مستوى (٠.٠٥) (٢.٠٠٠)

يتضح من الجدول رقم (١٧) والشكل البياني رقم (٩) الخاص بالدلالات الإحصائية فى بعد مستوي الاستدلال غير الشكلي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لمجموعتى البحث (التجريبية والضابطة) بعد التجربة، وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أطفال المجموعتين التجريبية والضابطة في بعد مستوى الاستدلال غير الشكلي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور بعد التجربة لصالح المجموعة التجريبية ، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (١٤.٣٩) وهذه القيمة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (٠.٠٥) = (٢.٠٠)، كما بلغت نسبة الفروق (٢٠٥.٣٦%)، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل البيانى (٩): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمستوى الاستدلال غير الشكلي بعد التجربة

ولما كانت هذه النتيجة تشير إلى **وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في البعد الخاص بمستوى الاستدلال غير الشكلي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، وكانت هذه الفروق لصالح المجموعة التجريبية،** فإن ذلك يدل على أن الأطفال الذين خضعوا لبرنامج STEM القائم على نموذج (5E's) أظهروا تحسنًا أكبر في مستوى الاستدلال غير الشكلي من مستويات التفكير الهندسي مقارنةً بأطفال المجموعة الضابطة الذين لم يتعرضوا لنفس البرنامج.

وتُعزى هذه النتيجة إلى أن البرنامج القائم على مدخل STEM لم يقتصر على تقديم المعلومات الهندسية، بل وفر فرصًا للأطفال لاستخدام مهاراتهم في المقارنة، والاستنتاج، والتوصل إلى علاقات منطقية بين الأشكال والخصائص، وهي العمليات التي تُميز هذا المستوى من التفكير.

واتفقت هذه النتيجة مع نتائج دراسة كل من ماجد المالكى (٢٠١٨)، و Essa (2019)، فساعدت طبيعة أنشطة STEM، التي تتكامل فيها المهارات العقلية والعملية والفنية، على تحفيز التفكير المنطقي لدى الأطفال، حيث طُلب منهم استكشاف الأنماط، وربط الخصائص ببعضها، وتكوين استنتاجات بسيطة من خلال التجريب والملاحظة، مما أتاح لهم تطوير قدرتهم على الاستدلال غير الرسمي دون الحاجة إلى لغة رياضية أو هندسية معقدة.

ويُعزى ذلك أيضًا إلى أن الأنشطة قد صُممت بطريقة تتيح التدرج المعرفي، بحيث يمر الطفل أولاً بالتعرف البصري والتحليلي، ثم يُطلب منه تطبيق ما تعلمه في مواقف جديدة، واكتشاف العلاقات المنطقية بطريقة غير مباشرة، كما أن الأسئلة المفتوحة التي طرحتها المعلمة، وأساليب العصف الذهني البسيطة، ونقاشات الأطفال مع بعضهم، لعبت دورًا كبيرًا في تنمية مهارات التوقع، والمقارنة، والاستنتاج غير الرسمي، والتي تُعد جوهر هذا المستوى من التفكير الهندسي.

ومن ثم، فإن الفروق الإحصائية لصالح المجموعة التجريبية في مستوى الاستدلال غير الشكلي تُشير إلى أن البرنامج التعليمي القائم على مدخل STEM قد تمكن من نقل الأطفال من التفكير الحسي البسيط إلى مستوى أعمق من التفكير المنطقي، وهو ما يعكس فاعلية هذا المدخل في بناء البنية المعرفية الهندسية للأطفال، وتوضح هذه النتيجة أن إدماج التحديات المعرفية البسيطة ضمن بيئة تفاعلية آمنة يتيح للأطفال ممارسة عمليات عقلية متقدمة بطريقة طبيعية وتدريجية.

والتحسن الذي طرأ على مستوى الاستدلال غير الشكلي لم يكن عرضيًا، بل نتيجة مباشرة لتكرار التعرض لأنشطة منهجية مصممة بعناية، تُمكّن الأطفال من التفكير بشكل نقدي واستنتاجي في المواقف التعليمية، ويُعد ذلك دليلاً واضحًا على قدرة الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة على الوصول إلى مستويات تفكير عليا، متى ما أُتيح لهم التعلم من خلال مواقف واقعية، ومحفزة، ومتدرجة كما هو الحال في مدخلSTEM .

<u>الدلالة التربوية لهذه النتيجة</u>: تشير الفروق الإحصائية لصالح المجموعة التجريبية إلى فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في تنمية مستوى الاستدلال غير الشكلي لدى الأطفال، حيث أسهمت مراحل النموذج- خاصة الاستكشاف والتفسير والتوسع- في تحفيز الأطفال على استخدام مهارات المقارنة، والاستنتاج، وربط الخصائص الهندسية دون الحاجة إلى لغة رياضية معقدة، وقد أتاح هذا التدرج البنائي

فرصًا للتفكير المنطقي غير الرسمي في بيئة تعليمية تفاعلية، مما ساعد على نقل الأطفال من الإدراك الحسي إلى التفكير الاستدلالي، وهو ما يُعزز من فاعلية نموذج (5E's) في بناء المعارف الهندسية وتنمية التفكير الأعلى لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة.

الفرض الخامس:

وينص الفرض الخامس على:

"**توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور في القياسين القبلي والبعدي في إتجاه القياس البعدي**".

للتحقق من صحة هذا الفرض، استخدمت الباحثتان اختبار (ت) للمجموعات المستقلة لتحليل الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر، وذلك من خلال حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، ثم اختبار دلالة الفروق الإحصائية، كما يوضحه الجدول التالي:

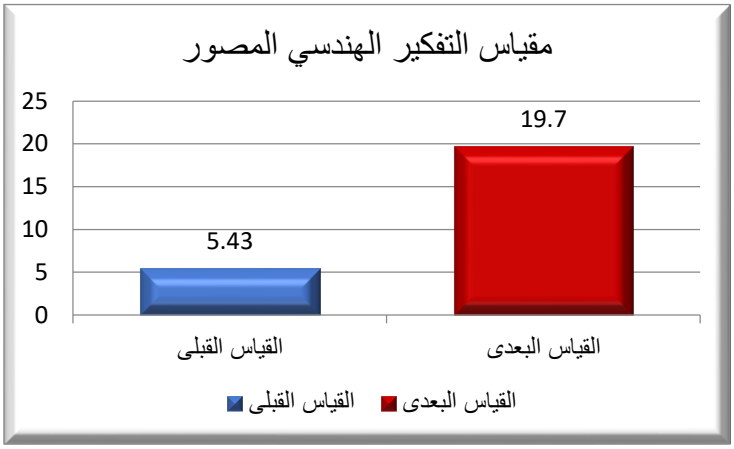
جدول (١٨): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي على مقياس التفكير الهندسي المصور ن = (٣٠)

الدلالات الإحصائية / أبعاد المقياس	وحدة القياس	القياس القبلى		القياس البعدى		الفرق بين المتوسطين		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	نسبة التحسن%
		سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع			
المقياس ككل	(درجة)	5.43	1.38	19.70	1.93	14.27	2.35	*33.28	0.00	%262.58

*معنوى عند مستوى(٠.٠٥) (2.05)

يتضح من الجدول رقم (١٨) والشكل البيانى رقم (١٠) الخاص بالدلالات الإحصائية لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصورللمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (0.05) بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لصالح القياس البعدي ، حيث بلغت قيمة

(ت) المحسوبة (٣٣.٢٨) وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (0.05)(٢.٠٥)، كما بلغت نسبة التحسن (٢٦٢.٥٨%)، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل البيانى (١٠): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي على مقياس التفكير الهندسي المصور

ولما كانت هذه النتيجة تشير إلى **وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور، وكانت هذه الفروق لصالح القياس البعدي**، فإن ذلك يدل على أن الأطفال الذين خضعوا لبرنامج STEM القائم على نموذج (5E's) قد حققوا تحسنًا ملحوظًا في أدائهم بعد تطبيق البرنامج مقارنةً بأدائهم قبله، ويُعزى هذا التحسن إلى الأثر الفعلي للبرنامج، وليس إلى عوامل عشوائية أو الصدفة.

أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر، وذلك في اتجاه القياس البعدي، وهو ما يشير إلى فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة.

وتُعزى هذه النتيجة إلى أن البرنامج القائم على مدخل STEM يجمع بين العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، ويُعد من أبرز المداخل التربوية المعاصرة التي تدعم التفكير البنائي والموجه نحو حل المشكلات، وقد أتاح البرنامج المقدم فرصًا متعددة للأطفال للملاحظة، والاستكشاف، وتصميم الحلول، وهي ممارسات تنسجم مع طبيعة التفكير الهندسي، دعمَت ذلك دراسة Bagiati &

Evangelou (2015) حيث بينت أن دمج الهندسة في برامج مرحلة الطفولة المبكرة يسهم في تطوير الوعي المكاني ومهارات التصميم والاستدلال لدى الأطفال، وكذلك دراسة كل من كريمة محمد (٢٠١٩)، ويارا محمد ومنال عبد السيد (٢٠٢١) التي أشارت إلى فاعلية مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير العلمي والهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة

واعتماد البرنامج على نموذج (5E's) والذي يُعد إطارًا بنائيًا يعزز مشاركة الأطفال في العملية التعليمية بفاعلية، من خلال هذا النموذج، أُتيح للأطفال أن يمروا بتجارب واقعية سمحت لهم ببناء الفهم التدريجي للهندسة، ويتفق في ذلك مع دراسة إبراهيم الغامدي (٢٠١٤) التي أثبتت فاعلية استخدام نموذج (5E's) في تنمية مفاهيم الرياضيات والهندسة لدى الأطفال، وهو ما يتماشى مع مبادئ نظرية Van Hiele التي تفترض أن تعلم الهندسة يتم عبر مستويات منظمة تبدأ بالإدراك البصري وتنتهي بالاستنتاج المنطقي، وتتفق في ذلك مع دراسة .Clements, et al (2011) التي بينت أن التعلم النشط المبني على الاستقصاء في مراحل مبكرة يُعد أساسًا قويًا لبناء التفكير الهندسي والتجريدي لاحقًا.

إن بناء البرنامج اعتمد على مراحل Van Hiele، بدءًا من الإدراك البصري للأشكال وحتى التفكير المجرد والتحليل، والاستدلال غير الشكلي، فقد راعى التدرج في تقديم المفاهيم الهندسية، مما سهل على الأطفال الانتقال من الفهم السطحي إلى الاستيعاب الأكثر تعقيدًا للعلاقات الهندسية، وفي هذا يتفق مع دراسة كل من Battista (2007)، و Semadeni (٢٠١٨) إلى أهمية مراعاة تسلسل مستويات Van Hiele عند تعليم المفاهيم الهندسية للأطفال، حيث إن القفز فوق مستوى دون إتقانه يؤدي إلى ضعف في فهم المفاهيم اللاحقة.

<u>دلالة النتيجة تربويًا</u>: تشير هذه النتيجة إلى فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM ونموذج (5E's) في تنمية التفكير الهندسي لدى الأطفال، من خلال توفير أنشطة تفاعلية قائمة على الاستقصاء والتدرج في تقديم المفاهيم، مما ساعد الأطفال على الانتقال من الفهم البسيط للأشكال إلى التفكير التحليلي والاستدلال، وفقًا لمستويات Van Hiele ، وهو ما يعزز أهمية تبني هذا النوع من البرامج في الطفولة المبكرة لبناء أساس قوي للتفكير العلمي والهندسي.

الفرض السادس:

من خلال هذا الفرض، يتم **الإجابة على السؤال الفرعي الرابع** من أسئلة البحث، ومضمونه: "ما مدى استمرارية أثر البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة؟"

وينص الفرض السادس على:

"لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية فى القياسين البعدي والتتبعى لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور".

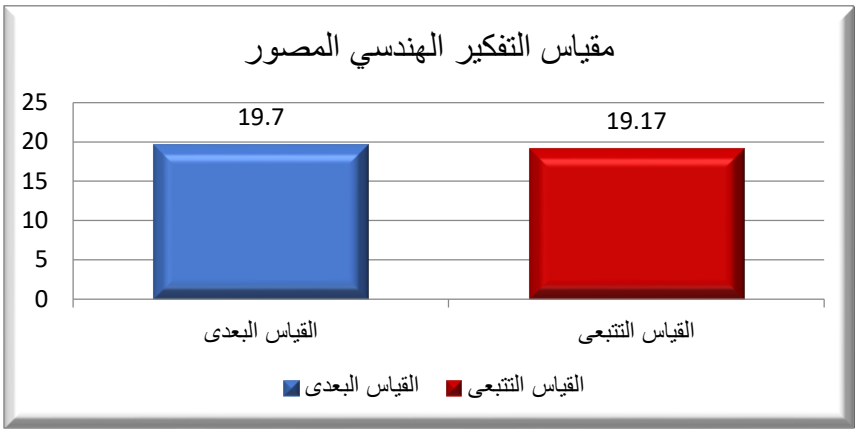
للتحقق من صحة هذا الفرض، استخدمت الباحثتان اختبار (ت) للمجموعات المستقلة لتحليل الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين البعدي والتتبعي لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصوّر، وذلك من خلال حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، ثم اختبار دلالة الفروق الإحصائية، كما يوضحه الجدول التالي:

جدول (١٩): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين البعدي والتتبعي على مقياس التفكير الهندسي المصور ن = (٣٠)

الدلالات الإحصائية / المقياس	وحدة القياس	القياس البعدى		القياس التتبعى		الفرق بين المتوسطين		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	نسبة التحسن%
		سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع			
المقياس ككل	(درجة)	19.70	1.93	19.17	1.95	0.53	1.11	*2.64	0.01	%2.71

*معنوى عند مستوى (٠.٠٥) (2.05)

يتضح من الجدول رقم (١٩) والشكل البيانى رقم (١١) الخاص بالدلالات الإحصائية لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصورللمجموعة التجريبية في القياسين البعدي والتتبعى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (0.05) بين القياسين البعدى والتتبعى، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٢.٦٤) وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (0.05)(٢.٠٥)، كما بلغت نسبة التحسن (٢.٧١%)، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل البيانى (١١): الفروق بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين البعدي والتتبعي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور

وتشير هذه النتيجة إلى **عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات أطفال المجموعة التجريبية في القياسين البعدي والتتبعي على مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور**، مما يدل على أن التحسن الذي أحرزه الأطفال بعد تطبيق البرنامج قد استمر وثبت عند إجراء القياس التتبعي بعد مرور فترة زمنية.

ويُعزى هذا الثبات في الأداء إلى فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's)، والذي ساهم في ترسيخ مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال بشكل عميق ومستدام، كما تعكس هذه النتيجة أن ما اكتسبه الأطفال من مهارات لم يكن مؤقتًا أو سطحيًا، بل أصبح جزءًا من بنيتهم المعرفية، وهو ما يبرز دور البرنامج في تحقيق تعلم طويل المدى قائم على الفهم والتطبيق.

وأحد الأسباب التي تفسر هذا الثبات أن البرنامج لم يعتمد على الحفظ أو التكرار، بل على مواقف تعليمية حقيقية ومشكلات حياتية بسيطة ساعدت الأطفال على الفهم العميق والتطبيق العملي، وهو ما يرسّخ المفاهيم في الذاكرة طويلة المدى ويجعلها جزءًا من آليات تفكير الطفل اليومية.

تتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة كل من عائشة الزير(٢٠١٧)، وشيرين شعير (٢٠١٧) التي أشارت أن البرامج التعليمية المبنية على STEM تساهم في بناء مهارات تفكير طويلة الأمد لدى الأطفال، وتعمل على تكوين أساس معرفي يصمد أمام الزمن، كما أشارت دراسة

كل من رشا عبدالحميد (٢٠١٩) ، وسندس عوض (٢٠٢١)، إلى أن الأطفال الذين يشاركون في أنشطة STEM يحتفظون بالمهارات المكتسبة لفترة أطول مقارنة بالبرامج التقليدية.

لذا تعني هذه النتيجة أن تطبيق البرنامج لا يُحدث تحسنًا وقتيًا فقط، بل اسهم في إحداث تغيير مستدام في أنماط تفكير الطفل، وهي نتيجة بالغة الأهمية لصناع القرار التربوي والمناهج، كما أنها تدعم التوصية بدمج مدخل STEM في الخطط الدراسية اليومية لرياض الأطفال.

من خلال القياسات البعدية والتتبعية، تظهر النتائج أن الأطفال في المجموعة التجريبية قد استفادوا بشكل كبير من تنوع الأنشطة التي قدمها برنامج STEM، حيث أن الدمج بين الأنشطة العملية التي تتطلب التفكير الهندسي والتكنولوجيا والعلوم والرياضيات ساهم في رفع مستوى مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، وبالتالي تعزيز قدرتهم على استيعاب المفاهيم الهندسية وتطبيقها في مواقف حياتية متنوعة، هذه الأنشطة ساعدت الأطفال على التفاعل مع بيئتهم بطريقة نشطة وتعاونية، مما أتاح لهم فرصة ممارسة التفكير النقدي والابتكاري.

وأظهرت النتائج أن الأنشطة التي تدمج الحواس المختلفة (مثل اللمس، والرؤية، والحركة) كان لها تأثير واضح في تحفيز الأطفال على التفكير الهندسي بشكل عملي، هذه الأنشطة ساعدت الأطفال في إدراك المفاهيم الهندسية بصورة ملموسة، مما يسهل عليهم فهم العلاقات بين الأشكال الهندسية المختلفة والمبادئ الرياضية المرتبطة بها، لذا فإن دمج هذه الأنشطة في البيئة التعليمية يعتبر من العوامل الأساسية التي أسهمت في تحقيق الفروق الإيجابية بين القياسين القبلي والبعدي، واستمرار تلك الفروق حتى في القياس التتبعي، واتفقت في هذا مع نتائج دراسة كل من Sarama & Clements (٢٠٠٩) التي أشارت إلى أهمية إدخال الخبرات الحسية والأنشطة التفاعلية في بيئة التعلم مما يُسهم في بناء الفهم الرياضي والهندسي للأطفال بطريقة عملية وفعالة، ودراسة Ho (2003) التي وضحت أن الأطفال يعتمدون بشكل كبير على الإدراك البصري والأنشطة الحسية لتكوين المفاهيم الهندسية، مما يدعم أهمية الأنشطة التي تدمج اللمس والحركة في تعلم الأشكال.

كما كشفت نتائج القياس التتبعي عن استمرار الأثر الإيجابي للبرنامج التدريبي القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، مما يشير إلى ثبات التعلم واستدامة الأثر على المدى الزمني بعد انتهاء التطبيق المباشر، ويُعزى ذلك إلى طبيعة التعلم النشط الذي يوفره النموذج، والذي يُشرك الطفل في مراحل متتابعة من التفاعل

والاستقصاء والتفسير والتطبيق، مما يعزز من تخزين المعلومات وفهمها على المدى البعيد، وقد دعمت هذه النتيجة دراسة Lawson (2002) التي أوضحت أن التعلم القائم على الفهم العميق والتجريب يؤدي إلى بناء بنى معرفية أكثر ثباتًا واستقرارًا، حيث أشارت دراسة Bybee, et al. (2006) أن نموذج (5E's) يسهم في تعزيز الفهم طويل المدى من خلال مراحله التراكمية التي تُمكن الطفل من الربط بين الخبرات السابقة واللاحقة.

وأشارت نتائج القياس التتبعي عن تمكن أطفال المجموعة التجريبية من اكتساب مهارات التفكير الهندسي بشكل عميق ومستمر، مما يعكس فاعلية البرنامج في تحسين هذه المهارات على المدى الطويل، وبالتالي يمكن القول بأن مدخل STEM لا يعزز من اكتساب الأطفال للمفاهيم الهندسية فحسب، بل يساهم أيضًا في بناء مهارات التفكير النقدي والإبداعي التي تبقى ثابتة مع مرور الوقت ، وهذا ما عززته نتيجة دراسة كل من Astawan, et al. (٢٠٢٣) ، و Kavak & Deretarla (٢٠٢٤) إلى فاعلية هذه الأنشطة التي تعتمد على مدخل STEM في تعزيز التفكير التفكير النقدي والإبداعي والعلمي المستدام، من خلال الاعتماد على التجريب وحل المشكلات الواقعية.

الدلالة التربوية لهذه النتيجة: تشير هذه النتيجة إلى ثبات أثر البرنامج القائم على مدخل STEMباستخدام نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، مما يدل على أن التعلم الناتج عن البرنامج لم يكن مؤقتًا أو سطحيًا، بل أصبح جزءًا من البنية المعرفية المستدامة للطفل، ويُعزى هذا الثبات إلى اعتماد البرنامج على أنشطة استقصائية تفاعلية، وخبرات واقعية ترتبط بحياة الطفل، مما ساعد على ترسيخ المفاهيم وتنمية مهارات التفكير النقدي والتحليلي بشكل طويل الأمد، كما يعكس ذلك فاعلية التعلم النشط والمبني على التجريب والممارسة في تحقيق انتقالات معرفية ثابتة، وهو ما يدعم دمج مدخل STEM في برامج مرحلة الطفولة المبكرة كإستراتيجية فعالة لبناء مهارات التفكير الهندسي.

الفرض السابع:

وينص الفرض السابع على:

"يسهم البرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في إحداث حجم أثر كبير في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال المجموعة التجريبية مقارنةً بالمجموعة الضابطة".

للتحقق من صحة هذا الفرض قامت الباحثتان بحساب معامل إيتا وحجم الأثر لكوهن لبرنامج STEM وذلك لمجموعتي البحث التجريبية والضابطة ، كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (٢٠): معامل أيتا٢ وحجم الأثر لكوهن و مقدار حجم الأثر لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لمجموعتى البحث بعد التجربة ن = (٦٠)

الدلالات الإحصائية / المقياس ككل	وحدة القياس	معامل ايتا2	حجم الأثر لكوهن	مقدار حجم الأثر
المجموع الكلى	(درجة)	0.93	7.16	مرتفع

*دلالة حجم الأثر وفقا لمربع إيتا *(التأثير منخفض) أقل من ٠.٣٠* (التأثير متوسط) من ٠.٣٠ إلى أقل من ٠.٥٠* (التأثير مرتفع) من ٠.٥٠ إلى ١

دلالة حجم الأثر وفقا لكوهن التأثير (منخفض) أقل من ٠.٥ التأثير (متوسط) من ٠.٥ حتى أقل من ٠.٨* التأثير (كبير) ٠.٨ فأكثر

يتضح من الجدول رقم (٢٠) الخاص بمعامل أيتا2 وحجم الأثر لكوهن ومقدار حجم الأثر لمقياس مهارات التفكير الهندسي المصور لمجموعتى البحث بعد التجربة ،إرتفاع حجم التأثير للبرنامج حيث بلغت (٠.٩٣) وهى أكبر من ٠.٥٠.

تشير هذه النتيجة **أن حجم الأثر مرتفع للبرنامج مما يعكس فاعلية كبيرة للبرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال،** ويُظهر هذا الحجم المرتفع أن التغير الذي حدث في مستوى أداء أطفال المجموعة التجريبية بعد تطبيق البرنامج لم يكن مجرد تحسن طفيف، بل كان تحولًا جوهريًا في تنمية مهارات التفكير الهندسي لديهم.

ويدل التأثير الكبير للبرنامج على طبيعتة التفاعلية باستخدام نموذج (5E's) فالانتقال المرحلي المنهجي عبر مراحله مكّن الأطفال من إعادة بناء معرفتهم تدريجيًا، وهو ما يعزز التعلم العميق والثابت، وهذا ما تشير إليه دراسة كل من Lawson (2002) ، و Bybee, et al. (2006) فالتعلم القائم على الفهم العميق يؤدي إلى بناء بنى معرفية أقوى وأكثر ثباتًا واستقرارًا.

ويُعزى هذا التأثير العميق إلى طبيعة التسلسل التي تعتمد عليها نظرية Van Hiele للمستويات الإدراكية الهندسية، مما جعل التدخل مناسبًا للنمو المعرفي للأطفال وساعد على ترسيخ

المهارات عبر المستويات، دون حدوث قفز معرفي غير ناضج، ويتفق هذا مع نتيجة دراسة كل من Battista (2007) ، و Semadeni (٢٠١٨) إلى أهمية مراعاة تسلسل مستويات Van Hiele عند تعليم المفاهيم الهندسية للأطفال.

و يرجع حجم الأثر المرتفع إلى أن البرنامج القائم على مدخل STEM راعى التنوع في الأنشطة متعددة الحواس، مثل (اللمس، النظر، الحركة) حيث أسهم في تحسين الفهم والتذكر طويل المدى، ويتفق في ذلك مع نتيجة دراسة Kavak & Deretarla (٢٠٢٤).

الدلالة التربوية لهذه النتيجة: تعكس هذه النتيجة الأثر الكبير لاستخدام البرنامج القائم على مدخل STEMونموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال، مما يشير إلى تحول نوعي في قدراتهم، وليس مجرد تحسن عابر، ويُعزى هذا الأثر المرتفع إلى طبيعة البرنامج التفاعلية التي أتاحت للأطفال التعلم من خلال الممارسة الحسية والتجريب النشط، إضافة إلى اعتماده على تسلسل معرفي دقيق يتماشى مع مراحل النمو الإدراكي وفقًا لنظرية Van Hiele ، كما ساعد تنوع الأنشطة المقدمة على ترسيخ المفاهيم الهندسية في الذاكرة طويلة المدى، مما يؤكد فاعلية البرنامج في دعم التعلم العميق والمستدام لدى أطفال الطفولة المبكرة.

تعقيب عام على نتائج الدراسة:

أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات أطفال المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في جميع أبعاد مقياس مهارات التفكير الهندسي المصور (البصري – التحليلي – الاستدلال غير الشكلي) لصالح المجموعة التجريبية، وهو ما يؤكد فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM المصمم في ضوء نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة.

وتدل هذه الفروق على أن مدخل STEM لم يقتصر على تقديم المعرفة بشكل تجريدي أو تقني، بل قدم بيئة تعليمية ثرية، قائمة على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، حيث تفاعلت تلك المجالات في سياق تعليمي عملي وتطبيقي، مما أتاح للأطفال فرصًا حقيقية لبناء المعرفة وتوظيفها بطريقة تتناسب مع خصائصهم النمائية.

وقد ساهم نموذج (5E's) بما يتضمنه من مراحل: (التمهيد – الاستكشاف – التفسير – التوسع – التقويم) في دعم التفكير المنظم لدى الأطفال، حيث وفّر تسلسلًا معرفيًا يساعد الطفل

على الانتقال التدريجي من الإدراك الحسي إلى الفهم العميق والتطبيق، مع التركيز على التجريب والملاحظة والتفسير، وهو ما ينسجم مع طبيعة التفكير الهندسي الذي يتطلب بناءً تراكميًا للخبرات:

- في البعد البصري: أتاح البرنامج أنشطة حسية ملموسة مكنت الأطفال من التمييز بين الأشكال وتصنيفها، مما يعكس دور التجريب البصري والتعامل المباشر مع المواد التعليمية في ترسيخ الفهم.
- في البعد التحليلي: جاءت الأنشطة لتتحدى الأطفال فكريًا، من خلال مهام تتطلب المقارنة، التصنيف، وتحديد العلاقات، مما عزز عمليات التحليل العقلي والتنظيم المنطقي.
- أما في بعد الاستدلال غير الشكلي: فقد وفّرت مواقف تعليمية حافزة للتفكير، أتاحت فرصة الربط بين المفاهيم واستنتاج العلاقات دون حاجة إلى رموز رياضية أو لغوية متقدمة، مما يدل على أن الأطفال قادرون للوصول إلى مستويات تفكير متقدمة حينما يتم تقديم التعليم بطريقة مناسبة ومشوقة.

وتنسجم هذه النتائج مع الأدبيات التربوية الحديثة التي أكدت أن مدخل STEM يُعد بيئة تعليمية محفزة على الإبداع والتفكير النقدي، لا سيما إذا ما تم تفعيله من خلال نموذج تدريس بنائي مثل (5E's) يسمح بالتدرج المعرفي والتفاعل النشط بين الطفل والموقف التعليمي.

ومن ثم، تؤكد نتائج هذه الدراسة أهمية التحول من الأساليب التقليدية في التعليم بمرحلة الطفولة المبكرة، إلى استراتيجيات قائمة على التكامل، والاستكشاف، والتعلم النشط، لما لها من أثر فعّال في تنمية أنماط التفكير العليا، وعلى رأسها التفكير الهندسي، بما يُسهم في إعداد الطفل لمتطلبات العصر الرقمي والتكنولوجي.

وفي ضوء ما أظهرته نتائج البحث من أثر فعّال للبرنامج القائم على مدخل STEM وفق نموذج (5E's) في تنمية مهارات التفكير الهندسي لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، تبرز قابلية هذه النتائج للتطبيق الواقعي في البيئة التربوية، حيث نجاح البرنامج في السياق التجريبي يفتح المجال أمام إمكانية توظيفه في مؤسسات رياض الأطفال بشكل أوسع، مما يستدعي الوقوف على عناصر قابليته للتطبيق، ومدى اتساقه مع متطلبات بيئة التعلم وخصائص الأطفال في هذه المرحلة.

مدى قابلية نتائج البحث للتطبيق:

تُعد نتائج هذا البحث قابلة للتطبيق في السياقات التعليمية المعنية برياض الأطفال، نظرًا لتصميم البرنامج في ضوء مبادئ واقعية وتربوية تراعي احتياجات الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة وخصائصهم النمائية، وتلخصها الباحثتين فيما يلي:

١. ملاءمة طبيعة البرنامج لخصائص المرحلة العمرية، فقد صُمم البرنامج القائم على مدخل STEM ليتناسب مع الخصائص النمائية لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، من حيث اعتماده على أنشطة حسية وبصرية وتفاعلية، وهو ما يجعله قابلاً للتطبيق بسهولة في بيئة الروضة.
٢. قابلية الأدوات والأنشطة للتنفيذ داخل الصفوف التعليمية، حيث اعتمدت أنشطة البرنامج على مواد وأدوات بسيطة ومتوفرة (مثل المكعبات، البطاقات، الأشكال الهندسية)، مما يسهّل تطبيقها في المؤسسات التعليمية دون الحاجة إلى تجهيزات خاصة أو ميزانيات مرتفعة.
٣. مرونة البرنامج وإمكانية دمجه في المناهج الحالية، وذلك ضمن وحدات البرنامج اليومي لرياض الأطفال، من خلال ربط المفاهيم الهندسية بالأنشطة المتكاملة، بما يضمن توافقه مع الأطر التربوية المعتمدة.
٤. إمكانية تنفيذ البرنامج من قبل المعلمات في البيئة التعليمية، حيث لا يتطلب تدريبًا متخصصًا معقدًا، بل يمكن للمعلمات تطبيقه بعد ورش عمل موجزة، مما يدعم قدرات المعلمة على تعزيز مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال.
٥. ارتباط البرنامج ببيئة الطفل الحياتية، تم توظيف مواقف تعليمية من البيئة اليومية (مثل تصنيف الألعاب، بناء أشكال من المكعبات)، مما يعزز دافعية التعلم ويجعل المفاهيم الهندسية أكثر واقعية ومعنًى بالنسبة له.
٦. إمكانية التوسع في التطبيق على نطاق أوسع، يمكن تعميم البرنامج على مؤسسات تعليمية أخرى داخل نفس البيئة المحلية أو البيئات المماثلة، نظرًا لاعتماده على مبادئ تعليمية عالمية مثل مدخل STEM ونموذج (5E's) وقابلية تطبيقهما وتكيفهما وفق السياقات المحلية.
٧. دعم السياسات التعليمية التي تستهدف تنمية مهارات التفكير العليا، حيث تتوافق نتائج البحث مع توجهات وزارة التربية والتعليم بجمهورية مصر العربية نحو دمج مهارات التفكير والإبداع في

مرحلة الطفولة المبكرة، مما يجعل البرنامج مساهمًا مباشرًا في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في التعليم.

وفي ضوء ما أسفرت عنه نتائج الدراسة من فعالية للبرنامج القائم على مدخل STEM باستخدام نموذج (5E's)، ومع ما تم رصده من إمكانية تطبيق هذه النتائج في البيئة التعليمية المحلية، تبرز الحاجة إلى اتخاذ خطوات عملية لترجمة هذه النتائج إلى توصيات قابلة للتنفيذ تسهم في تطوير العملية التعليمية والممارسات التربوية للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة.

توصيات البحث:

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث من فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM ، المصمم وفق نموذج (5E's)، في تنمية مهارات التفكير الهندسي في المستويات (البصري – التحليلي – الاستدلال غير الشكلي) لدى أطفال مرحلة الطفولة المبكرة، يوصي البحث بما يلي:

- الاهتمام بمهارات التفكير الهندسي وتنميتها فى مرحلة الطفولة المبكرة.
- إدماج مدخل STEM في برامج رياض الأطفال باعتباره مدخلًا تكامليًا يُعزز عمليات التفكير العليا، ويُسهم في بناء المعرفة العلمية والهندسية بصورة تتناسب مع خصائص النمو العقلي للأطفال.
- تبنّي نموذج (5E's) في تصميم الأنشطة التعليمية لما يوفره من مراحل منظمة تدعم التعلم البنائي، وتتيح للأطفال فرصًا للاستكشاف والتفسير والتطبيق والتوسّع، مما يضمن تعلّمًا فعّالًا ومستدامًا.
- توظيف المستويات الثلاثة الأولى من نظرية Van Hiele للتفكير الهندسي في تصميم البرامج التعليمية الموجهة لأطفال مرحلة الطفولة المبكرة، بما يتناسب مع قدراتهم العقلية والبيئة التعليمية المحلية.
- تصميم برامج تدريبية للمعلمات حول تطبيق أنشطة STEM داخل البيئة التعليمية في رياض الأطفال، وتدريبهن على تفعيل نموذج (5E's) لدعم مهارات التفكير الهندسي لدى الأطفال بطريقة ممنهجة.

- التركيز على الأنشطة التفاعلية والبصرية المحسوسة التي تنمي التفكير الهندسي في برامج الطفولة المبكرة، لما لها من دور محوري في تنمية الإدراك البصري والتحليل المنطقي والاستدلال غير الشكلي لدى الأطفال.
- تهيئة بيئات تعليمية محفزة قائمة على الاكتشاف والتجريب والتعاون، تسمح للأطفال بممارسة مهاراتهم بحرية في إطار منظّم، وتدعم نموهم المعرفي والتفكيري بطريقة طبيعية.
- إعادة النظر في أساليب التقويم المستخدمة في رياض الأطفال، بحيث تشمل تقويمًا لمستويات التفكير الهندسي، باستخدام أدوات مصورة ومهام أدائية تكشف عن قدرات الأطفال في التمييز والتحليل والاستنتاج.
- تشجيع البحوث المستقبلية لدراسة أثر تطبيق مدخل STEM ونموذج (5E's) على مجالات أخرى من النمو، لتوسيع دائرة الاستفادة من هذا المدخل التربوي المتكامل.

المراجع:

أولًا: المراجع العربية:

ابتسام عبد العظيم الأصفر. (٢٠٢١). فاعلية إستراتيجية مقترحة قائمة على دمج الرسوم الكارتونية في نموذج (5E's) البنائي في تصويب التصورات البديلة عن المفاهيم العلمية في العلوم لدى تلميذات الصف السادس الإبتدائي بمحافظة الرس بالقصيم. *مجلة البحث العلمي في التربية، جامعة عين شمس*، ٢٢(٩)، ٢٥٤-٣٢٤.

إبراهيم محمد الغامدي. (٢٠١٤). فاعلية استخدام نموذج التعلم البنائي الخماسي (5E's) في تدريس الرياضيات على تنمية التحصيل والتواصل الرياضي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، جامعة القصيم، 8(١)، 209-٢٩٩.

أمل أحمد الغيلاني. (٢٠٢٠). فعالية أنشطة إثرائية وفق نموذج STEAM لتنمية مهارات التفكير العلمي للتلميذات الموهبات فى الصفوف الأولية فى مدينة جدة. *المجلة العربية للإعلام وثقافة الطفل*، ٣(١٢)، ٣٣-٦٤.

إيمان فؤاد البرقي. (٢٠١٩). تنمية بعض مهارات العلم والاتجاهات العلمية لدى طفل الروضة باستخدام انشطة STEAM . *مجلة الطفولة*، ٣٢، ٣٣٠-١٣٧٦.

أيمن مصطفى عبد القادر. (٢٠١٧). تصور مقترح لحزمة من البرامج التدريبية اللازمة لتطبيق مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في ضوء الاحتياجات التدريبية لمعلمي المرحلة الثانوية. *المجلة الدولية التربوية، دار سمات للدراسات والأبحاث، الأردن*، ٦(٦) ، ١٦٧-١٨٤.

جودت أحمد سعاده. (٢٠١٨). *استراتيجيات التدريس المعاصرة*. دار المسيرة للنشر، عمان.

حنان حمدي أبوريه ودعاء عبد الرحمن عبد العزيز. (٢٠٢٠). تدريب معلمي العلوم حديثي التخرج على دمج المستحدثات التكنولوجية في تخطيط الدروس في ضوء متطلبات التعلم الرقمي. *المجلة التربوية*، جامعة سوهاج، (٧٣)، ٣٦٩-٤٣٧.

راندا لطفي حنا. (٢٠٢٠). *برنامج قائم على مدخل ستيم لتنمية مبادئ الاختراع لطفل الروضة* (رسالة دكتوراه غير منشوره). كلية التربية للطفولة المبكرة، جامعة القاهرة.

رجائى عبد الله إبراهيم عبد الجواد. (٢٠٢١). استراتيجية تعليمية للأشكال البصرية الهندسية الأساسية فى إعداد النشاط الفنى لمعلمة المستقبل وأثرها على مهارات التشكيل المجسم لطفل الروضة في ضوء بعض الأطر الفلسفية. *مجلة كلية التربية*، جامعة عين شمس، ٤٥، الجزء الثاني، ١٥-٤٦.

رشا هشام عبدالحميد.(٢٠١٩). فاعليه توظيف تطبيقات الحوسبه السحابيه القائمة علي مدخل التكامل المعرفي STEAM في تنمية المهارات الحياتيه المرتبطه بتعلم الرياضيات لدي طالبات الصف الثاني المتوسط. *المؤتمر السادس لتعليم وتعلم الرياضيات، جامعه الملك سعود*، ٢٦-٢٨ مارس، ٥-٣٩.

رغده محمد صبره. (٢٠٢٢). الخصائص السيكومترية لمقياس مهارات التفكير الهندسي الأدائي لدى أطفال الروضة. *مجلة التربية وثقافة الطفل، جامعة المنيا*، ٢٢(١)، الجزء الأول، ٤٣-٧٧.

رفاء الرمحي. (٢٠٠٩). نظرية فان هايل في التفكير الهندسي "ملف الثقافة العلمية". *رؤى تربوية*، *مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، فلسطين*، (٢٩) ، ٨٧-٩٠.

رقية ناجي إسماعيل وابتسام صالح المحيميد. (٢٠٢١) وحدة تعليمية مقترحة قائمة على نموذج التعلم الخماسي (5E'S) لاستيعاب المفاهيم الدينية. *مجلة جامعة المدينة العالمية للعلوم التربوية والنفسية* (MIJEPS) ، (٢)، ٩٩-١٤٣.

رمضان رفعت سليمان. (٢٠٠٧). الحس الهندسي في المرحلة الابتدائية والإعدادية ماهيته – مهاراته– ومداخل تنميته (دراسة تجريبية). *المؤتمر العلمى السابع الرياضيات للجميع، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، جامعة بنها*، المؤتمر السابع، ١٧-١٨ يوليو، ١٠٠-١٤٦.

سامية حسنين هلال. (٢٠٢١). فاعلية وحدة مطورة في ضوء مدخل التكامل المعرفي STEM في تنمية بعض مهارات القرن الحادي والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٤(٣)، الجزء الثالث، ٢٢١-٢٥٤ .

سندس محمد عوض. (٢٠٢١). فاعلية برنامج قائم على الألغاز التعليمية فى تنمية مهارات التفكير الهندسي لدى اطفال الروضة، *المجلة العلمية لكلية التربية للطفولة المبكرة*. جامعة المنصورة، ٨ (١)، ٨٣-١٧٣.

شيرين محمود شعير. (٢٠١٧). فاعلية استراتيجية الإكتشاف الموجه في تنمية بعض المفاهيم الرياضيه والتفكير الإبتكاري لدى أطفال مرحلة الرياض. *مجلة تربويات الرياضيات*، كلية التربية، جامعة دمنهور، ٢٠(٨)، الجزء الثاني، ٢٤٤-٢٥٣ .

شيماء ثروت السعدني. (٢٠٢٠). *فاعلية مدخل STEAM فى تنمية بعض المفاهيم العلمية لدى طفل ما قبل رياض الأطفال فى ضوء المعايير العالمية* (رسالة دكتوراه غير منشوره). كلية التربية، جامعة طنطا.

شيماء عبده صيام ومحمد عبدالفتاح عسقول. (٢٠٢١). فاعلية منحنى STEAM فى بناء المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف الرابع الأساسي. *مجلة الجامعة الاسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، ٢٩(٢)، ٦٦٦-٦٨٤.

صباح على جبيرى. (٢٠٢٢). دور جامعة الملك خالد فى تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين. مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، ١٦(٦)، ٢٧٧-٣٠٧.

عائشة سعد الزير. (٢٠١٧). فاعلية استخدام الخرائط الذهنية في تنمية بعض المفاهيم الهندسية لدى طفل الروضة، *المؤسسة العربية للاستشارات العلمية وتنمية الموارد البشرية*، ١٨(٥٨)، ١-٣٤.

فاطمة الزهراء السيد. (٢٠٢٢). تصور مقترح لتفعيل تعليم STEM في مرحلة رياض الأطفال في ضوء الاتجاهات الحديثة. *مجلة دراسات الطفولة، جامعة القاهرة*، ٢٥ (2)، ٨٨-١١٣.

فاطمة عبد الله محمود. (٢٠١٢). أثرأنشطة قائمة على STEAM في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى أطفال الروضة. *المجلة التربوية، جامعة سوهاج*، ٨٣(3)، ٢١٠-٢٤٥.

فؤاد عبد الرحيم عبدالعزيز. (٢٠١٨) *تعليم الرياضيات للأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة* .القاهرة: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

كريمة عبد اللاه محمد. (٢٠١٩). استخدام أنشطة إثرائية قائمة على مدخل STEM لتنمية الخيال العلمي والاستمتاع بتعلم العلوم لدى أطفال الروضة. مجلة كلية التربية، جامعة بنها، ٣٠(١١٧)، الجزء الأول، ٣٩-٨٤.

كمال عبد الحميد زيتون. (٢٠٠٤). *تدريس العلوم للفهم "رؤية بنائية"* ط(٢) ، عالم الكتب، القاهرة.

لمياء إبراهيم المسلماني. (٢٠٢٠). تفعيل دور تعليم STEM في تحقيق التنمية المستدامة بمصر (تصور مقترح في ضوء النموذج الأمريكي). *المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية بالقاهرة*، ١٩(٣٧)، ٢٣٧-٤١٢.

ماجد محمد المالكى. (٢٠١٨). فاعلية تدريس العلوم بمدخل STEAM فى تنمية مهارات البحث بمعايير ISEF لدى طلاب المرحلة الابتدائية. *المجلة الدولية للدراسات التربوية والنفسية*، ٤(١)، ١١٣-١٣٥.

ماجدة هاشم بخيت ومنال محمود موسى و إسراء سيد أحمد. (٢٠١٨). فاعلية استخدام فن الأوريجامى في تنمية بعض المفاهيم الهندسية وبعض مهارات التفكير الابتكاري لطفل الروضة، مجلة دراسات في الطفولة والتربية، جامعة أسيوط، (٧)، ٤٠٠-٤٤٤.

مجدى سعيد عقل ونجوى فوزي صالح وشيماء عبده صيام. (٢٠٢٠). فاعلية منحنى STEAM فى تنمية مهارات اللغة العربية لدى طلبه الصف الثانى الاساسي. *مجلة الجامعة الإسلامية بغزة*، ٢٨(١) ، ٢٥-٤٧.

محسن علي عطيه. (٢٠٠٨). *الاستراتيجيات الحديثة في التدريس الفعال*. عمان : دار الصفاء.

محسن علي عطيه. (٢٠٠٩). استراتيجيات ما وراء المعرفة في فهم المقروء، عمان: دار المناهج للنشر والتوزيع.

محمد السيد الكسباني. (٢٠٠٨). التدريس "نماذج وتطبيقات في العلوم والرياضيات واللغة العربية والدراسات الاجتماعية" ، القاهرة: دار الفكر.

محمد خلف السريحين و مأمون محمد الشناق. (٢٠٢٤). فاعلية استراتيجة الأبعاد الثلاثية فى تنمية التفكير الهندسي لدى طلبة الصف السابع الاساسي فى الأردن. *المجلة الأردنية للعلوم التربوية* ، ٩(٤)، ٤٣٧-٤٦٢.

محمد نجر العتيبي. (٢٠١٩). تقويم كتب الرياضيات بالمرحلة المتوسطة فى المملكة العربية السعودية فى ضوء نموذج فان هيل Van Hiele للتفكير الهندسي. *مجلة العلوم التربوية والنفسية، فلسطين*، المركز القومي للبحوث، ٣(٦)، ٤٦-٧٢.

مركز ديبونو لتعليم التفكير. (٢٠١٧). *اختبار رسم الرجل والشجرة للقدرة العقلية والشخصية*. مركز ديبونو لتعليم التفكير، الأردن.

مصطفي زكريا السحت. (٢٠٢٠). فعالية استخدام مدخل STEAM القائم على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات فى تدريس الدراسات الاجتماعية لتنمية الحس التاريخي ومهارات التربية. *مجلة كلية التربية*، جامعة بنها، ٣١(١٢٤)، الجزء الخامس ، ٦٩٣-٧٣٠.

نجلاء إبراهيم القعيد. (2020). فاعلية برنامج قائم على مدخل STEAM في تنمية مهارات حل المشكلات والاتجاه نحو التعلم لدى أطفال الروضة. *مجلة كلية التربية، جامعة عين شمس*، ٤٤(1)، ٢٧٩-٣١٢.

نعمات عبد الناصر أحمد وأماني محمد شريف ومريم سعد بسطوروس. (٢٠٢٣). المعوقات التي تواجه تفعيل مدارس STEM في مصر في ضوء خبرات بعض الدول المتقدمة (دراسة تحليلية). *المجلة التربوية لعليم الكبار، جامعة أسيوط*، ٥(٣)، ٢٠٣-٢٣٩.

هدى إبراهيم علي وفايزة أحمد محمد. (٢٠٢٥). برنامج قائم على عملية التصميم الهندسي (EDP) لتنمية مهارات التفكير التصميمي وتعزيز الثقة الإبداعية لدى أطفال الروضة الموهوبين. *مجلة العلوم التربوية، جامعة القاهرة*، (١)، الجزء الرابع، ١١٧-١٧٣.

هدى معوض عبد الفتاح. (٢٠٢٠). تفعيل دور جامعة الطفل بجامعة الفيوم في دعم تعليم STEAM في ضوء الاستراتيجية القومية للعلوم والتكنولوجيا والابتكار ٢٠٣٠- ٢٠٢٠ وخبرتي الولايات المتحدة الامريكية واستراليا. *المجلة التربوية*، جامعة سوهاج، ٧٧(٧٧)، 2917 – 3045.

وديع مكسيموس داوود وأسامة فتحى جاد الرب وفايزة أحمد حمادة. (٢٠٢٠). استخدام السقالات التعليمية لتنمية التفكير الهندسي وبعض مهارات التفكير التحليلي لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية، *المجلة التربوية لتعليم الكبار، كلية التربية ، جامعة اسيوط*، ٢(٣)، ٢١٦- ٢٣٨.

وفاء محمود رجب. (٢٠٢٣). نمط الفصل المقلوب (التقليدي / الافتراضي) في ضوء نموذج التعلم البنائي الخماسي 5E وفاعليته في تنمية مهارات الذكاء الرقمي والكفاءة الذاتية لدى تلاميذ

المرحلة الإعدادية. *مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية، جامعة المنيا*، ٩(٤٩)، ١-١٣٦

يارا إبراهيم محمد ومنال أنور سيد. (٢٠٢١). برنامج قائم على مدخل STEAM لتنمية مهارات التصميم الهندسي والتفكير العلمي لدى أطفال الروضة وأثره على السلوك القيادي لديهم. *مجلة دراسات في الطفولة والتربية، جامعة أسيوط*، (١٩)، ٣٣٩-٤٣٨.

ياسمين رمضان. (٢٠٢٣). برنامج قائم على مدخل STEM لتنمية التفكير الابتكارى لطفل الروضة. *مجلة الطفولة، جامعة القاهرة*، ٤٣(١)، ٦٠٩-٦٤٨.

يوسف محمد قطامى. (٢٠٠٦). *تعليم التفكير لجميع الأطفال*. الأردن : دار المسيرة.

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

Abdullah, A. & Zakaria, E. (2013). The effects of Van Hiele's phase-based instruction using the geometer's sketchpad (GSP) on students' levels of geometric thinking. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 5*(5), 1652-1660.

Adu, A., & Folson, D. (2023). Effectiveness of 5E Instructional Model on Students' Performance in Mathematics Non-routine Problem. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 17(5), 22-29.

Amanova, A. K. , Butabayeva, L. A. , Abayeva, G. A. , Umirbekova A. N. , Abildina S. K. , Makhmetova A. A. (2025). A systematic review of the implementation of STEAM education in schools. *European Journal of STEM Education,* 21(1), em2568 ISSN:1305-8223

Armah, R. B., & Kissi, P. S. (2019 a). Effect of Van Hiele's model of instruction on basic school pupils' achievement in geometry. *Journal of Education and Practice*, 10(2), 30-39.

Armah, R. B., & Kissi, P. S. (2019 b). Use of the Van Hiele Theory in Investigating Teaching Strategies Used by College of Education

Geometry Tutors. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4), em1694.

Armstrong, T. (2018). *Multiple intelligences in the classroom* (4th ed.). ASCD.

Aslan, D., Dağaynası, S., & Ceylan, M. (2024). Technology and geometry: Fostering young children's geometrical concepts through a research-based robotic coding program. *Education and Information Technologies*, *29*(17), 22699–22721

Astawan, I. G., Suarjana, I. M., Werang, B. R., Asaloei, S. I., Sianturi, M., & Elele, E. C. (2023). STEM-based scientific learning and its impact on students' critical and creative thinking skills: An empirical study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *Indonesian Jornal of Science Education*, *12*(3), 482-492.

Ata- Aktürk, A. & Demircan, H.Ö. (2020). Supporting Preschool Children's STEM Learning with Parent- Involved Early Engineering Education. *Early Childhood Education Journal*, 1-15.

Bagiati, A. & Evangelou, D. (2015). *Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience*. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112–128.

Baser, M., & Acar, C. (2020). Implementation of STEM integrated project-based learning (PjBL) to improve problem solving skills. *Education and Science,* 45(205), 133-148.

Battista, M. T. (2007). *The development of geometric and spatial thinking. Handbook of research on the psychology of mathematics*

education: Past, present and future. Information Age Publishing. 843–877.

Baydere, F. (2021). Effects of a context-based approach with prediction–observation–explanation on conceptual understanding of the states of matter, heat and temperature ،*Chemistry Education Research and Practice*, 1-10

Beers, S. Z. (2011). *21st century skills: Preparing students for THEIR future*. STEM Education Coalition, Washington, D.C., USA.

Beers, S. Z., & Boaler, J. (2017). Exploring instructional design in K-12 STEM education: A systematic review. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 18(2), 22-36.

Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). *A place for art and design education in the STEM conversation. Art Education*, 65(2), 40–47.

Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.

Boice, K. L., Alemdar, M. , Jackson, J. R., Kessler, T. C., Choi, J., Grossman, S. & Usselman, M. (2024). Exploring teachers' understanding and implementation of STEAM: one size does not fit all. *Frontiers in Education*, (9), 1-18.

Bonyah, E. & Larbi, E. (2021). Assessing van Hiele's geometric thinking levels among elementary pre-service mathematics teachers. *African Educational Research Journal,* 9(4), 844-851.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van S. P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional*

Model: Origins and Effectiveness A Report Prepared for the Office of Science Education by 5415 Mark Dabling Boulevard, Colorado Springs, 1-80.

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Franke, M. L., Levi, L., & Empson, S. B. (2003). *Thinking mathematically: Integrating arithmetic and algebra in elementary school*. Heinemann.

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning. 420–464. Macmillan.

Clements, D. H., Sarama, J., Spitler, M. E. & Lange, A. (2011). Mathematics learned by young children in an intervention based on learning trajectories: A large-scale cluster randomized trial. *Journal for Research in Mathematics Education, 42*(2), 127–166.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2016). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach.* Routledge.

Cunningham, C. M., & Kelly, G. J. (2017). Epistemic practices of engineering for education. Science Education, 101(3), 486–505.

Davis, J., & Drake, K. (2014). Engineering in early elementary education. *Teaching Children Mathematics*, 21(1), 30–39.

Deng, Z., Liu, Y., & Wang, H.(2024). STEAM learning as a base for developing communication skills in inclusive schools. Journal of Baltic Science Education, 23(1), 45–58.

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). Meeting standards through integrated curriculum. ASCD.

English, L. D. (2016 a). *Advancing elementary and middle school STEM education*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 5–24.

English, L. D. (2016 b). STEM education K–12: Perspectives on integration. International Journal of STEM Education, 3(3), 1–8.

Fior, G., Fonda, C., & Canessa, E. (2025). Hands-on STEM Learning Experiences using Digital Technologies. *arXiv preprint arXiv:2408.00781*.

Erol, M., & Erol, A. (2023). Reflections of STEAM Education on Children According to Early Childhood and Primary School Teachers. *International Journal on Social and Education Sciences (IJonSES)*, 5(3), 493–506.

Essa, E. L. (2019). *Introduction to early childhood education* (7th ed.). Cengage Learning.

Furqani, D., Feranie, S.& Winarno, N. (2018). The effect of predictobserve-explain (POE) strategy on students conceptual mastery and critical thinking in learning vibration and wave. *Journal of Science Learning, 2*(1), 1-8.

Geng, D. M., Law, J. H., McLaren, R. E., Nguyen, H. A., & Richey, J. E. (2024). Self-directed learning in STEM teaching and learning: A systematic review of empirical evidence. Frontiers in Education, 9.

Gerlach, J.(2020). Steam:defying a simple definition. *NSTA report*, 23(8).3-10.

Gujarati, J. (2014). Examining the Van Hiele Theory : Strategies to Develop Geometric Thought – Strategies for Successful Learning . *Learning Disabilities Worldwide*,7(2), 1-4.

Hamzeh, M. (2017). Levels of geometric thinking according to Van Hiele's model for classroom teacher students at Isra University in Jordan. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences, 5*(5), 64-78.

Harris, A., & de Bruin, L. R. (2018). *STEAM education: Fostering creativity in and beyond secondary schools.* Australian Educational Leader, 40(2), 34–37.

Hasni, U., Amanda, R. S., & Pangaribuan, T. (2024). Need Analysis: Development of the Learning Cycle 5E Model to Improve HOTS in Early Childhood Student. *Proceedings of the International Conference on Teaching, Learning and Technology*, 192–197.

Henriksen, D. (2017). *Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and arts integration.* The STEAM Journal, 3(1), Article 11.

Ho, S. Y. (2003). Young children's concept of shape: Van Hiele visualization level of geometric thinking. *The Mathematics Educator*, *7*(2), 71–85.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.

International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA). (2020). Engineering byDesign™ Framework

Jafarov, S. (2023). The role of STEM education in preparing students for the workforce. Migration Letters, 20(6), 429–439.

Jonassen, D. H., & Kim, B. (2018). A problem-based learning approach for STEM integration. International Journal of Engineering Education, 34(5), 1261-1274.

Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (Eds.). (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. National Academies Press.

Kavak, Ş., & Deretarla, G. E. (2024). Impact of STEM education on preschool children's scientific process skills. *e-Kafkas Journal of Educational Research*, 11, 491–509

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2024). Integrating STEM: An Interdisciplinary Approach to PreK-12 Education. In *STEM Education - Recent Developments and Emerging Trends*.

Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge handbook of the learning sciences, Cambridge University Press.

Kristanto, Y. D., Samsudin, M. A., Ismail, M. E., Ahmad, N. J., & Talib, C. A. (2024). Integrating STEAM education and computational thinking: Analysis of students' critical and creative thinking skills in an innovative teaching and learning. Journal of Baltic Science Education, 23(1), 45–58

Lam, A. H. C., Ho, K. K., & Chiu, D. K. (2023). Instagram for student learning and library promotions: a quantitative study using the 5E

Instructional Model. *Aslib Journal of Information Management*, 75(1),112-130.

Lasaiba, M. A., & Lasaiba, D. (2023). Enhancing Academic Achievement Through the Application of the 5E Learning Cycle Model. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal, 5*(1), 1-10.

Lawson, A. E. (2002). Sound and faulty arguments generated by preservice biology teachers when testing hypotheses experimentally. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(3), 237-252.

Li, J. (2024). Effective Strategies for Interdisciplinary Integration in STEAM Curriculum Design. Theoretical Studies in Social and Educational Human Rights, 4(2), 1960.

Lorsbach, A. W. (2012) .*The Learning Cycle as a Tool for Planning Science Instruction*, Illinois State University.

Ma, H.-L., Lee, D.-C., Lin, S.-H., & Wu, D.-B. (2015). A study of Van Hiele of geometric thinking among 1st through 6th graders. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 11(5), 1181-1196.

MacDonald, A., Huser, C., Sikder, S., & Danaia, L. (2021). Early Childhood Educators' Beliefs and Confidence Regarding STEM Education. International Journal of Early Childhood, 53(3) , 241-259.

Mann, E. L., & Spalding, E. (2017). Engineering habits of mind in early childhood education: A conceptual framework. Journal of STEM Education Research, 1(2), 79–95.

Marek, E. (2008). Genesis and Evolution of the Learning Cycle, In: The World of Science Education, 141–156.

Martins, I., & Baptista, M. (2024). Teacher Professional Development in Integrated STEAM Education: A Study on Its Contribution to the Development of the PCK of Physics Teachers. Education Sciences, 14(2), 164.

Maspul, K. A. (2024). Enhancing Project-Based Learning in STEM Education with Integrated Technology and Coding. *Journal of Intelligent Systems and Information Technology, 1*(1), 15-24.

Mohamed, T. & Al-Ramahi, R. (2019). The effect of using crowley's geometric activities in the development of levels of geometric thinking for sixth grade students. *Dirasat: Educational Sciences, 46*(3), 573-585.

Moore, T. J., & Denson, C. D. (2014). Integrating engineering in K-12 classrooms: A look at elementary teachers' experiences.

Moore, T. J., Stohlmann, M., Wang, H. H., Tank, K. M., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation of integrated STEM education in the United States: Problems and perspectives. International Journal of STEM Education, 1(1), 3.

Moru, E. K., Malebanye, M., Morobe, N., & George, M. (2020). A Van Hiele Theory Analysis for Teaching Volume of Three-Dimensional

Geometric Shapes. Journal of Research and Advances in Mathematics Education, 5(3), 200–210.

Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. The Journal of Educational Research, 110(3), 221–223.

Nahdi, D. S., Jatisunda, M. G., Cahyaningsih, U., Rasyid, A., & Hidayah, R. (2024). Mapping Geometric Minds: Exploring 3D Thinking Skills of Elementary School Students Using the Van Hiele Model. Journal of Education for Sustainable Innovation, 2(1), 94–106.

Nalkiran, T. & Karamustafaoglu, S. (2020). Prediction-observation explanation (POE) method and its efficiency in teaching "Work, energy, power" concepts. *International Journal of Assessment Tools in Education, 7*(3), 497–521.

National Research Council. (2006). Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum. National Academies Press.

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. The National Academies Press.

Naufal, M., Abdullah, A., Osman, S., Abu, M. & Ihsan, H. (2020). Van Hiele level of geometric thinking among secondary school students. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 8*(6), 478-481.

Nguyen, L. C., Ngọ, N. V., & Hung, M. V. (2025). Teaching STEM using the 5E model approach: Assessing problem-solving skills of

middle school students. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(2), 1573–1582.

Nguyen, M. T. & Thi Vu, K.T. (2025). The effectiveness of the 5E-EDP model in STEAM education to develop the creativity of children aged 5-6 in preschool: A quasi-experimental study in Vietnam. *Asia-Pacific Journal of Research in Early Childhood Education, 19*(2) , 181-207.

Park, M., Byun, S. Y., & Sim, J. (2020). Early childhood teachers' beliefs and practices about STEAM education in Korea. *Early Child Development and Care*, *190*(6), 857–871.

Petroski, H. & Diefes-Dux, H. (2018). Pre-engineering Thinking and the Engineering Habits of Mind in Preschool. *Early Childhood Education Journal*, 46(5), 567–575.

Quigley, C. F., & Herro, D. (2016)."Finding the joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410–426.

Radloff, J., & Guzey, S. S. (2016). Investigating the impacts of a design-based STEM curriculum on elementary students' knowledge of science content and interest in STEM. *School Science and Mathematics, 116*(6), 323–331. https://doi.org/10.1111/ssm.12185

Rahayu, S.& Jupri, A. (2021). Geometrical thinking for junior high school student s on the topic of lines and angles according to van hiele theory, *Journal of physics conference series*, 1(8), 112-1120.

Ramanathan, G. , Cosso, S. & Pool, J. (2023). Engineering education in early childhood: Reflections and future directions. *In Engineering Education in Early Childhood* , 233–250 , Springer.

RAND Corporation. (2016). Integrating STEM learning in early childhood education. RAND Blog.

Roberts, J. (2012). *STEM is here: How can early childhood educators engage?* Exchange, (207), 14-17.

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. R. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(2).

Al Salami, M. K., Makela, C. J., & de Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, *27*(1), 63–88.

Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge.

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1(1), 9–20.

Semadeni , Z. (2018). A comparison of Hejný levels of the development of student's geometric thinking with the van Hiele levels. Jornal of Modern Science, 37(2):45-68

Siddiqui, S., & Ahmad, S. (2024). STEAM Education: A Pathway to Enhance Critical Thinking in Dynamic Elementary Classrooms. International Journal of STEAM Education, 3(1), 45–58.

Siew, N. M., Chong, C. L., & Abdullah, M. R. (2013). Facilitating Student's Geometric Thinking Through Van Hiele's Phase-Based Learning Using Tangram. Journal of Social Sciences, 9(3), 101–111.

Siwawetkul, W., & Koraneekij, P. (2020). Effect of 5E instructional model on mobile technology to enhance reasoning ability of lower primary school students. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41(1), 40–45.

Stevens, M. L., & Heft, B. (2017). Models and modelling for authentic STEM education: Reinforcing the role of models in STEM literacy. Journal of Research in Science Teaching, 54(2), 153-178. https://doi.org/10.1002/tea.21283

Stone, B. (2024). The impact of authentic early childhood STEM experiences on cognitive development. *International Journal of the Whole Child, 9*(1). 54-62.

Sutherland, J., & Pritchard, A. (2016). Incorporating engineering design challenges into STEM courses. International Journal of STEM Education, 3(1), 24-38.

Tamara, E.A. , Yuniawatika, Zainuddin, M. (2021). Thinking Levels Analysis of Flat Up Geometry Based on Van Hiele's Theory on Students in Fifth Grade. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 609, Proceedings of the International

Conference on Information Technology and Education, Published by Atlantis Press SARL, 226-230.

Tuychiyeva, Z. B. (2025). From STEAM Technology in the Preschool Education System: Use Options. Journal of Advanced Scientific and Social Studies, 1(2). 568-570

Tytler, R. (2022). STEM Education for the Twenty-First Century. *In book: Integrated Approaches to STEM Education, 21-43.*

Unterfrauner, E., Voigt, C., & Griessler, E. (2024). The Claim for Socially Innovative Practices: Educación STEAM. Creativity and Educational Innovation Review, 8, 72–93.

Usman, H., Syarif, M., & Puspita, R. A. (2020 a). Van Hiele learning model: Effect on mathematical reasoning and connection abilities in geometry. Journal of Physics: Conference Series, 1657(1), 012012.

Usman, H., Yew, W. T., & Saleh, S. (2020 b). Effects of Van Hiele's Phase-Based Teaching Strategy and Gender on Pre-Service Mathematics Teachers' Geometry Achievement in Niger State, Nigeria. International *Journal of Pedagogical Development and Lifelong* Learning, 1(1), 1-8.

Uyanık, G., Günşen, G., Çelik, B., Değirmenci, Ş. & Kontaş-Azaklı, T. (2024). Story-based Science education: Framework of 5e model in Preschool. *Journal of Theory and Practice in Education, 20*(2), 141-153.

Van Hiele, P.(1957).The Child's Thought and Geometry. *Pilot Course on the Teaching of Mathematics, Organized By O.E.C.E* . November 17-27

Van Hiele, P. M. (1986*). Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press.

Verschaffel, L., & De Corte, E. (2018). The process of designing integrated STEM learning materials: Case study towards an evidence-based model. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 34-45.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967.

Williams, J. & Mangan J. (2016). The effectiveness of using young professional to influence steam career choices of secondary school students, *journal of research in steam education*, 2(1), 2-18.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086.